AVALIAÇÃO INTEGRADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAVEIRAS / SC



desenvolver
engenharia e meio ambiente

Maio/2020

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - CGH Caveiras em operação 64
Figura 2 - PCH João Borges em operação 65
Figura 3 - Divisão de quedas - Alternativa 1 75
Figura 4 - Divisão de quedas - Alternativa 2 79
Figura 5 - Comparação das alternativas em relação a queda bruta 80
Figura 6 - Comparação das alternativas em relação a potência instalada 80
Figura 7 - Comparação das alternativas em relação ao custo 82
Figura 8 - Comparação das alternativas em relação à energia média 82
Figura 9 - Trecho à montante da CGH Caveiras com grandes declives 85
Figura 10 - Área de cânions à montante da CGH Caveiras 85
Figura 11 - Comparação das alternativas em relação a potência total 88
Figura 12 - Divisão de quedas - Alternativa 1 89
Figura 13 - Divisão de Quedas - Alternativa 2 90
Figura 14 - Dados de queda bruta (m) das alternativas 91
Figura 15 - Comparação das alternativas em relação ao custo total instalado 92
Figura 16 - Comparação das alternativas em relação área alagada total. 93
Figura 17 - Estruturas identificadas in loco da CGH Caveiras 112
Figura 18 - Estruturas identificadas in loco da PCH João Borges 124
Figura 19 - Estruturas identificadas in loco da PCH João Borges 124
Figura 20 - Representação gráfica da temperatura máxima média, média e mínima média das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras 145
Figura 21 - Representação gráfica da umidade relativa do ar (%) correlacionada com a temperatura média, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras. 147
Figura 22 -Representação gráfica da correlação entre a evaporação (mm), a evapotranspiração potencial (mm) e a precipitação acumulada (mm) mensal, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras. 150
Figura 23 -Representação gráfica da insolação total (horas) mensal, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras. 152

Figura 24 - Representação gráfica da intensidade do vento ($m.s^{-1}$) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.....153
Figura 25 - Representação gráfica da precipitação acumulada mensal e máxima absoluta (mm), das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.....156
Figura 26- Queda d'água nas coordenadas latitude 27°51'1.48"S e longitude 50°5'1.99"O. 161
Figura 27- Cachoeiras nas coordenadas latitude 27°50'57.35"S e longitude 50°5'3.08"O. .162
Figura 28- Cachoeiras nas coordenadas latitude 27°51'1.11"S e longitude 50°5'42.05"O. .162
Figura 29- Cachoeira conhecida como Garganta do Diabo, localizada entre os cânions dos municípios de Lages e Painel, latitude 27°51'29.76"S e longitude 50°8'50.54"O.....163
Figura 30- Queda d'água localizada no TVR da PCH Salto Caveiras, latitude 27°48'38.00"S e longitude 50°29'1.60"O.....163
Figura 31- CGH Caveiras, latitude 27°48'41.27"S e longitude 50°28'51.03"O 164
Figura 32- Quedas d'água localizadas próximas à ponte na divisa entre os municípios de Lages e São José do Cerrito, latitude 27°43'52.52"S e longitude 50°33'58.77"O. 164
Figura 33- Queda d'água e corredeira no TVR da PCH João Borges, latitude 27°42'46.13"S e longitude 50°40'9.94"O.....165
Figura 34- PCH João Borges, latitude 27°43'2.03"S e longitude 50°39'26.25"O. 165
Figura 35 – Determinação do fator de forma para duas bacias de mesma área 168
Figura 36 – Regionalização Bacia do Rio Canoas 1942-2019.....178
Figura 37 – Curvas de Permanência Mensal – AHEs.....183
Figura 38 – Ajuste das Distribuições para Diferentes Tempos de Retorno das Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Ponte Rio João Paulo 197
Figura 39 – Ajuste das Distribuições para Diferentes Tempos de Retorno das Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Vila Canoas.....197
Figura 40 – Ajuste das Distribuições para Diferentes Tempos de Retorno das Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Rio Bonito.....198
Figura 41 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Santo Antônio.....200
Figura 42 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH A. M. Dias 201
Figura 43 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH São Paulo.....202

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.Figura 44 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Caveiras.....202
Figura 45 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Pinheiro.....204
Figura 46 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH João Borges.....205
Figura 47 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Portão.....206
Figura 48 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Santo Antônio.....207
Figura 49 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH A. M. Dias.....208
Figura 50 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH São Paulo.....209
Figura 51 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Caveiras.....210
Figura 52 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Pinheiro.....211
Figura 53 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH João Borges.....213
Figura 54 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Portão.....214
Figura 55 – Curva Chave de Descarga E. F. Ponte Alta do Sul.....217
Figura 56 – Curva de Eficiência de Retenção de Sedimentos Segundo Churchill (IS em s^2/ft).....221
Figura 57 - Metodologia - Mapa de Potencial Erosivo.....238
Figura 58 - Exemplo de escarpa erosiva.....243
Figura 59 - Exemplo de linha de cumeada.....244
Figura 60 - Exemplo de ressalto.....245
Figura 61 - Exemplo de vale ou sulco estrutural.....245
Figura 62 - Ponto amostral P1.....262
Figura 63 - Ponto amostral P2.....262
Figura 64 - Ponto amostral P3.....263
Figura 65 - Ponto amostral P4.....263
Figura 66 - Ponto amostral P5.....264
Figura 67 - Ponto amostral P6.....264
Figura 68 - Ponto amostral P7.....265
Figura 69 - Ponto amostral P8.....265
Figura 70 - Ponto amostral P9.....266
Figura 71 - Ponto amostral P10.....266
Figura 72 - Ponto amostral P11.....267
Figura 73 - Ponto amostral P12.....267
Figura 74 - Gravação de avifauna em transecto de varredura.....270
Figura 75 - Gravação de avifauna em transecto de varredura.....270

Figura 76 – Curva de acumulação de espécies de aves registradas ao longo do rio Caveiras. 272
Figura 77 - Riqueza de espécies da avifauna por área amostral do presente estudo. 273
Figura 78 - Análise de agrupamento da composição de espécies de aves nas diferentes áreas amostrais (dados primários), rio Caveiras, usando algoritmo UPGMA e distância de Jaccard (ccc = 0,80). 273
Figura 79 - Riqueza de espécies de aves nos municípios que compõe a bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil e na UHE Garibaldi (dados secundários). 275
Figura 80 - Análise de agrupamento da composição de espécies de aves nos diferentes municípios na área de abrangência do rio Caveiras, usando algoritmo UPGMA e distância de Jaccard (ccc = 0,99). 276
Figura 81 - Análise NMDS da composição de espécies de aves registradas entre os dados primários e secundários na bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil (stress = 0,13).....277
Figura 82 - Constância da avifauna registrada na bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil. 278
Figura 83 - Distribuição das espécies de aves nas diferentes categorias de ameaça de extinção em nível estadual, nacional e global. 278
Figura 84 - *Agelaioides badius.*.....299
Figura 85 - *Amazona vinacea.* 299
Figura 86 - *Amazonetta brasiliensis.*.....299
Figura 87 - *Aramides saracura.*.....299
Figura 88 - *Ardea alba.*.....299
Figura 89 - *Ardea cocoi.* 299
Figura 90 - *Bubulcus ibis.*.....300
Figura 91 - *Cacicus chrysopterus.* 300
Figura 92 - *Campephilus robustus.* 300
Figura 93 - *Caracara plancus.*.....300
Figura 94 - *Cariama cristata.*.....300
Figura 95 - *Cathartes aura.* 300
Figura 96 - *Chloroceryle amazona.*.....301
Figura 97 - *Chloroceryle americana.*.....301
Figura 98 - *Colaptes campestris.* 301
Figura 99 - *Coragyps atratus*.....301
Figura 100 - *Cyanocorax caeruleus.*.....301

Figura 101 - *Dendrocolaptes platyrostris.* 301
Figura 102 -. *Donacospiza albifrons.* 302
Figura 103 - *Dryocopus lineatus.* 302
Figura 104 -. *Egretta thula*....302
Figura 105 - *Elanus leucurus.* 302
Figura 106 -. *Embernagra platensis.*....302
Figura 107 -. *Falco femoralis*....302
Figura 108 - *Falco sparverius.* 303
Figura 109 - *Furnarius rufus.*....303
Figura 110 - *Gallinula galeata.* 303
Figura 111 - *Geranoaetus melanoleucus*....303
Figura 112 - *Guira guira.* 303
Figura 113 - *Heliobletus contaminatus.* 303
Figura 114 - *Jacana jacana.*....304
Figura 115 - *Knipolegus cyanirostris.*....304
Figura 116 - *Lepidocolaptes falcinellus*....304
Figura 117 - *Leptasthenura setaria.*....304
Figura 118 - *Leptopogon amaurocephalus.*....304
Figura 119 - *Mesembrinibis cayennensis.* 304
Figura 120 - *Milvago chimango.*....305
Figura 121 -. *Mimus saturninus.*....305
Figura 122 - *Myiopsitta monachus.* 305
Figura 123 - *Nyctidromus albicollis.* 305
Figura 124 - *Parabuteo leucorrhous.* 305
Figura 125 - *Patagioenas picazuro.* 305
Figura 126 - *Penelope obscura.*....306
Figura 127 - *Philydor rufum.*....306
Figura 128 - *Phimosus infuscatus.*....306
Figura 129 - *Picumnus nebulosus.*....306
Figura 130 - *Pionus maximiliani.* 306
Figura 131 - *Pipraeidea bonariensis.* 306
Figura 132 - *Pipraeidea melanonota*....307
Figura 133 - *Pitangus sulphuratus.* 307
Figura 134 - *Podilymbus podiceps.*....307
Figura 135 - *Poospiza nigrorufa.*....307

Figura 136 - *Pseudoleistes guirahujo.* 307
Figura 137 - *Pygochelidon cyanoleuca.* 307
Figura 138 - *Pyrrhocoma ruficeps.* 308
Figura 139 - *Pyrrhura frontalis.* 308
Figura 140 - *Saltator similis.* 308
Figura 141 - *Setophaga pitiayumi.* 308
Figura 142 - *Stephanoxis loddigesi.* 308
Figura 143 - *Syrigma sibilatrix.* 308
Figura 144 - *Tangara preciosa.* 309
Figura 145 - *Thamnophilus ruficapillus.* 309
Figura 146 - *Theristicus caudatus.* 309
Figura 147 - *Troglodytes musculus.* 309
Figura 148 - *Trogon surrucura.* 309
Figura 149 - *Turdus rufiventris.* 309
Figura 150 - *Tyto furcata.* 310
Figura 151 - *Veniliornis spilogaster.* 310
Figura 152 - *Xiphocolaptes albicollis.* 310
Figura 153 - *Xolmis cinereus* 310
Figura 154 - *Zenaida auriculata.* 310
Figura 155 - *Zonotrichia capesis.* 310
Figura 156- Busca ativa de exemplares de herpetofauna. 313
Figura 157- Busca ativa de exemplares de herpetofauna. 313
Figura 158- Busca ativa de exemplares de herpetofauna. 314
Figura 159- Gravações da vocalização de anfíbios. 314
Figura 160 - Curva de suficiência amostral do levantamento de herpetofauna (dados primários). 318
Figura 161 - Riqueza de espécies de herpetofauna por área amostral do presente estudo. 319
Figura 162 - Análise de agrupamento da composição de espécies de herpetofauna nas diferentes áreas amostrais para obtenção de dados primários na bacia hidrográfica do rio Caveiras, usando algoritmo UPGMA e distância de Jaccard (ccc = 0,86). 319
Figura 163 - Riqueza de espécies de herpetofauna nos municípios com registros desse grupo faunístico na bacia hidrográfica do rio Caveiras e na UHE Garibaldi, Santa Catarina, Brasil. 321

Figura 164 - Análise NMDS da composição de espécies de herpetofauna registradas entre os dados primários e secundários na bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil (stress = 0,41). 321
Figura 165 - Constância da herpetofauna registrada na bacia hidrográfica do rio Caveiras. 322
Figura 166 - *Dendropsophus nahdereri.* 329
Figura 167 - *Dendropsophus nahdereri.* 329
Figura 168 - *Hypsiboas bischoffi.* 329
Figura 169 - *Hypsiboas leptolineatus.* 329
Figura 170 - *Ischnocnema* cf. *henselii.* 329
Figura 171 - *Phrynops williamsi.* 329
Figura 172 - *Physalaemus gracilis.* 330
Figura 173 - *Rhinella icterica.* 330
Figura 174 - *Rhinella icterica.* 330
Figura 175 - *Scinax fuscovarius.* 330
Figura 176 - *Scinax* gr. *catharinae.* 330
Figura 177 -. *Scinax perereca.* 330
Figura 178 – Biólogo registrando vestígios de mamíferos de médio e grande porte. 332
Figura 179 - Registro de vestígios de mamíferos. 332
Figura 180 - Instalação de armadilha fotográfica. 332
Figura 181 - Disposição de iscas para atração de fauna. 332
Figura 182 - Distribuição das espécies de mastofauna nas diferentes categorias de ameaça de extinção em nível estadual, nacional e global. 334
Figura 183 - Riqueza de espécies de mastofauna registrada nas áreas amostrais do presente estudo. 334
Figura 184 - Análise de agrupamento da composição de espécies de mastofauna nas diferentes áreas amostrais para obtenção de dados primários na bacia hidrográfica do rio Caveiras, usando algoritmo UPGMA e distância de Jaccard (ccc = 0,66). 335
Figura 185 - Análise NMDS da composição de espécies de mastofauna registradas entre os dados primários e secundários na bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil (stress = 0,22). Polígonos vermelhos – dados primários; polígonos azuis – dados secundários. 336
Figura 186 - Constância da mastofauna registrada na bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil. 337
Figura 187 - *Didelphis albiventris.* 341

Figura 188 - *Alouatta guariba clamitans.* 341
Figura 189 - *Coendou spinosus.* 341
Figura 190 - *Lycalopex gymnocercus.* 341
Figura 191 - *Cuniculus paca.* 341
Figura 192 -. *Philander frenatus.* 341
Figura 193 - *Leopardus pardalis.* 342
Figura 194 - *Dasyprocta azarae.* 342
Figura 195 - *Cerdocyon thous.* 342
Figura 196 - *Mazama* cf. *gouazoubira.* 342
Figura 197 - *Sus scrofa.* 342
Figura 198 -. *Hydrochoerus hydrochaeris.* 342
Figura 199 - *Puma concolor.* 343
Figura 200 - *Lepus europaeus* 343
Figura 201 - Rastro de *Cuniculus paca.* 343
Figura 202 - Rastro de *Dasyprocta azarae* 343
Figura 203 - Rastro de *Hydrochoerus hydrochaeris.* 343
Figura 204 -. *Molossus* cf. *molossus.* 343
Figura 205- Perfil esquemático dos campos gerais e seus subtipos. 348
Figura 206 - Aspecto da vegetação de Floresta Ombrófila Mista, restrita aos vales de rios e matas de galeria, em contraste com a vegetação nativa de campos 351
Figura 207 – Aspecto de fragmento florestal de Floresta Ombrófila Mista em ambiente de encosta. 351
Figura 208 – Aspecto de paisagem de Floresta Ombrófila Mista com fragmentos e matas de capões associadas à vegetação campestre. 352
Figura 209 – Aspecto de paisagem de Floresta Ombrófila Mista em associação aluvial. 352
Figura 210- Perfil esquemático da Floresta Ombrófila Mista e seus subtipos. 353
Figura 211- Diagrama de perfil do aspecto de uma Floresta Ombrófila Mista em destaque a composição de A. angustifolia como principal espécie emergente. 354
Figura 212 - Exemplo de mata de capões muito comum nas formações de Floresta Ombrófila Mista. 357
Figura 213- Formações vegetais da região sul brasileira com destaque para as formações campestres. 359
Figura 214 - Mapa de distribuição dos campos de altitude, remanescentes e biomas associados. 360

Figura 215 – Vegetação de campos nativos sob afloramento rochoso, e presença de espécies exóticas invasoras nas áreas. 365
Figura 216 – Vegetação de campos nativos, com presença de *P. aquillinum* e vegetação de capões. 365
Figura 217 – Vegetação de campos nativos sob afloramento rochoso, e presença de espécies exóticas invasoras na área. Observar ao fundo a vegetação de Floresta Ombrófila Mista em matas de galeria. 366
Figura 218 – Caracterização da cobertura florestal em mata ciliar e riparia. 367
Figura 219 – Aspecto da vegetação ciliar e ambientes reofítico no rio Caveiras. 370
Figura 220 – Aspecto da vegetação ciliar e ambientes reofítico no rio Caveiras. 370
Figura 221 – Aspecto da vegetação ciliar e ambientes reofítico no rio Caveiras. 371
Figura 222 – Aspecto da vegetação ciliar e ambientes reofítico no rio Caveiras. 371
Figura 223 – Aspecto da vegetação ciliar e ambientes reofítico no rio Caveiras. 372
Figura 224- Tipologias de vegetação ripária proposto por Bernardes, 2012. 373
Figura 225 – Aspecto da paisagem de vegetação, com fragmentos isolados, matas de capões e exemplares de A. *angustifolia* isolados. 384
Figura 226 – Vegetação ciliar, demonstrando a necessidade de manutenção destes ecossistemas que garantem a conectividade e fluxo genético entre as populações das espécies. Destaca-se a presença de *A. angustifolia* em diversos agrupamentos, contrastando com o avanço de áreas de silvicultura. 385
Figura 227 - O. *fulvus* 385
Figura 228 - M. *oblongata* 385
Figura 229 – *Z. rhoifolium* 386
Figura 230 - *N. lanceolata* 386
Figura 231 - *M. floribunda* 386
Figura 232 - *P. lambertii* 386
Figura 233 - *Inga sp* 386
Figura 234 – *S. trachycarpos* 386
Figura 235 - *D. brasiliensis* 387
Figura 236 - *M. euosma* 387
Figura 237 – *S. glandulosum* 387
Figura 238 - *B. pilosa* 387
Figura 239 - *S. commersoniana* 387
Figura 240 - *N. megapotamica* 387
Figura 241 - *X. twediiana* 388

Figura 242 - *P. myrtifolia* 388
Figura 243 - *M. scabrela* 388
Figura 244 - *Z. fagara*....388
Figura 245 - *A. angustifolia* cobrindo estrato emergente....388
Figura 246 - *L. brasiliensis* 388
Figura 247 - *S. leprosus* 389
Figura 248 - *M. muelleri* 389
Figura 249 - Análise de agrupamento pelo índice de similaridade entre diferentes estudos elencados 390
Figura 250 – Grupos ecológicos dos indivíduos em toda área amostrada....392
Figura 251 – Grupos ecológicos dos indivíduos por área amostrada....393
Figura 252 – Estratificação vertical dos indivíduos em toda área amostrada....395
Figura 253 – Estratificação vertical dos indivíduos por área amostrada 396
Figura 254 – Síndrome de dispersão dos indivíduos em toda área amostrada 397
Figura 255 – Síndrome de dispersão dos indivíduos por área amostrada 398
Figura 256 - Riqueza de famílias do componente epifítico nas áreas amostradas 401
Figura 257 – Exemplo de ocupação de diferentes estratos em uma mesma espécie arbórea (*P. lambertii*) por diferentes espécies de epífitos de distintos grupos indicadores. 403
Figura 258- *P. tetraphylla* 404
Figura 259- *T. aeranthos* 404
Figura 260- *M. squamulosa*....404
Figura 261- *L. lumbricoides* 404
Figura 262- *A. recurvata*....404
Figura 263- *P. angusta* 404
Figura 264- Orchidaceae NI 405
Figura 265- *A. recurvata*....405
Figura 266- *B. australis* 405
Figura 267- *C. angustifolium* 405
Figura 268- *P. pectinatiformis* 405
Figura 269- *Acianthera* sp. 405
Figura 270- *P. angusta*....406
Figura 271- *C. micromera* 406
Figura 272- Queda d'agua com cobertura reofítica relictual. 407
Figura 273- Mata ciliar com sinais de perturbação, com 408

Figura 274- mesmo em áreas mais perturbadas e alteradas a vegetação ciliar reofítica compõe a cobertura natural, funcionando como importante filtro ambiental. 408
Figura 275- Vegetação e curso hídrico alterados, comprometendo habitats de espécies reófitas. 409
Figura 276: Agrupamento de *Podostemum* sp. em ambiente de cachoeira.....411
Figura 277: Populações de *Podostemum* sp. em corredeira 411
Figura 278: *Erygium* sp. espécie reófita comum em ambientes de corredeiras.....411
Figura 279: *Myrcia sp.* espécie reófita arbórea 411
Figura 280: *Podostemum* sp. espécie reófita submersa em ambiente de corredeira. 411
Figura 281: Podostemaceae Não identificada.....411
Figura 282: *Podostemum muelleri* 412
Figura 283: *Podostemum distichum*.....412
Figura 284: *Podostemum muelleri* 412
Figura 285: Podostemaceae Não identificada.....412
Figura 286: *Echinodorus* sp. táxon sem registro para SC.....412
Figura 287: Reófita submersa não identificada, exclusiva de ambientes de baixa profundidade.....412
Figura 288: Ambiente reofítico, destacando ilha e vegetação arbórea adaptada às corredeiras, observar vegetação submersa, predominantemente composta por Podostemaceae.....413
Figura 289: Ambiente reofítico, corredeiras e agrupamentos de vegetação. 413
Figura 290: *P. sellowianus,* espécie reófita obrigatória.....413
Figura 291: *Q. brasiliesnis*, espécie arbórea ameaçada, registrada em ambiente reofitício 413
Figura 292: *S. lentiscifolius* espécie arbórea, registrada em ilhas e matas ciliares.....413
Figura 293: *P. salicifolia* arbórea exclusiva de ecossistemas reofíticos 413
Figura 294- Mata ciliar de reservatório, apontando a inexistência de espécies reófitas. 414
Figura 295: Reservatório hidrelétrico, o qual eleva a coluna d'agua, eliminando as espécies reófitas submersas. 414
Figura 296 – Riqueza de famílias botânicas de macrófitas aquáticas amostradas.....419
Figura 297 – Curva de suficiência amostral. 419
Figura 298 – Dendrograma de similaridade de índice de Jaccard por ponto amostral. 421
Figura 299 – Gráfico de abundância de formas de vida por ponto amostral. 422
Figura 300 – *C. campylocentra*.....423
Figura 301- *Ludwigia* sp. 423
Figura 302 - *R. flagelliformis* 424

Figura 303 - *C. meyenianus*.....424
Figura 304 - *C. lanceolatus*.....424
Figura 305 -*C. surinamensis*.....424
Figura 306 - *R. corymbosa*.....424
Figura 307 - *L. lagunae*.....424
Figura 308 - *L. tomentosa*.....425
Figura 309 - *P. ferrugineum*.....425
Figura 310 - *H. bonariensis*.....425
Figura 311 - *P. cordata*.....425
Figura 312 - *L. laevigatum*.....425
Figura 313 - *C. diffusa*.....425
Figura 314 – *E. densa*.....426
Figura 315 - *E. crassipes*.....426
Figura 316 - *E. crassipes*.....426
Figura 317 - *L. valdiviana*.....426
Figura 318 - *M. serpylloides*.....426
Figura 319 – Ambiente com predominante cobertura de espécies flutuantes livres.....426
Figura 320 – *C. asiática*.....427
Figura 321 – Ambientes eutrofizados em TVR de empreendimentos já instalados.....427
Figura 322 - Exemplo dos hexágonos utilizados para a análise por regiões.....430
Figura 323- Distribuição de NumP na bacia do rio Caveiras.....433
Figura 324 – Distribuição de PLAND na bacia do rio Caveiras.....436
Figura 325– Distribuição de MNN na bacia do rio Caveiras.....438
Figura 326 – Distribuição de MPS na bacia do rio Caveiras.....440
Figura 327- Vazões de retirada, retorno e consumo para o abastecimento público na bacia do Rio Caveiras.....447
Figura 328- Vazões de retirada, retorno e consumo para uso industrial na bacia do Rio Caveiras.....449
Figura 329- Vazões de retirada, retorno e consumo para a criação animal na bacia do Rio Caveiras.....451
Figura 330- Vazões de retirada, retorno e consumo para irrigação na bacia do Rio Caveiras.....453
Figura 331 - Projeção da futura instalação dos empreendimentos hidrelétricos no rio Caveiras – Santa Catarina.....457
Figura 332. Equipe técnica verificando condições de voo.....461

Figura 333. Imagem registrada durante o reconhecimento das áreas amostrais – P18.....461
Figura 334. Desinfecção realizada com hipoclorito 1%.....464
Figura 335. Amostragem direta da água do rio Caveiras.....464
Figura 336. Amostra acondicionada em frasco específico.....465
Figura 337. Aferições dos parâmetros *in loco*.....465
Figura 338. Aferição da transparência da coluna d'água com o auxílio do Disco de Secchi. 465
Figura 339. Efeito da anóxia (morte) sobre a comunidade íctica - P5.....473
Figura 340. Peixes emergindo à superfície em busca de oxigênio atmosférico - P6.....473
Figura 341. Vista aérea da região do P11 – jusante da Casa de Força da PCH Caveiras..474
Figura 342. Vista aérea da região do P12 – área do reservatório da futura PCH Pinheiro. 474
Figura 343. Presença de lixo nas margens do P5 – jusante da afluência do rio Ponte Grande.....476
Figura 344. Presença de lixo no corpo do rio Caveiras P7 – jusante da afluência do rio Carahá.....476
Figura 345. Foz do rio Carahá com vista ao fundo da cidade de Lages/SC. 477
Figura 346. Zona de confluência das águas dos rios Carahá com o Caveiras. 477
Figura 347. Analise dos componentes principais das variáveis ambientais analisadas durante a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera de 2019. 480
Figura 348- Precipitação diária acumulada registrada (Lages/SC), prévia e durante a amostragem de qualidade da água da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras – primavera 2019. 485
Figura 349. Amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos – Draga. 491
Figura 350. Amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos – peneirão. .491
Figura 351. Triagem do material coletado durante a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, durante a campanha de primavera de 2019. 492
Figura 352. Identificação do material coletado durante a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, durante a campanha de primavera de 2019. 492
Figura 353. Riqueza de espécies das Classes inventariadas durante a amostragem da primavera de 2020, na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.....495
Figura 354. Riqueza das espécies de macroinvertebrados bentônicos amostrados no levantamento realizado na primavera de 2019 para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.....499

Figura 355. Representatividade numérica das espécies de macroinvertebrados bentônicos amostrados no levantamento realizado na primavera de 2019 para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.....500
Figura 356. Filtragem com rede da comunidade fitoplanctônica.....509
Figura 357. Acondicionamento das amostras da comunidade fitoplanctônicas. 509
Figura 358. Porcentagem da riqueza das famílias fitoplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019. 510
Figura 359. Riqueza das famílias fitoplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019. 511
Figura 360. Porcentagem da densidade das famílias fitoplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019. 517
Figura 361. Riqueza das famílias fitoplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019. 519
Figura 362. Filtragem com rede da comunidade zooplanctônica. 524
Figura 363. Acondicionamento das amostras da comunidade zooplanctônica. 524
Figura 364. Porcentagem da riqueza de espécies das famílias zooplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019. 526
Figura 365. Riqueza das famílias zooplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019. 527
Figura 366. Porcentagem da densidade das famílias zooplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019. 531
Figura 367. Riqueza das famílias zooplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019. 532
Figura 368 - Exemplo de Instalação de espinhel para amostragem de ictiofauna. 542
Figura 369- Exemplo de Instalação de redes de pesca para amostragem de ictiofauna.....542
Figura 370- Exemplo de amostragem de ictiofauna com tarrafa. 543
Figura 371- Exemplo de amostragem com peneirão. 543
Figura 372- Aferição da biomassa de exemplar da ictiofauna. 543
Figura 373- Avaliação do grau de repleção estomacal da ictiofauna. 543
Figura 374- Aferição dos parâmetros ambientais. 543
Figura 375- Aferição dos parâmetros ambientais. 543

Figura 376 – Curva de acúmulo de espécies para a ictiofauna registrada ao longo do rio Caveiras.....557
Figura 377 – Riqueza e abundância espacial da comunidade ictiofaunística do rio Caveiras. 558
Figura 378 - Índices ecológicos da ictiofauna ao longo do rio Caveiras. 562
Figura 379 - Análise de agrupamento baseada na similaridade de Bray-Curtis das estações amostrais do rio Caveiras.....564
Figura 380 - Análise de correspondência (AC) dos dados de abundância das espécies capturadas nos diferentes pontos do levantamento da ictiofauna ao longo do rio Caveiras. 565
Figura 381 - Ordenação através da análise de correspondência canônica (ACC), entre a abundância das espécies de peixes e os parâmetros ambientais.....567
Figura 382 – Captura por Unidade de Esforço (CPUE) da ictiofauna ao longo do rio Caveiras.....569
Figura 383 - Número de machos e fêmeas das espécies de interesse ecológico/econômico capturadas durante o levantamento da ictiofauna ao longo do rio Caveiras. 571
Figura 384 – Avaliação reprodutiva das espécies de maior interesse ecológico/econômico capturadas durante o levantamento ictiofaunístico ao longo do rio Caveiras. 572
Figura 385 – Índice Gonadossomático médio das espécies de maior interesse ecológico/econômico capturadas durante o levantamento ictiofaunístico do rio Caveiras. .573
Figura 386 – Avaliação quanto a dinâmica alimentar das espécies de maior interesse ecológico/econômico capturadas durante o levantamento ictiofaunístico ao longo do rio Caveiras.....574
Figura 387 – Índice de Repleção médio das espécies de maior interesse ecológico/econômico capturadas durante o levantamento ictiofaunístico ao longo do rio Caveiras.....575
Figura 388 – Retirada de espinhel na área amostral P1. 578
Figura 389 – Aferição dos parâmetros ambientais na estação amostral P2. 578
Figura 390 – Captura de exemplares ícticos com auxílio de peneirão junto a vegetação marginal na estação amostral P3.....578
Figura 391 – Retirada de redes de espera na estação amostral P4.....578
Figura 392 – Instalação de redes de espera na estação amostral P5. 579
Figura 393 – Retirada de redes de espera na estação amostral P6.....579
Figura 394 – Retirada das redes de espera na estação amostral P7. 579
Figura 395 - Instalação de espinhel na estação amostral P8. 579

Figura 396 – Arremesso de tarrafa na estação amostral P9.....579
Figura 397 – Instalação de redes de espera na estação amostral P10.....579
Figura 398 – Retirada das redes de espera na estação amostral P11.....580
Figura 399 - Captura de exemplares ícticos com auxílio de peneirão junto a vegetação marginal na estação amostral P11.....580
Figura 400 – Liberação de exemplares ícticos após a biometria e identificação. 580
Figura 401 - Liberação de exemplares ícticos após a biometria e identificação. 580
Figura 402 – Avaliação reprodutiva e alimentar das espécies de interesse ecológico. 580
Figura 403 – Avaliação reprodutiva e alimentar das espécies de interesse ecológico. 580
Figura 404 – Exemplar de *Pimelodus maculatus*. 581
Figura 405 – Exemplar *Iheringichthys labrosus*.....581
Figura 406 – Exemplar *Oligosarcus*.....581
Figura 407 – Exemplar de *Steindachnerina brevipinna*.....581
Figura 408 – Exemplar de *Oligosarcus jenynsii*. 581
Figura 409 – Exemplar de *Schizodon*.....581
Figura 410 – Exemplar de *Phalloceros spiloura*. 582
Figura 411 – Exemplares de *Phalloceros caudimaculatus*. 582
Figura 412 – Exemplar de *Rhamdia* 582
Figura 413 – Exemplar de *Hypostomus isbrueckeri*. 582
Figura 414 – Exemplar de *Hypostomus commersoni*.....582
Figura 415 – Exemplar de *Heptapterus mustelinus* 582
Figura 416 – Exemplar de *Astyanax bimaculatus*. 583
Figura 417 – Exemplar de *Astyanax*.....583
Figura 418 – Exemplar de *Leporinus*.....583
Figura 419 – Exemplar de *Crenicichla missioneira*. 583
Figura 420 – Exemplar de *Bryconamericus iheringii*. 583
Figura 421 – Exemplares de *Pareiorhaphis vestigipinnis*. 583
Figura 422 – Exemplar de *Astyanax*.....584
Figura 423 – Exemplar de *Astyanax scabripinnis*. 584
Figura 424 – Exemplar de *Hypobrycon maromba*. 584
Figura 425 – Exemplar de *Geophagus brasiliensis*. 584
Figura 426 – Exemplar de *Rineloricaria tropeira*. 584
Figura 427 – Exemplar de *Trichomycterus davisi*. 584
Figura 428 – Exemplar de *Australoheros facetus*.....585
Figura 429 – Exemplar de *Crenicichla*.....585

Figura 430 – Exemplar de *Steindachnerina biornata*. 585
Figura 431 – Exemplar de *Astyanax* cf. 585
Figura 432 – Exemplar de *Bryconamericus stramineus*. 585
Figura 433 – Exemplar de *Crenicichla* 585
Figura 434 – Exemplar de de *Hoplias* 586
Figura 435 – Exemplar de *Hoplias* 586
Figura 436 – Exemplar *Crenicichla* 586
Figura 437 – Exemplar de *Crenicichla minuano*. 586
Figura 438- Localização dos municípios no trecho de estudo. 588
Figura 439- População nos municípios do estudo, 2010. 589
Figura 440- População dos municípios por sexo, 2010. 591
Figura 441- Estrutura etária dos municípios, 2010. 592
Figura 442- Renda per capita por municípios, em 2010. 609
Figura 443- Índice de Gini, 2010. 610
Figura 444- Atividade de silvicultura, margem esquerda do rio Caveiras, município de Painel 611
Figura 445- Vista das áreas agricultáveis na margem esquerda do rio Caveiras, município de Painel 611
Figura 446- Pastagem e bovinocultura na margem direita do rio Caveiras, município de Lages 611
Figura 447- Áreas agricultáveis e pastagens próximas das margens do rio Caveiras, entre os municípios de Painel e Lages 611
Figura 448- Áreas de reflorestamento em meio ao cultivo agrícola, ao longo do trecho do rio Caveiras, Lages. 612
Figura 449- Trecho do rio Caveiras Lages e São José do Cerrito 612
Figura 450- Vinícola Abreu Garcia, aberta ao público 619
Figura 451- Vinícola Abreu Garcia, vista do sítio arqueológico e da capela 619
Figura 452- Vista de Campo Belo do Sul 619
Figura 453- Despraiado Scotti 619
Figura 454- Vista de Correia Pinto 620
Figura 455- Estátua do monge João Maria de Agostinho 620
Figura 456- Vista da Catedral de Lages 620
Figura 457- Prefeitura do município de Lages 620
Figura 458- 31ª Festa Nacional do Pinhão 621
Figura 459- Morro da Cruz, vista de Lages 621

Figura 460- Garganta do Diabo 621
Figura 461- Potencial turístico-Ponte sob o rio Caveiras 622
Figura 462- Vista da cidade de Urupema 623
Figura 463- Ocorrência de neve em Urupema 623
Figura 464- IDHM dos municípios, em 2010. 624
Figura 465- Residentes que se declararam indígenas nos municípios, em 2010. 625
Figura 466 - Dados de uso do solo entre os anos de 1985 e 2018. 636
Figura 467- Cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Caveiras.....637
Figura 468 - Classes de Uso do Solo. 639
Figura 469- Áreas agricultáveis no trecho da PCH Portão 644
Figura 470- Trecho do futuro barramento da PCH Itararé 644
Figura 471- Reflorestamento trecho PCH Pinheiro 645
Figura 472- Número de propriedades influenciadas por empreendimento.....646
Figura 473- Ilustração da predominância de florestas na margem direita e campos na margem esquerda do rio Caveiras, na secção da Carta Imagem 03.....650
Figura 474- Ilustração do local popularmente conhecido como “Garganta do Diabo”, na secção da Carta Imagem 04 do rio Caveiras. 652
Figura 475- Afloramentos rochosos na secção da Carta Imagem 04, rio Caveiras. 653
Figura 476- Remanescentes florestais (margem direita) e área de camping e pousada (margem esquerda), na secção de montante representada pela Carta Imagem 05. 655
Figura 477- Captação de água a montante de Lages, com destaque a elevada incidência de silvicultura na margem esquerda, Carta Imagem 05. 656
Figura 478- Ilustração da secção junto a foz do rio Carahá (à esquerda da imagem), nas proximidades da área urbana de Lages, Carta Imagem 06. 658
Figura 479- Final do reservatório (transição) da CGH Caveiras, com destaque ao maior grau de preservação da margem esquerda, conforme ilustrado na Carta Imagem 07. 660
Figura 480- Vista aérea parcial da secção intermediária do reservatório da CGH Caveiras, com destaque a elevada depreciação das faixas ciliares, conforme ilustrado na Carta Imagem 08. 662
Figura 481- Ilustração do mosaico cênico observado no entorno do reservatório da CGH Caveiras, ilustrado na Carta Imagem 08. 663
Figura 482- Estruturas e componentes da CGH Caveiras. 665
Figura 483- Ilustração de fragmentos florestais remanescentes (margem direita) e faixas ciliares alteradas (margem esquerda), secção ilustrada pela Carta Imagem 09.....666

Figura 484- Trecho relativo ao futuro barramento e reservatório da PCH Pinheiro, Carta Imagem 09. 666
Figura 485- Mosaico de uso do solo a montante do barramento da PCH Itacaré, na secção ilustrada pela Carta Imagem 10. 668
Figura 486- Secção a jusante do barramento da PCH Itacaré, correspondente ao futuro trecho de vazão reduzida e onde passarão os componentes estruturais de desvio d´água. 669
Figura 487- Secção correspondente ao futuro barramento da PCH Itacaré. 669
Figura 488- Caracterização visual do barramento e entorno do reservatório da PCH João Borges, ilustrados pela Carta Imagem 11....671
Figura 489- Casa de força e entorno da PCH João Borges, ilustrados pela Carta Imagem 12. 673
Figura 490- Trecho relativo ao futuro reservatório da PCH Portão, ainda com elevada incidência de usos antrópicos, representado pela Carta Imagem 13. 675
Figura 491- Trecho relativo ao futuro reservatório da PCH Portão, já nas proximidades do barramento, denotando maior incidência de componente florestais nativos. 676
Figura 492- Jusante da PCH Portão, zona de transição do reservatório da UHE Garibaldi. 676
Figura 493- Vista parcial do rio Caveiras, em trecho alagado pela UHE Garibaldi. 678
Figura 494- Foz do rio Caveiras, alagada pelo reservatório da UHE Garibaldi. A direita superior da imagem está ilustrado antigo trecho do rio Canoas, também inundado. 679
Figura 495 - Variação das Velocidades Médias – Rio Caveiras 690
Figura 496- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 1 725
Figura 497- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 1 – Detalhe....726
Figura 498- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 2 727
Figura 499- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 2 – Detalhe....728
Figura 500- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 3 729
Figura 501- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 3 - Detalhe 730
Figura 502- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 4 731
Figura 503- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 4 - Detalhe 732
Figura 504- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 5 733
Figura 505- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 5 – Detalhe 01 734
Figura 506- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 5 – Detalhe 02 735
Figura 507- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 6 736
Figura 508- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 6 – Detalhe....737

Figura 509- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 7 738
Figura 510- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 7 - Detalhe 739
Figura 511- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 8 740
Figura 512- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 8 – Detalhe.....741
Figura 513- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 9 742
Figura 514- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 9 – Detalhe.....743
Figura 515- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 00 – $Q_{7,10}$.....746
Figura 516- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 00 – Q_{MLT} 747
Figura 517- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 00 – Q TR 100 748
Figura 518- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 00 – Q TR 10.000 749
Figura 519- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 01 – $Q_{7,10}$.....751
Figura 520- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Santo Antônio comparação Cenário 00 x Cenário 01 – $Q_{7,10}$.....752
Figura 521- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH A.M. Dias comparação Cenário 00 x Cenário 01 – $Q_{7,10}$.....753
Figura 522- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH São Paulo comparação Cenário 00 x Cenário 01 – $Q_{7,10}$.....754
Figura 523- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Portão comparação Cenário 00 x Cenário 01 – $Q_{7,10}$.....755
Figura 524- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 01 – Q_{MLT} 756
Figura 525- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Santo Antônio comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q_{MLT}.....757
Figura 526- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH A.M. Dias comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q_{MLT}.....758
Figura 527- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH São Paulo comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q_{MLT}.....759
Figura 528- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Portão comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q_{MLT}.....760
Figura 529- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 01 – Q TR 100 761
Figura 530- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Santo Antônio comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 100.....762
Figura 531- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH A.M. Dias comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 100.....763
Figura 532- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH São Paulo comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 100.....764

Figura 533- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Portão comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 100 765
Figura 534- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 01 – Q TR 10.000 766
Figura 535- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Santo Antônio comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 10.000 767
Figura 536- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH A.M. Dias comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 10.000 768
Figura 537- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH São Paulo comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 10.000 769
Figura 538- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Portão comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 10.000 770
Figura 539- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 02 – Q7,10 772
Figura 540- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Itararé comparação Cenário 00 x Cenário 02 – $Q_{7,10}$ 773
Figura 541- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Pinheiro comparação Cenário 00 x Cenário 02 – $Q_{7,10}$ 774
Figura 542- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 02 – Q_{MLT} 775
Figura 543- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Itararé comparação Cenário 00 x Cenário 02 – Q_{MLT} 776
Figura 544- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Pinheiro comparação Cenário 00 x Cenário 02 – Q_{MLT} 777
Figura 545- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 02 – Q TR 100 778
Figura 546- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Itararé comparação Cenário 00 x Cenário 02 – Q TR 100 779
Figura 547- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Pinheiro comparação Cenário 00 x Cenário 02 – Q TR 100 780
Figura 548- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 02 – Q TR 10.000 781
Figura 549- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Itararé comparação Cenário 00 x Cenário 02 – Q TR 10.000 782
Figura 550- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Pinheiro comparação Cenário 00 x Cenário 02 – Q TR 10.000 783
Figura 551- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 03 – $Q_{7,10}$ 785
Figura 552- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Hoppen comparação Cenário 00 x Cenário 03 – $Q_{7,10}$ 786
Figura 553- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 03 – Q_{MLT} 787

Figura 554- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Hoppen comparação Cenário 00 x Cenário 03 – Q_{MLT} 788
Figura 555- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 03 – Q TR 100 789
Figura 556- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Hoppen comparação Cenário 00 x Cenário 03 – Q TR 100 790
Figura 557- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 03 – Q TR 10.000 791
Figura 558- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Hoppen comparação Cenário 00 x Cenário 03 – Q TR 10.000 792
Figura 559- Variação das Velocidades Médias – Rio Caveiras 796
Figura 560- Divisão da geometria em células de qualidade da água 802
Figura 561- Biomassa de Alga no Cenário Inicial Modelado 809
Figura 562- Oxigênio Dissolvido no Cenário Inicial Modelado 810
Figura 563- DBO no Cenário Inicial Modelado 810
Figura 564- Nitrogênio Orgânico no Cenário Inicial Modelado 811
Figura 565- Nitrogênio Amoniacal no Cenário Inicial Modelado 811
Figura 566- Nitrito no Cenário Inicial Modelado 812
Figura 567- Nitrato no Cenário Inicial Modelado 812
Figura 568- Fósforo Orgânico no Cenário Inicial Modelado 813
Figura 569- Ortofosfato no Cenário Inicial Modelado 813
Figura 570- Biomassa de Alga – Cenário 00 – Q_{MLT} 816
Figura 571- Oxigênio Dissolvido – Cenário 00 – Q_{MLT} 817
Figura 572- DBO – Cenário 00 – Q_{MLT} 818
Figura 573- Nitrogênio Orgânico – Cenário 00 – Q_{MLT} 819
Figura 574- Nitrogênio Amoniacal – Cenário 00 – Q_{MLT} 820
Figura 575- Nitrato – Cenário 00 – Q_{MLT} 821
Figura 576- Nitrito – Cenário 00 – Q_{MLT} 822
Figura 577- Fósforo Orgânico – Cenário 00 – Q_{MLT} 823
Figura 578 - Ortofosfato – Cenário 00 – Q_{MLT} 824
Figura 579 – Biomassa de Alga – Cenário 00 – $Q_{7,10}$ 826
Figura 580 – Oxigênio Dissolvido – Cenário 00 – $Q_{7,10}$ 827
Figura 581 – DBO – Cenário 00 – $Q_{7,10}$ 828
Figura 582 – Nitrogênio Orgânico – Cenário 00 – Q7,10 829
Figura 583 – Nitrogênio Amoniacal – Cenário 00 – $Q_{7,10}$ 830
Figura 584 – Nitrito – Cenário 00 – $Q_{7,10}$ 831
Figura 585 – Nitrato – Cenário 00 – $Q_{7,10}$ 832

Figura 586 – Fósforo Orgânico – Cenário 00 – $Q_{7,10}$ 833
Figura 587 – Ortofosfato – Cenário 00 – $Q_{7,10}$ 834
Figura 588- Biomassa de Alga no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT} 837
Figura 589- Oxigênio Dissolvido no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT} 838
Figura 590- DBO no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT} 839
Figura 591- Nitrogênio Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT} ... 840
Figura 592- Nitrogênio Amoniacal no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT} . 841
Figura 593- Nitrito no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT} 842
Figura 594- Nitrato no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT} 843
Figura 595- Fósforo Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT} 844
Figura 596- Ortofosfato no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT} 845
Figura 597 - Biomassa de Alga no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$ 847
Figura 598 – Oxigênio Dissolvido no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$ .. 848
Figura 599 – DBO no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$ 849
Figura 600 – Nitrogênio Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$. 850
Figura 601 – Nitrogênio Amoniacal no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$ 851
Figura 602 – Nitrito no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$ 852
Figura 603 – Nitrato no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$ 853
Figura 604 – Fósforo Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$ 854
Figura 605 – Ortofosfato no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$ 855
Figura 606- Biomassa de Alga no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT} 857
Figura 607- Oxigênio Dissolvido no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT} 858
Figura 608- DBO no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT} 859
Figura 609- Nitrogênio Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT} ... 860
Figura 610- Nitrogênio Amoniacal no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT} . 861
Figura 611- Nitrito no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT} 862
Figura 612- Nitrato no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT} 863
Figura 613- Fósforo Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT} 864
Figura 614- Ortofosfato no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT} 865
Figura 615 - Biomassa de Alga no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$ 867
Figura 616 – Oxigênio Dissolvido no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$ .. 868
Figura 617 – DBO no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$ 869
Figura 618 – Nitrogênio Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$. 870
Figura 619 – Nitrogênio Amoniacal no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$ 871
Figura 620 – Nitrito no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$ 872

Figura 621 – Nitrato no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$ 873
Figura 622 – Fósforo Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$.....874
Figura 623 – Ortofosfato no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$.....875
Figura 624 – Biomassa de Alga no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT} 877
Figura 625 – Oxigênio Dissolvido no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}..878
Figura 626 – DBO no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}.....879
Figura 627 – Nitrogênio Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT} .880
Figura 628 – Nitrogênio Amoniacal no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT} 881
Figura 629 – Nitrito no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT} 882
Figura 630 – Nitrato no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}.....883
Figura 631 – Fósforo Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}.....884
Figura 632 – Ortofosfato no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}.....885
Figura 633 - Biomassa de Alga no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$ 887
Figura 634 – Oxigênio Dissolvido no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$..888
Figura 635 – DBO no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$ 889
Figura 636 – Nitrogênio Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$ .890
Figura 637 – Nitrogênio Amoniacal no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$891
Figura 638 – Nitrito no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$.....892
Figura 639 – Nitrato no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$ 893
Figura 640 – Fósforo Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$.....894
Figura 641 – Ortofosfato no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$.....895
Figura 642- Variação das Velocidades Médias – Rio Caveiras 898
Figura 643 - Esquema - Metodologia da Análise Multicritério.....900
Figura 644 - Cenários de Análise.....902
Figura 645 - Mapeamento de Sensibilidade – Grupos faunísticos ameaçados de extinção 909
Figura 646 - Mapeamento de Sensibilidade - Qualidade da Água 911
Figura 647 - Mapeamento de Sensibilidade - Riqueza de espécies de flora ameaçadas de extinção.....912
Figura 648 - Mapeamento de Sensibilidade - Espécies de ictiofauna 913
Figura 649 - Mapeamento de Sensibilidade – VAB.....915
Figura 650 - Mapeamento de Sensibilidade - Índice Síntese.....916
Figura 651 - Análise Multicritério - Cenário 00 918
Figura 652 - Análise Multicritério - Cenário 01 919
Figura 653 - Análise Multicritério - Cenário 02 920

Figura 654 - Análise Multicritério - Cenário 03 921
Figura 655 - Diferença entre os cenários 00 e 01 922
Figura 656 - Diferença entre os cenários 00 e 02 923
Figura 657 - Diferença entre os cenários 0 e 3 924

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Legislação Federal correlatas....53
Tabela 2 - Resolução CONAMA correlatas....55
Tabela 3- Unidades de geração de energia elétrica na Bacia do Rio Caveiras cadastradas junto a ANELL e seus respectivos estágios de desenvolvimento....61
Tabela 4 - Empreendimentos considerados na AIBH do Rio Caveiras....62
Tabela 5- Situação de todos os processos visando à implementação de aproveitamentos hidrelétricos na bacia do Rio Caveiras em condução junto a ANEEL....67
Tabela 6- Unidades de geração de energia elétrica na bacia do Rio Caveiras cadastradas junto a ANEEL e seus respectivos estágios de desenvolvimento - PCH....67
Tabela 7 - Partição de quedas aprovada no estudo de inventario da RTK. Trecho à jusante da CGH Caveiras....69
Tabela 8 - Partição de quedas aprovada no estudo de inventario da Mafrás. Trecho à montante da CGH Caveiras....70
Tabela 9 - Divisão de quedas - Alternativa 1....75
Tabela 10 - Estudo preliminar PCH Portão para a Alternativa 2....76
Tabela 11 - Análise Benefício/Custo - PCH Portão....76
Tabela 12 - Divisão de quedas - Alternativa 2....78
Tabela 13 - Comparação em relação aos custos das alternativas....81
Tabela 14 - Divisão de quedas - alternativa selecionada....83
Tabela 15 - Resumo do inventário hidrelétrico – trecho à jusante do Rio Caveiras....83
Tabela 16 - Usinas inseridas dentro das divisões de quedas previstas....88
Tabela 17 - Índices Energéticos alcançados na alternativa 1....89
Tabela 18 - Índices Energéticos alcançados na alternativa 2....90
Tabela 19 - Índices econômicos das alternativas....92
Tabela 20 - Tabela de resumo dos índices ambientais das alternativas....93
Tabela 21 - Identificação da base de dados utilizada para descrição geral dos empreendimentos....95
Tabela 22 - Dados Gerais - CGH Santo Antônio....97
Tabela 23 - Dados Gerais - PCH A. M. Dias....101
Tabela 24 - Dados Gerais - CGH São Paulo....105
Tabela 25 - Dados Gerais - CGH Hoppen....107
Tabela 26 - Dados Gerais - CGH Caveiras....111
Tabela 27 - Dados Gerais - PCH Pinheiro....116
Tabela 28 - Dados Gerais - PCH Itararé....119

Tabela 29 - Dados Gerais - PCH João Borges.....123
Tabela 30 - Dados Gerais - PCH Portão 127
Tabela 31 - Histórico de bandeiras tarifárias entre nov/2017 e fev/2020 134
Tabela 32 - Índices econômicos dos aproveitamentos hidrelétricos.....136
Tabela 33 - Definições quanto a tempo para os cenários de curto, médio e longo prazo. ..137
Tabela 34 - Posicionamento do mercado investidor para desenvolvimento de projetos básicos dos aproveitamentos hidrelétricos inventariados 138
Tabela 35 - Temperatura máxima média, média, mínima média, máxima absoluta e mínima absoluta mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.....144
Tabela 36 -Umidade relativa do ar (%) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras. 146
Tabela 37 - Evaporação total (mm) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras. 148
Tabela 38 - Evapotranspiração potencial (mm) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.....149
Tabela 39 -Insolação total (horas) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras. 151
Tabela 40 -Direção predominante do vento (pontos cardeais e colaterais) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.....152
Tabela 41 -Intensidade do vento ($m.s^{-1}$) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras. 153
Tabela 42 -Precipitação acumulada mensal e máxima absoluta (mm), das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras. 155
Tabela 43- Características Fisiográficas.....171
Tabela 44- Índices Fisiográficos 171

Tabela 45 – Estações Fluviométricas – Rio Canoas 174
Tabela 46 – Estações Fluviométricas – Rio Marombas 174
Tabela 47 – Estações Fluviométricas – rio Caveiras 174
Tabela 48 – Regionalização Bacia do Rio Canoas 177
Tabela 49 – Coeficiente de Transferência - Regionalização 178
Tabela 50 – Resumo das Vazões Características Médias Mensais nos Locais dos AHEs . 180
Tabela 51 – Curvas de Permanência Mensal - AHEs 182
Tabela 52 – Vazões Máximas Médias Diárias – Estações Base – Período Úmido 184
Tabela 53 – Vazões Máximas Médias Diárias – Estações Base – Período Seco 186
Tabela 54 – Curva de Frequência de Cheias – Estações Fluviométricas – Período Úmido 189
Tabela 55 – Curva de Frequência de Cheias – Estações Fluviométricas – Período Seco .. 190
Tabela 56 – Curva de Frequência de Cheias – CGH Santo Antônio 190
Tabela 57 – Curva de Frequência de Cheias – PCH A. M. Dias 191
Tabela 58 – Curva de Frequência de Cheias – CGH São Paulo 191
Tabela 59 – Curva de Frequência de Cheias – CGH Hoppen 191
Tabela 60 – Curva de Frequência de Cheias – CGH Caveiras 192
Tabela 61 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Pinheiro 192
Tabela 62 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Itararé 193
Tabela 63 – Curva de Frequência de Cheias – PCH João Borges 193
Tabela 64 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Portão 194
Tabela 65 – Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Ponte Rio João Paulo 195
Tabela 66 – Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Vila Canoas 195
Tabela 67 – Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Rio Bonito 196
Tabela 68 – Q7,10 – 01/03 198
Tabela 69 – Q7,10 – 02/03 198
Tabela 70 – Q7,10 – 03/03 198
Tabela 71 – Volumes dos Reservatórios 199
Tabela 72 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Santo Antônio 200
Tabela 73 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH A. M. Dias 201
Tabela 74 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH São Paulo 201
Tabela 75 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Caveiras 202
Tabela 76 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Pinheiro 203
Tabela 77 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH João Borges 204
Tabela 78 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Portão 205

Tabela 79 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Santo Antônio.....206
Tabela 80 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH A. M. Dias 207
Tabela 81 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH São Paulo.....208
Tabela 82 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Caveiras 210
Tabela 83 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Pinheiro.....211
Tabela 84 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH João Borges.....212
Tabela 85 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Portão 213
Tabela 86 – Descarga Sólida – E. F. Ponte Alta do Sul.....215
Tabela 87 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – CGH Santo Antônio 218
Tabela 88 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH A. M. Dias.....218
Tabela 89 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – CGH São João.....219
Tabela 90 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – CGH Caveiras.....219
Tabela 91 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH Pinheiro 219
Tabela 92 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH João Borges 219
Tabela 93 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH Portão.....220
Tabela 94 – Classificação do reservatório para obtenção da ER 220
Tabela 95 – Cálculo da Vida Útil – CGH Santo Antônio.....222
Tabela 96 – Cálculo da Vida Útil – PCH A. M. Dias 222
Tabela 97 – Cálculo da Vida Útil – CGH São Paulo.....223
Tabela 98 – Cálculo da Vida Útil – CGH Caveiras 223
Tabela 99 – Cálculo da Vida Útil – PCH Pinheiro.....223
Tabela 100 – Cálculo da Vida Útil – PCH João Borges 223
Tabela 101 – Cálculo da Vida Útil – PCH Portão 224
Tabela 102- Coluna estratigráfica restrita a porção inventariada da bacia hidrográfica do rio Caveiras.....226
Tabela 103 - Dados levantados de geologia e geotecnia 229
Tabela 104 - Dados de declividade.....234
Tabela 105 - Dados de hipsometria.....236
Tabela 106- Levantamento geomorfológico de Santa Catarina.....241
Tabela 107 - Dados geomorfológicos 243
Tabela 108- Relação dos processos minerais ativos dentro da área de estudo 248
Tabela 109 - Caracterização pedológica da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras 253
Tabela 110 - Localização dos pontos amostrais para a fauna terrestre. 260
Tabela 111 - Lista das espécies de avifauna registradas para a bacia hidrográfica do rio Caveiras.....280

Tabela 112 - Lista das espécies de herpetofauna registradas para a bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil. 324
Tabela 113 - Lista das espécies de mastofauna registradas para a bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil. 338
Tabela 114: Lista das espécies com os maiores valores de importância para cada área amostral avaliada. 374
Tabela 115- Parâmetros fitossociológicos mensurados. 376
Tabela 116- Índices de similaridade. 389
Tabela 117 – Táxons amostrados e respectiva família e autoria. 401
Tabela 118 - Táxons amostrados e respectiva família e autoria. 410
Tabela 119: Lista de táxons amostrados e respectivas famílias 420
Tabela 120 - Coeficientes de determinação (R^2) entre as variáveis analisadas 432
Tabela 121- Caracterização do abastecimento público nos municípios da bacia do Rio Caveiras. 446
Tabela 122- Contingentes populacionais dos municípios da bacia do Rio Caveiras, definidos através dos Censos (2000 e 2010) e estimativas do IBGE. 446
Tabela 123- Coeficientes técnicos de retirada por cabeça (litros/dia) para os rebanhos. 450
Tabela 124- Estimativa de cabeças por rebanho para o ano de 2018 nos municípios da bacia do Rio Caveiras. 450
Tabela 125- Área irrigada nos municípios da bacia do Rio Caveiras em 2015 e a projeção para 2030. 452
Tabela 126. Projetos e empreendimentos hidrelétricos do trecho utilizado na Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras. 457
Tabela 127. Caracterização dos pontos amostrais do monitoramento da qualidade da água realizado ao longo do rio Caveiras. 460
Tabela 128. Parâmetros e os métodos de análise do escopo amostral. 463
Tabela 129. Parâmetros utilizados para o cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA) com seus respectivos pesos. 466
Tabela 130. Classificação do estado trófico de rios e reservatórios. 467
Tabela 131. Resultados obtidos durante a Avaliação Integrada da Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras – primavera de 2019. 478
Tabela 132. Caracterização dos pontos amostrais utilizados para o levantamento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera de 2019. 488
Tabela 133. Ponderação e classificação do índice BMWP. 493

Tabela 134. Ponderação e classificação do índice ASPT.....494
Tabela 135. Scores e classificação do índice BMWP aplicado com os dados obtido na campanha realizada na primavera de 2019, na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.....501
Tabela 136. Scores atribuídos as famílias amostradas na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, segundo as ponderações atribuídas por Armitage (1983); Ferreira e Flynn (2012).....501
Tabela 137. Scores e a classificação do índice ASPT aplicado com os dados obtido na campanha realizada na primavera de 2019, na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.....502
Tabela 138. Composição das espécies amostradas para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, durante a campanha de primavera de 2019, na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.....504
Tabela 139. Composição qualitativa da comunidade fitoplanctônica, com respectiva ocorrência espacial registrada (presença=X) na campanha realizada na primavera de 2019, para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.....513
Tabela 140. Composição quantitativa da comunidade fitoplanctônica, com respectiva densidade espacial registrada na campanha realizada na primavera de 2019, para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras. 521
Tabela 141. Composição qualitativa da comunidade zooplanctônica, com a respectiva ocorrência espacial registrada (presença=X) na campanha realizada na primavera de 2019, para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.....529
Tabela 142- Composição quantitativa da comunidade zooplanctônica, com respectiva densidade espacial registrada na campanha realizada na primavera de 2019, para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras. 534
Tabela 143- Lista de espécies com possível ocorrência na bacia do rio Caveiras. 538
Tabela 144- Petrechos de pesca e respectivo esforço amostral que empregado no levantamento da ictiofauna. 542
Tabela 145- Síntese das principais características de cada estádio de desenvolvimento gonadal, determinados para machos e fêmeas de peixes teleósteos. Adaptado de Vazzoler (1996).....547
Tabela 146 – Enquadramento taxonômico e características ecológicas da ictiofauna registrada *in loco* ao longo do rio Caveiras. 553
Tabela 147 – Abundância espacial da ictiofauna registrada *in loco* ao longo do rio Caveiras. 559
Tabela 148- Aspectos populacionais dos municípios do estudo, 2010. 589
Tabela 149- População residente por cor ou raça, 2010. 591
Tabela 150- Indicadores de abastecimento de água nos municípios em estudo, 2010.....598

Tabela 151- Indicadores de esgotamento sanitário nos municípios em estudo, 2010.....599
Tabela 152- Destino do lixo nos municípios em estudo, 2010.....601
Tabela 153- Existência de energia elétrica nos municípios, em 2010.....602
Tabela 154- Distância dos municípios em relação as capitais do Sul do Brasil em km.....603
Tabela 155: Longevidade, mortalidade e fecundidade dos municípios, em 2010.....605
Tabela 156- Estabelecimento de saúde nos municípios do estudo, julho de 2019.....606
Tabela 157- Número de alunos e matrículas nos municípios do estudo, em 2018.....607
Tabela 158- IDEB nos municípios do estudo, em 2017.....608
Tabela 159- PIB e Ranking 610
Tabela 160- Lavoura temporária nos municípios do estudo, em 2017.....614
Tabela 161- Lavoura permanente nos municípios do estudo, em 2017.....615
Tabela 162- Efetivo dos rebanhos nos municípios, 2017. 616
Tabela 163- Produção de origem animal, por tipo de produto, 2017.....617
Tabela 164- Produção da aquicultura, por tipo de produto, 2017.....617
Tabela 165- Assentamentos - Informações Gerais, 2017.....625
Tabela 166- Sítios arqueológicos identificados no CNSA.....627
Tabela 167- Área e percentual de cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Caveiras640
Tabela 168- Áreas atingidas pelos aproveitamentos hidrelétricos.....642
Tabela 169- Área atingidas pelas estruturas do empreendimento 646
Tabela 170- Extensão de Trecho Livre ao longo do Rio Caveiras.....689
Tabela 171- Características Gerais dos aproveitamentos hidrelétricos estudados no rio Caveiras.....700
Tabela 172- Base de Dados para a geometria do modelo.....703
Tabela 173 – Fonte de dados 715
Tabela 174- Seções Topobatimétricas 715
Tabela 175- Níveis de Água Levantados em Campo.....717
Tabela 176- Níveis de Água da Restituição – Projeto Básico PCH A.M. Dias 719
Tabela 177- Vazões de Calibração.....721
Tabela 178- Vazões de Simulação - Parte 1 722
Tabela 179- Vazões de Simulação - Parte 2 723
Tabela 180- Características dos Barramentos 744
Tabela 181- Extensão de Influência dos Barramentos ao longo do Rio Caveiras 794
Tabela 182- Extensão de Trecho Livre ao longo do Rio Caveiras.....795
Tabela 183- Características de Qualidade da Água nas Condições de Contorno 805
Tabela 184- Características de Qualidade da Água nas Condições Iniciais 807

Tabela 185 – Condições Meteorológicas de Entrada.....808
Tabela 186 - Associação sensibilidade/indicador 1 - Fauna.....909
Tabela 187 - Associação sensibilidade/indicador 2 - Água.....910
Tabela 188 - Associação sensibilidade/indicador 3 - Flora.....912
Tabela 189 - Associação sensibilidade/indicador 4 - Ictiofauna.....913
Tabela 190 - Associação sensibilidade/indicador 5 - Valor Acrescentado Bruto – Agropecuária (VAB).....914

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIBHAI	Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADA	Área Diretamente Afetada
AID	Área de Influência Direta
AII	Área de Influência Indireta
ANA	Agência Nacional de Água
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AP	Antes do Presente
APP	Área de Preservação Permanente
APDH	Avaliação Preliminar de Disponibilidade Hídrica
CANIE	Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CIDASC	Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina
CNES	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas
CNSA	Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
CPUE	Captura Por Unidade de Esforço
CRBio	Conselho Regional de Biologia
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DAP	Diâmetro na Altura do Peito
DBO	Demanda Biológica de Oxigênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EL	Elevação
EOL	Central Geradora Eólica

EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAPESC	Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina
FCC	Fundação Catarinense de Cultura
FECAM	Federação Catarinense de Municípios
FED	Floresta Estacional Decidual
FO	Frequência de Ocorrência
FOD	Floresta Ombrófila Densa
FOM	Floresta Ombrófila Mista
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
IMA	Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IN	Instrução Normativa
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional
LAP	Licença Ambiental Prévia
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PIB	Produto Interno Bruto
SDS	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SIGEL	Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico
SINIMA	Sistema Nacional de Informação do Meio Ambiente
TI	Terras Indígenas
TVR	Trecho de Vazão Reduzida
UC	Unidade de Conservação

UHE	Usinas Hidrelétricas
UTE	Usina Termo Elétrica
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
UTM	Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E CONSULTOR 44
1.1 EMPREENDEDORES 44
1.2 CONSULTOR 45
2 EQUIPE 46
2.1 COORDENAÇÃO GERAL E TÉCNICA 46
2.2 EQUIPE TÉCNICA 46
3 ASPECTOS GERAIS 48
3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO 49
4 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS 50
4.1 OBJETIVOS 50
4.1.1 Objetivo geral 50
4.1.2 Objetivos específicos 50
4.2 JUSTIFICATIVA 51
5 ASPECTOS LEGAIS 52
5.1 ESFERA FEDERAL 52
5.2 ESFERA ESTADUAL 56
5.3 ESFERA MUNICIPAL 58
6 CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS INVENTARIADOS NA BACIA 60
6.1 CONTEXTO NACIONAL 60
6.2 POTENCIALIDADE ENERGÉTICA ESTADUAL 60
6.3 POTENCIALIDADE ENERGÉTICA DA BACIA DO RIO CAVEIRAS 61
6.3.1 Aproveitamentos Hidrelétricos em Operação 64
6.3.2 Aproveitamentos Hidrelétricos em Fase de Projeto 65
6.3.3 Estudos anteriores do Rio Caveiras 67
6.3.4 Estudos de participação de quedas 72
6.4 DESCRIÇÃO GERAL DOS EMPREENDIMENTOS 95
6.4.1 CGH Santo Antônio 96
6.4.2 PCH A.M. Dias 99
6.4.3 CGH São Paulo 104

6.4.4 CGH Hoppen.....107
6.4.5 CGH Caveiras.....110
6.4.6 PCH Pinheiro..... 114
6.4.7 PCH Itararé.....118
6.4.8 PCH João Borges.....122
6.4.9 PCH Portão..... 126
6.5 INTERLIGAÇÃO DAS USINAS AO SISTEMA DE TRANSMISSÃO.....130
6.6 CENÁRIO DE IMPLANTAÇÃO DE NOVOS EMPREENDIMENTOS..... NO TRECHO EM ANÁLISE 131
6.6.1 Interesse estratégico do poder concedente.....132
6.6.2 Condições setoriais do mercado de energia atual.....132
6.6.3 Atratividade econômica de cada aproveitamento hidrelétrico.....135
6.6.4 Hierarquização..... 136
7 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL 139
7.1 PROCESSOS E ATRIBUTOS FÍSICOS.....139
7.1.1 Climatologia.....140
7.1.2 Hidrografia.....157
7.1.3 Estudos Hidrológicos – Fluviometria.....167
7.1.4 Estudos dos Reservatórios.....199
7.1.5 Hidrossedimentologia.....214
7.1.6 Geologia, Geotecnia e Abalos Sísmicos.....225
7.1.7 Solo.....232
7.1.8 Geomorfologia.....240
7.1.9 Recursos minerais.....248
7.1.10 Pedologia.....253
7.2 ECOSSISTEMAS TERRESTRES.....258
7.2.1 Avifauna.....269
7.2.2 Herpetofauna.....311
7.2.3 Mastofauna..... 331
7.2.4 Flora.....344
7.2.5 Ecologia da paisagem..... 428

7.2.6 Unidades de Conservação e áreas prioritárias para conservação ambiental.....443
7.3 ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS.....445
7.3.1 Uso dos recursos hídricos.....445
7.3.2 Qualidade da água.....456
7.3.3 Fauna aquática.....487
7.4 MEIO SOCIOECONÔMICO.....587
7.4.1 Dinâmica populacional.....588
7.4.2 Desenvolvimento histórico.....592
7.4.3 Infraestrutura.....597
7.4.4 Saúde.....605
7.4.5 Educação.....607
7.4.6 Economia.....608
7.4.7 Modos de Vida.....623
7.4.8 Caracterização não interventiva do Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural.....625
7.4.9 Caracterização da área dos aproveitamentos hidrelétricos.....632
7.4.10 Caracterização da Bacia do Rio Caveiras.....647
8 IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS.....682
8.1 USO DE RECURSOS HÍDRICOS.....683
8.1.1 Aspectos quantitativos.....683
8.1.2 Aspectos qualitativos.....684
8.1.3 Aspectos ecológicos.....686
8.2 FAUNA RELACIONADA AO ECOSSISTEMA AQUÁTICO.....686
8.2.1 Compartimentação do sistema hidrográfico e efeitos sobre a ictiofauna migradora.....686
8.2.2 Alteração na composição da ictiofauna e Correlação com aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos em virtude da implantação dos empreendimentos.....687
8.3 FAUNA RELACIONADA AOS ECOSSISTEMAS TERRESTRES.....691
8.4 FLORA RELACIONADA AO ECOSSISTEMA TERRESTRE.....692
8.5 FLORA RELACIONADA AO ECOSSISTEMA AQUÁTICO.....694

8.6 SOCIOECONOMIA 695
8.6.1 Alteração de Paisagem 695
8.6.2 Perdas de Áreas de Potencial Uso Agrossilvipastoril 695
8.6.3 Incremento do valor adicionado fiscal municipal 696
9 CENÁRIOS 697
9.1.1 Cenário atual 697
9.1.2 Cenários de curto prazo 697
9.1.3 Cenários de médio prazo 698
9.1.4 Cenários de longo prazo 698
10 MODELAGEM HIDRODINÂMICA 700
10.1 INTRODUÇÃO 700
10.2 METODOLOGIA 701
10.3 DADOS DE ENTRADA 702
10.3.1 Geometria do Rio 702
10.3.2 Seções Topobatimétricas e Seções de Restituição 714
10.3.3 Níveis de Água Medidos em Campo 717
10.3.4 Níveis de Água de Restituição 719
10.3.5 Vazões de Referência 720
10.4 CALIBRAÇÃO DO MODELO 724
10.5 CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO 744
10.5.1 Cenário 00 – Natural 745
10.5.2 Cenário 01 750
10.5.3 Cenário 02 771
10.5.4 Cenário 03 784
10.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 793
11 MODELAGEM AMBIENTAL DE QUALIDADE DA ÁGUA 797
11.1 INTRODUÇÃO 797
11.2 METODOLOGIA 798
11.2.1 Cenários 799
11.3 DADOS DE ENTRADA 800
11.3.1 Geometria 800
11.3.2 Parâmetros de Qualidade da Água 803

11.3.3 Condições de Contorno.....803
11.3.4 Condições Iniciais.....806
11.3.5 Dados Meteorológicos.....808
11.3.6 Cenário Inicial Modelado.....809
11.4 RESULTADOS.....814
11.4.1 Cenário 00 – Natural.....815
11.4.2 Cenário 01.....835
11.4.3 Cenário 02.....856
11.4.4 Cenário 03.....876
11.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....896
12 ANÁLISE AMBIENTAL MULTICRITÉRIO.....899
12.1 METODOLOGIA.....899
12.1.1 Unidades Amostrais.....901
12.1.2 Cenários.....902
12.1.3 Análise e Mapeamento de Sensibilidade.....903
12.1.4 Indicadores Ambientais.....904
12.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....908
13 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....926
14 DIRETRIZES E RECOMENDAÇÕES.....940
14.1 DIRETRIZES SOCIOAMBIENTAIS AO PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DOS EMPREENDIMENTO.....940
14.1.1 Apresentar estudos de usos múltiplos das águas e usos consuntivos por empreendimento a ser licenciado.....941
14.1.2 Apresentar estudo de modelagem hidráulica e de qualidade da água por.....942
14.1.3 Apresentar estudo de levantamento de ictiofauna correlacionando com a modelagem hidráulica e de qualidade da água por empreendimento a ser licenciado.....942
14.1.4 Apresentar Estudos de Macrofauna bentônica por empreendimento a ser licenciado.....944

14.1.5 Apresentar Estudos Complementares de Atual Uso do Solo, Estudos Florísticos e de Ecologia da Paisagem por empreendimento a ser licenciado.....946
14.1.6 Apresentar Estudo da Flora Relacionada ao Ambientes Aquáticos por empreendimento a ser licenciado.....947
14.1.7 Apresentar Estudo de Monitoramento da Fauna Terrestre..... 949
14.1.8 Apresentar Estudos Socioeconômicos Complementares.....950
14.1.9 Estabelecer Programa de Ações conjuntas para o Ordenamento das formas de Uso do Solo na bacia.....951
14.1.10 Fortalecimento do Papel do Comitê da Bacia do rio Caveiras.....952
14.1.11 Ações recomendadas para a fase de instalação e operação dos aproveitamentos..... 952
REFERÊNCIAS 954
ANEXOS.....975

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E CONSULTOR

1.1 EMPREENDEDORES

ITARARÉ ENERGÉTICA S.A., pessoa jurídica de direito privado, constituída sob a forma de sociedade anônima fechada, estabelecida na Cidade de Florianópolis, na Rodovia José Carlos Daux, nº 500, sala 403 - parte, Torre I, João Paulo, Estado de Santa Catarina, inscrita no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda – CNPJ/MF sob o Nº 20.431.592/0001-03, NIRE: 42300041041, denominada "PCH ITARARÉ".

PINHEIRO ENERGÉTICA S.A., pessoa jurídica de direito privado, constituída sob a forma de sociedade anônima fechada, inscrita no CNPJ/MF nº. 20.350.280/0001-75, NIRE 42300040975 com sede na Rua José Carlos Daux, 500, Sala 403 Parte, Bairro João Paulo – CEP 88.030-000, na Cidade de Florianópolis, Estado de Santa Catarina, denominada "PCH PINHEIRO".

VILSON MARCOS TESTA, brasileiro, natural de Xaxim, Santa Catarina, casado pelo regime de Comunhão Parcial de Bens, empresário, nascido em 01 de julho de 1959, RG 12C-703.344, expedida pela SSP/SC, em 22 de abril de 1992, CPF: 303.187.930-91, residente e domiciliado à Rua Rui Barbosa 93-E, apto 401, Centro, Município de Chapecó, Estado de Santa Catarina, denominado "PCH PORTÃO".

PEDRAS BRANCAS GERAÇÃO DE ENERGIA S/A, pessoa jurídica de direito privado, constituída sob a forma de sociedade anônima fechada, estabelecida na Cidade de Rio do Sul, na Rua Dom Bosco, nº 255, Centro, Estado de Santa Catarina, inscrita no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda – CNPJ/MF sob o Nº 10.751.424/0001-41, NIRE: 41300077142, denominada "PCH AM DIAS".

MORRO CHATO GERADORA LTDA., pessoa jurídica de direito privado, constituída sob a forma de sociedade limitada, estabelecida na Cidade de Painel, na Rodovia SC-114, S/N, Painel Rural, Estado de Santa Catarina, inscrita no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda – CNPJ/MF sob o Nº 27.221.193/0001-67, denominada “CGH MORRO CHATO”.

VENTURA ENERGÉTICA LTDA., pessoa jurídica de direito privado, constituída sob a forma de sociedade limitada, estabelecida na Cidade de Painel, na Localidade Segredo, S/N, Painel Rural, Estado de Santa Catarina, inscrita no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda – CNPJ/MF sob o Nº 27.608.162/0001-63, denominada “CGH SANTO ANTÔNIO”.

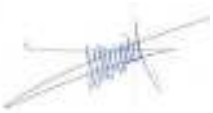
CRIS PARTICIPAÇÕES E ADMINISTRAÇÃO DE BENS LTDA, estabelecida na Avenida Leopoldo Sander, 2840, Letra E, Sala 02, bairro Alvorada, Chapecó, SC, CEP 89.804-570, inscrita no CNPJ/MF, sob nº 10.374.912/0001-87, denominado “CGH HOPPEN”.

1.2 CONSULTOR

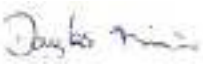
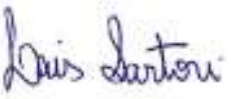
Nome/Razão Social: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente
Endereço: Rua Sete de Abril, 3489– Parque Jardim Ouro
CEP: 89663-000- Ouro/SC
CNPJ: 19.335.965/0001-63
Telefone: (49) 99927-2232 e 3555-5940
E-mail: desenvolvergestaoambiental@gmail.com
Representante legal: Osvaldo Onghero Jr.

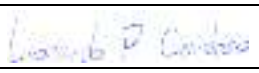
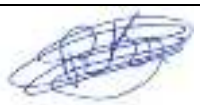
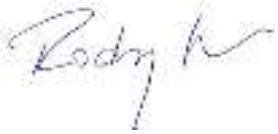
2 EQUIPE

2.1 COORDENAÇÃO GERAL E TÉCNICA

Nome	Função	Formação	Assinatura
Osvaldo Onghero Junior CRBio 53504-03CTF IBAMA: 3520389	Coordenação e Responsável Técnico pela AIBH do Rio Caveiras	Biólogo - Esp. em Gestão Ambiental	

2.2 EQUIPE TÉCNICA

Identificação	Função	Formação Profissional	Assinatura
Aghata Artusi CRBio: 118179 CTF IBAMA: 7327277	Meio Biótico - Auxiliar	Bióloga	
Ana Leonora Bazzi Meneghini **C**REA/SC: 162076-8 CTF IBAMA: 7327536	Meio Físico – Hidrográfia e Usos Consuntuvios	Engenheira Ambiental e Sanitária.	
Davi de Souza Schweitzer **C**REA/SC 76026-4 CTF IBAMA 665296	Ecologia da Paisagem	Geógrafo	
Douglas Ticiani CRQ/SC 13201330 CTF IBAMA: 5467880	Meio Físico e Biótico - Auxiliar.	Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais; Especialista em Auditoria, Perícia Ambiental; Gestor Ambiental.	
Everton Richetti CRBio/SC: 95335-03 CTF IBAMA: 6122244	Meio Biótico- Flora	Biólogo - Mestre em Biologia de Fungos, Algas e Plantas	
Frederico Machado Urbim CRBio 88043-03-D CTF: 5464291	Meio Físico e Biótico – Qualidade da Água e Climatológia	Biólogo, Mestre em Ecologia	
Giovany Luiz Teston CRBio CTF IBAMA	Meio Físico e Meio Biótico - Auxiliar	Biólogo	
Jerri Berto CRBio:063781/03 CTF IBAMA: 4551016	Meio Biótico (mastofauna), Físico, Integralização da AIBH e prognósticos.	Biólogo - Mestre em Ciências Ambientais.	
Lais Sartori CREA/SC: 168302-0 CTF IBAMA: 7518457	Meio Físico – Cartografia, Geoprocessamento, Caracterização dos Aproveitamentos, Potencial Energético	Engenheira Ambiental e Sanitária.	

Identificação	Função	Formação Profissional	Assinatura
	e Análise de Multicritério.		
Leonardo P Cardoso CTF IBAMA: 4261405	Meio Físico - Auxiliar	Geógrafo	
Mario Arthur Favretto CRBio 75310-03 CTF IBAMA: 2011654	Meio Biótico - Avifauna	Mestre em Ecologia e Conservação; Especialista em Gestão Ambiental; Biólogo.	
Priscila Bogo Pessini **C**REA/SC: 154721-7 CTF IBAMA: 5708685	Meio Físico - Modelagem Hidráulica e de Qualidade da Água	Eng. Sanitarista e Ambiental	
Rainer Keppeler CRBio 110340/03-D CTF IBAMA: 5909163	Meio Biótico – Herpetofauna, Fito e Zooplâncton	Biólogo.	
Rodrigo Kern **C**REA/SC: 79175-9 CTF IBAMA: 1296319	Meio Físico - Modelagem Hidráulica, Hidrossedimentologia e de Qualidade da Água	Eng. Sanitarista e Ambiental, M.Sc.	
Talita R. Pereira	Meio Socioeconômico	Historiadora.	

3 ASPECTOS GERAIS

O presente estudo refere-se a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica (AIBH) do rio Caveiras, localizado na região serrana do estado de Santa Catarina, compreendendo o rio Caveiras, ou rio das Caveiras, como é também conhecido, desde sua nascente, acima dos 1.600m, na Serra Geral, entre as cidades de Rio Rufino e Urupema, até sua foz no rio Canoas, próximo à cidade de Abdon Batista.

A AIBH do rio Caveiras atende as diretrizes estabelecidas na Lei nº 14.652/2009 que institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências, bem como o Decreto Estadual nº 365/2015 que regulamenta a referida lei. A AIBH constitui um estudo interdisciplinar, cujo objetivo é avaliar as alterações ambientais causados por um conjunto de barragens localizadas na mesma bacia hidrográfica.

O presente estudo foi elaborado pela empresa Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, seguindo as orientações estabelecidas no Termo de Referência, protocolado no dia 21 de novembro de 2018, no Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina - IMA, bem como as solicitações estabelecidas na INFORMAÇÃO TÉCNICA nº 19/2019/GELRH, no dia 25 de abril de 2019 pelo referido órgão. De acordo com a Informação Técnica, alguns aspectos propostos no Termo de Referência, deveriam ser complementados e apresentados no presente estudo, sem que houvesse a necessidade de apresentar alguma resposta de imediato ao IMA. Tais solicitações estarão descritas ao longo deste estudo.

Destaca-se nesta AIBH, a aplicação de ferramentas de modelagem ambiental, que demonstram as alterações potenciais na hidráulica do rio e suas consequências para os padrões de qualidade das águas e para a fauna aquática. Os estudos foram organizados em um horizonte de planejamento de curto, médio e longo prazo, considerando diversos cenários de avaliação, incluindo a não implantação dos empreendimentos hidrelétricos inventariados.

3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, objeto de estudo desta avaliação integrada, é a segunda maior sub-bacia da Bacia Hidrográfica do rio Canoas, conhecida também como RH 4 - Planalto de Lages. Situado sob as coordenadas geográficas 27° 34' 49" S e 50°56' 3 " W, a Bacia Hidrográfica do rio Caveiras possui uma altitude que varia de 763 m à 1.724. Sua área, de aproximadamente 2.440,00 km², compreende principalmente o rio Caveiras, desde sua nascente até sua foz no rio Canoas.

Este rio, estende-se por aproximadamente 231,31 km, e adquire ao longo de seu percurso a contribuição de rios afluentes localizados nos municípios de Urupema, Capão Alto, Painel, Campo Belo do Sul, Lages, Cerro Negro, Correia Pinto e São José do Cerrito.

Além do rio Caveiras possuir grande importância por abastecer o município de Lages, é também apetecido para uso de geração de energia hidrelétrica. Em seu leito, é contabilizada uma Central Geradora Hidrelétrica (CGH) e uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH), com potência variando de 0 a 5 MW, e de 5 a 30 MW, respectivamente.

4 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

4.1 OBJETIVOS

4.1.1 Objetivo geral

Realizar avaliação da situação atual da bacia hidrográfica do rio Caveiras compreendendo as PCHs A. M. Dias, Caveiras, Pinheiro, Itararé, João Borges, Portão, e as CGHs Santo Antônio, São Pedro e Hoppen, relacionando-as com aspectos socioambientais, físicos, bióticos e a compatibilização ou não destes empreendimentos de geração de energia hidrelétrica em relação aos cenários futuros de curto, médio e longo prazo.

4.1.2 Objetivos específicos

⇒ Diagnosticar os usos atuais do solo, recursos hídricos e seus cenários tendenciais;

⇒ Identificar planos e projetos coo-localizados potencialmente relacionados com o aproveitamento hidro energético no âmbito dos governos federal, estadual e municipal, bem como junto à iniciativa privada e demais organizações da sociedade civil;

⇒ Avaliar os efeitos sinérgicos e cumulativos dos empreendimentos que compreendem o presente estudo em cenários de curto, médio e longo prazo;

⇒ Definir indicadores de qualidade ambiental;

⇒ Estabelecer diretrizes para o planejamento do uso do solo e para os usos múltiplos dos recursos hídricos da bacia;

⇒ Subsidiar a tomada de decisão quanto aos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos na bacia;

⇒ Identificar todos os potenciais de geração de energia elétrica presentes na bacia em estudo e seu status atual.

4.2 JUSTIFICATIVA

No dia 07 de junho de 2017, foi firmado acordo aditivo ao Inquérito Civil nº 06.2017.00001120-8, entre o Ministério Público do Estado de Santa Catarina e o Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina IMA (então FATMA), o qual refere-se à instalação de empreendimentos geradores de energia hidrelétrica na região Hidrográfica 04 (RH 04), em Santa Catarina.

O termo de acordo supracitado, exige a elaboração de uma Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica (AIBH) do rio Caveiras, para a realização do rito de licenciamento ambiental de todos os empreendimentos de geração de energia propostos neste curso hídrico, que cumulativamente possuam a necessidade de desmatamento da vegetação em estágio avançado de regeneração igual ou superior a 100 ha e (ou) área alagada igual ou superior a 200 ha.

Esta determinação surgiu considerando que, enquanto o Estudos de Impacto Ambiental, em geral, abordam os impactos de apenas um empreendimento em escala local, abordando superficialmente os impactos cumulativos e/ou sinérgicos que podem ocorrer juntamente com novos ou outros empreendimentos presentes em uma região, a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica se propõe em analisar os conflitos e alterações gerados pela instalação de uma série de empreendimentos de maneira conjunta, tendo como unidade amostral uma bacia hidrográfica ou, neste caso o rio.

A necessidade de se realizar estudos desta magnitude, foi identificada pelos órgãos ambientais e considerada pelo Decreto Estadual nº 365/2015, que regulamenta a Lei nº 14.652, de 13 de janeiro de 2009, e que “Institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências”.

Como os empreendimentos hidrelétricos localizados no rio Caveiras apresentam área alagada acima de 200 ha, esta avaliação visa atender plenamente a legislação ambiental estadual, e suprir as defasagens técnicas relacionadas aos EIAs, EASs ou RAS, analisando de forma integrada os impactos ambientais de um conjunto de empreendimentos hidrelétricos propostos para o rio Caveiras.

5 ASPECTOS LEGAIS

Este capítulo apresenta os principais aspectos legais estabelecidos nas esferas Federal, Estadual e Municipal considerados para a elaboração da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

No âmbito federal, a constituição de 1988, em seu artigo 225 diz que todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo dever do poder público e da coletividade defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Nesse contexto, construiu-se uma legislação ambiental norteando ações e dispositivos para a proteção do meio ambiente. A Lei n° 6.938, de 31/08/1981 estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, que determina, em seus instrumentos, os padrões de qualidade ambiental, a avaliação de impactos ambientais; o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras.

Em vista disso, a Resolução do CONAMA Nº 001/86, que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental, previa a realização de avaliação ambiental, considerando o acúmulo e a sinergia de impactos para empreendimentos potencialmente poluidores, antecedendo os estudos de impactos ambientais isolados de cada aproveitamento hidrelétrico previsto.

Em 2007 foi publicada por parte do Ministério de Minas e Energia (MME) a revisão do Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas onde foi incorporada a Avaliação Ambiental Integrada como um capítulo final do Inventário.

A seguir são apresentadas as legislações pertinentes ao assunto em âmbito federal, estadual e municipal.

5.1 ESFERA FEDERAL

Correlacionam-se os instrumentos legais, com menção do número, disposição, artigos pertinentes e quando forem o caso, comentários explicativos.

Tabela 1- Legislação Federal correlatas

Lei	Emenda	Comentário
Decreto nº 24.643, de 10/07/1934	Código de Águas	-Determina que o aproveitamento de quedas para indústria de fontes de energia hidráulica será feita pelo regime de autorização e concessão (art. 139); - Considera de utilidade pública aproveitamento de quedas com capacidade superior a 150 kws e aqueles que se destinam a serviços de utilidade dos entes públicos e ao comércio, independente da potência (art. 140, a e b); - Conceitua potência (art. 142); - As quedas e outras fontes de energia hidráulica são bens imóveis e não pertencem ao proprietário (art. 145);
Decreto-Lei nº 25, de 30/11/1937	Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.	- O patrimônio histórico e artístico nacional são bens com valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico e cultural (art. 1°);
Decreto-Lei nº 852, de 11/11/1938	Altera o Código de Águas	-Define como águas públicas de uso comum as águas dos lagos, bem como dos cursos d'água naturais, em toda a sua extensão (art. 3°); - Obriga os proprietário de terrenos marginais a permitir a realização de estudos pelos autorizados, inclusive estabelecendo acampamento (art. 10); - Estabelece que o fornecimento de energia elétrica será feita sob forma de corrente alternativa trifásica com a frequência de 50 ciclos (art. 23);
Decreto-Lei nº 2.848, de 07/12/1940	Código Penal	É crime corromper ou poluir água potável, de uso comum ou particular, tornando-a imprópria para consumo ou nociva à saúde (art. 271);
Lei nº 4.132, de 10/09/1962	Definiu os casos de desapropriação por interesse social e dispôs sobre a sua aplicação.	- Possibilita ao setor elétrico tornar as áreas para geração de energia desapropriáveis por interesse social (art.2º, VI);
Lei nº 4.504, de 30/11/1964	Estatuto da Terra	- Fornece instrumentos para a União colocar à disposição do setor elétrico áreas necessárias para programas ambientais, e para o reassentamento das populações rurais deslocadas pelos empreendimentos, mediante desapropriação (art. 18, f e h e art. 24, V);
Lei nº 4.771, de 15/09/1965	Código Florestal	- Substituído pelo novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012);
Lei nº 5.197, de 03/01/1967	Dispõe sobre a proteção da fauna	- Não se aplica diretamente as obras de energia, mas deve ser observada no momento da supressão da vegetação, sendo proibida a utilização, destruição, perseguição, caça ou apanha de animais silvestres, ninhos, abrigos, e criadores naturais, sendo de propriedade do Estado;
Lei n° 6.938, de 31/08/1981	Política Nacional do Meio Ambiente.	- Estabelece, em seus instrumentos, os padrões de qualidade ambiental, a avaliação de impactos ambientais; o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

Lei	Emenda	Comentário
Decreto nº 99.274, de 06/06/1990	Regulamenta a Política Nacional do Meio Ambiente	- Define a composição do CONAMA e suas atribuições;
Lei n° 9.433, de 08/01/1997	Política Nacional de Recursos Hídricos	- Estabelece os fundamentos e diretrizes da lei dos recursos hídricos; - Prevê que o aproveitamento de potenciais hidrelétricos depende de outorga de direitos de uso (art. 12, IV);
Lei n° 9.605, de 12/02/1998. (Alterado pela Medida Provisória Nº 2.163-41/01.)	Lei de Crimes Ambientais	- É crime: Elaborar ou apresentar, no licenciamento, concessão florestal ou qualquer outro procedimento administrativo, estudo, laudo ou relatório ambiental total ou parcialmente falso ou enganoso, inclusive por omissão (art. 69-A)
Lei n° 11.428, de 22/12/2006	Dispõe sobre a utilização e proteção da Mata Atlântica.	- Define as formações vegetais que compõe o Bioma Mata Atlântica (art.2°); - Define pequeno produtor rural e população tradicional (art. 3°); - Utilidade pública como obras de energia, declaradas pelo ente público (art. 3°); - Prevê que a definição de vegetação primária, secundária, nos estágios avançado, médio e inicial, serão definidos pelo CONAMA (art. 4°); - Define os casos de proibição de corte e supressão de vegetação primária ou nos estágios avançados e médio de regeneração (art. 11); - Excetua a regras quando o empreendimento for de utilidade pública (art. 14); - Determina a compensação ambiental no caso de corte e supressão (art. 17); - Define regras específicas para vegetação primária e secundária e estágios de regeneração, avançado, médio e inicial;
Decreto n° 6.660, de 21/11/2008	Regulamenta a lei da Mata Atlântica.	- Define os casos em que há necessidade de autorização do órgão ambiental para supressão de vegetação em diferentes níveis e estágios de regeneração;
Lei nº 12.651, de 25/05/2012	Código Florestal	- Declara de utilidade pública obras essenciais de infraestrutura aos serviços públicos de energia (art. 3º, VIII, b); - Na implantação de reservatório d'água artificial destinado a geração de energia, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana (art. 5º); - Não será exigido Reserva Legal relativa às áreas adquiridas ou desapropriadas por detentor de concessão, permissão ou autorização para exploração de potencial de energia hidráulica,

Lei	Emenda	Comentário
		nas quais funcionem empreendimentos de geração de energia elétrica, subestações ou sejam instaladas linhas de transmissão e de distribuição de energia elétrica (art. 12, II, § 7o).

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2018.

Tabela 2 - Resolução CONAMA correlatas

Resolução Conama n°	Emenda	Comentário
001/86	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o EIA/RIMA.	Determina que o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente dependerá da elaboração de EIA e de respectivo Rima.
006/86	Dispõe sobre a aprovação de modelos para publicação de pedidos de licenciamento	Aprovar os modelos de publicação de pedidos de licenciamento em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão e aprova os novos modelos para publicação de licenças (Complementada pela Resolução no 281/01)
006/87	Regulamenta o licenciamento ambiental para exploração, geração e distribuição de energia elétrica.	Discorre sobre os documentos necessários ao licenciamento de usinas hidrelétricas.
009/87	Dispõe sobre as audiências públicas.	Determina a realização de audiência pública para expor o empreendimento e seu respectivo RIMA aos interessados, dirimindo dúvidas e recolhendo dos presentes as críticas e sugestões a respeito.
001/88	Dispõe sobre o Cadastro Técnico Federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental.	Estabelece critérios e procedimentos básicos para implementação do Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, previsto na Lei Nº 6.938/81.
237/97	Regulamenta o licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.	Prevê os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental de qualquer empreendimento, com definição dos tipos e fases do licenciamento;
278/01	Dispõe contra corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica	Será utilizada tal resolução para identificação de espécies ameaçadas na AID.
279/01	Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental.	Conceitua RAS; - Determina prazo máximo de 60 dias para concessão da LAP e LAI;

Resolução Conama n°	Emenda	Comentário
302/02	Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.	Conceitua Reservatório artificial e estabelece o limite da APP: I - trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais.
303/02	Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.	Estabelece o limite da APP em cursos d´água.
357/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.	Dispõe dos padrões para as águas doces, que serão utilizados no diagnóstico da qualidade ambiental.
369/2006	Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP	Art. 2º: O órgão ambiental competente somente poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP, (…), nos casos de: I- Utilidade pública: b) as obras essenciais de infraestrutura destinadas ais serviços públicos de transporte, saneamento e energia.

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2018.

5.2 ESFERA ESTADUAL

⇒ **Constituição do Estado de Santa Catarina, de 1989** dedica um capítulo específico ao trato da questão ambiental. O capitulo VI – Meio Ambiente, estabelece no artigo 181, em conformidade com a legislação federal, que “todos tem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo-se ao poder público e a coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações. Em seu artigo 182 item V, fica estabelecido que o Estado deve exigir, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudos prévios de impacto ambiental.

⇒ **Resolução CONSEMA SC Nº 001/06** – Aprova a Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental passíveis de licenciamento ambiental pelo atual IMA e a indicação do

competente estudo ambiental para fins de licenciamento. (Alterada pela Resolução CONSEMA Nº 13/12);

⇒ **Lei Estadual SC Nº 14.652/09**- Institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências. Modificada pela Lei Nº 6.344/14 e pela Lei Nº 17.451/18;

⇒ **Lei Estadual SC Nº 15.133/10**- Institui a Política Estadual de Serviços Ambientais e regulamenta o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais no Estado de Santa Catarina, instituído pela Lei Nº 14.675/09, e estabelece outras providências;

⇒ **Decreto Estadual SC Nº 3.094/10**- Disciplina o cadastramento ambiental das atividades não licenciáveis, mas consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental;

⇒ **Decreto Estadual SC Nº 2.955/10**- Estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental a ser seguido pela Fundação do Meio Ambiente-FATMA, inclusive suas Coordenadorias Regionais - CODAMs, e estabelece outras providências;

⇒ **Instrução Normativa IMA n° 23 e Instrução Normativa n° 24-** definem a documentação necessária a Supressão de vegetação nativa em área rural e urbana, respectivamente;

⇒ **Instrução Normativa FATMA n° 44/2007**- estabelece os procedimentos e documentos para Produção de Energia Hidrelétrica, bem como critérios para apresentação dos planos, programas e projetos ambientais para implantação de atividades de produção de energia hidrelétrica de pequeno, médio e grande porte;

⇒ **Instrução Normativa IMA n° 46/2007-** que estabelece a documentação necessária à Reposição Florestal, nos termos da Lei Federal n°. 4.771/65, Decreto Federal n°. 5.975/06 e Instrução Normativa n°. 06/06 do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e estabelecer critérios para apresentação do projeto florestal;

⇒ **Instrução Normativa IMA n° 62/2017-** que estabelece a documentação necessária à autorização ambiental para a Captura, Coleta, Transporte e Destinação de Fauna Silvestre e estabelecer critérios relativos ao manejo desta fauna.

5.3 ESFERA MUNICIPAL

Campo Belo do Sul

⇒ Lei Orgânica Municipal - Campo Belo do Sul - SC / 05.04.1990: as diretrizes do Meio Ambiente estão dispostas nos artigos 171 ao 175.

Capão Alto

⇒ Lei Ordinária 148/2003: Cria o Conselho Municipal do Meio Ambiente;

⟹ Lei Orgânica 000/1997: as diretrizes do Meio Ambiente estão dispostas nos artigos 180 ao 184.

Cerro Negro

⇒ Lei Orgânica 000/2002- as diretrizes do Meio Ambiente estão dispostas nos artigos 174 ao 181;

⇒ Lei Ordinária 333/2003- cria O Conselho Municipal Do Meio Ambiente – CODEMA e dá outras providências.

Correia Pinto

⇒ Lei Orgânica- as diretrizes do Meio Ambiente estão dispostas nos artigos 175 ao 185;

⇒ Lei Municipal nº 1223/2004, de 20 de janeiro de 200 - cria o Conselho Municipal do Meio Ambiente- COMDEMA.

Lages

⇒ Lei Orgânica do município de Lages, de 05 de abril de 1990- As diretrizes do Meio Ambiente estão dispostas nos artigos 212 a 221;

⇒ Lei Complementar nº. 2018/2004- Institui o Código Municipal de Meio Ambiente‑ Regula os direitos e obrigações concernentes à proteção, controle, conservação e recuperação do meio ambiente no município de Lages, integrando-o ao Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.

Painel

⇒ Lei Orgânica do município de Painel, de 07 de fevereiro de 2014- As principais diretrizes do Meio Ambiente estão dispostas nos artigos 175 a 185 da Le Orgânica do município de Painel.

São José do Cerrito

⇒ Lei Orgânica 01/1990- as diretrizes do Meio Ambiente estão dispostas nos artigos 153 ao 158;

⇒ Lei Ordinária 551/2003- Cria o Conselho Municipal do Meio Ambiente – COMDEMA e dá outras providências".

Urupema

⇒ Lei Ordinária Nº 417, de 04 de dezembro de 2001- Autoriza o Município de Urupema, a criar o Conselho Municipal do Meio Ambiente ‑ CONDEMA;

⇒ Lei Orgânica do município de Urupema, de 26 de março de 2015- As principais diretrizes do Meio Ambiente estão dispostas nos artigos 174 ao 187.

6 CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS INVENTARIADOS NA BACIA

6.1 CONTEXTO NACIONAL

O Brasil conta atualmente com 7.534 empreendimentos em operação, totalizando 165.963.910 kW de potência instalada (ANEEL, 2019). A maioria desses empreendimentos (3.019) são usinas termelétricas de médio porte, movidas a gás natural, biomassa, óleo diesel, óleo combustível e carvão mineral. Entretanto, 66,6% da capacidade instalada no país são de energias renováveis, contando com 217 empreendimentos de grande porte (UHE), 425 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e 710 Centrais Geradoras hidrelétricas (CGH).

Diante de tantos empreendimentos operando, torna-se fundamental a análise do contexto atual, quanto aos estudos e projetos de aproveitamentos hidrelétricos na bacia, para a formulação de cenários tendenciais da efetivação desses empreendimentos.

Além disso, através de dados solicitados junto a ANEEL para o desenvolvimento desses estudos e projetos, poderá ocorrer desistência na implantação de novos empreendimentos segundo tendências do mercado.

Essa alteração no tempo do interesse do mercado é considerada na Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica (AIBH) o que, consequentemente, dá ao estudo um caráter temporal, ou seja, deve ser atualizado mediante alterações nas variáveis que regem o mercado de geração de energia no Brasil.

6.2 POTENCIALIDADE ENERGÉTICA ESTADUAL

De acordo com informações da ANEEL, em agosto de 2019, Santa Catarina possui atualmente um total de 394 empreendimentos em operação, gerando 7.764.811 kW de potência, sendo responsável por 4,68% do volume do país. Para os próximos anos está prevista uma adição de 727.256 kW na capacidade de geração do estado, proveniente dos 9 empreendimentos em construção e mais 21 com Licença Ambiental de Instalação, porém com construção não iniciada.

Há em operação 193 Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), 51 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), 16 Centrais Geradoras Eólicas (EOL), 14 Usinas Hidrelétricas (UHE), 3 Centrais Geradoras Solar Fotovoltaicas (UFV) e 117 Usinas Termo elétricas (UTE). A distribuição em relação às diversas fontes de energia para os empreendimentos em operação em Santa Catarina é de:

⇒ CGH 3,05%

⇒ EOL 3,16%

⇒ PCH 6,7%

⇒ UFV 0,05%

⇒ UHE 72,4%

⇒ UTE 14,64%

6.3 POTENCIALIDADE ENERGÉTICA DA BACIA DO RIO CAVEIRAS

De acordo com dados da ANEEL, existem 12 empreendimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, em diversas fases: inventário, elaboração e operação. São um total de seis Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) e seis Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), conforme dados demonstrados na tabela abaixo.

Tabela 3- Unidades de geração de energia elétrica na Bacia do Rio Caveiras cadastradas junto a ANELL e seus respectivos estágios de desenvolvimento.

Empreendimento	Nome	Estágio	Potência (KW)	Rio
CGH	Santo Antônio	Projeto	1.750,00	Rio Caveiras
CGH	Lageana	Operação Desde 01/06/2016	1.750,00	Rio Caveiras
CGH	São Pedro	Projeto	1.600,00	Rio Caveiras
CGH	Taimbé 1	Operação Desde 06/03/2017	1.600,00	Lajeado Mandu ou Taimbé
CGH	Taimbé 2	Operação Desde 03/03/2017	1.600,00	Lajeado Mandu ou Taimbé
PCH	AM Dias	Projeto	5.200,00	Rio Caveiras
PCH	São Paulo	Projeto	3.400,00	Rio Caveiras
PCH	Pinheiros	Projeto	8.600,00	Rio Caveiras
PCH	Itararé	Projeto	9.400,00	Rio Caveiras
PCH	João Borges	Operação Desde 26/07/2013	19.000,00	Rio Caveiras
PCH	Portão	Projeto	15.000,00	Rio Caveiras
CGH	Caveiras	Operação	3.800,00	Rio Caveiras

Empreendimento	Nome	Estágio	Potência (KW)	Rio
		Desde 31/12/1939		

Fonte: ANEEL/SIGEL, 2019.

Dos empreendimentos apresentados acima, nove serão abrangidos por este estudo, sendo 5 PCH's e 3 CGH's, denominadas PCH A.M. Dias, PCH Pinheiro, PCH Itararé, PCH João Borges, PCH Portão, CGH Santo Antônio, CGH São Paulo e CGH Caveiras. Além destes, foi inserido no estudo, a CGH Hoppen, que não está encontra-se no mapa interativo da ANEEL, mas está em estágio de projeto.

Os empreendimentos determinados para a análise da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, foram definidos em acordo entre o proprietário/empreendedor e a empresa consultora. A tabela abaixo apresenta as informações dos aproveitamentos hidrelétricos considerados, ressaltando a potência de geração segundo a ANEEL (2019) e os dados apresentados nos estudos disponibilizados pelos empreendedores.

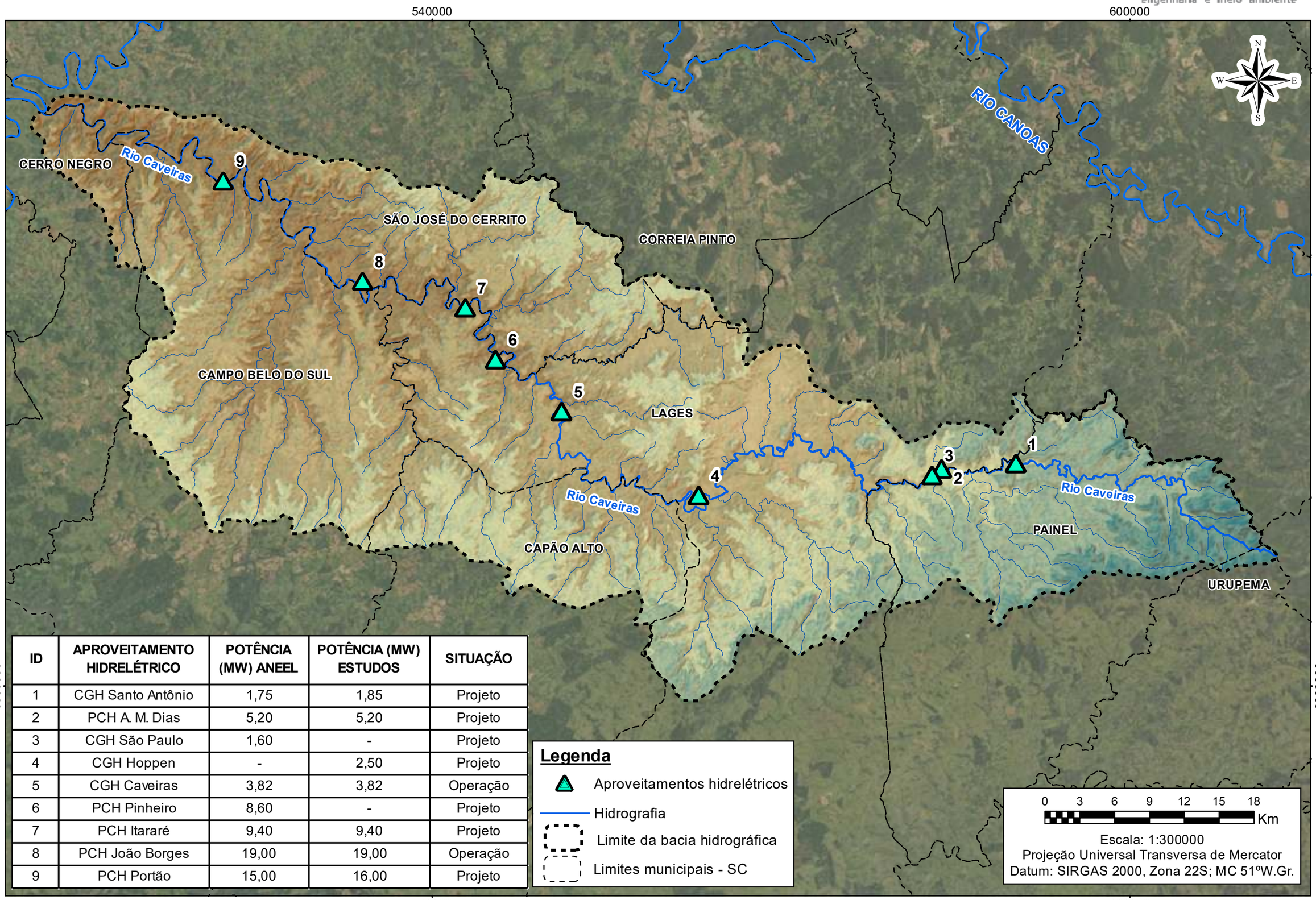
Tabela 4 - Empreendimentos considerados na AIBH do Rio Caveiras

Empreendimento	Nome	Potência (MW) ANEEL/SIGEL (2019)	Potência (MW) Estudos Apresentados	Situação
CGH	CGH Santo Antônio	1,75	1,85	Projeto
PCH	PCH A. M. Dias	5,20	5,20	Projeto
CGH	CGH São Paulo	3,40	3,40	Projeto
CGH	CGH Hoppen	-	2,50	Projeto
CGH	CGH Caveiras	3,80	3,83	Operação
PCH	PCH Pinheiro	8,60	8,60	Projeto
PCH	PCH Itararé	9,40	9,40	Projeto
PCH	PCH João Borges	19,00	19,00	Operação
PCH	PCH Portão	15,00	16,00	Projeto

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

AIBH RIO CAVEIRAS - USINAS DE ESTUDO (CGH's e PCH's)

desenvolver
engenharia e meio ambiente



ID	APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO	POTÊNCIA (MW) ANEEL	POTÊNCIA (MW) ESTUDOS	SITUAÇÃO
1	CGH Santo Antônio	1,75	1,85	Projeto
2	PCH A. M. Dias	5,20	5,20	Projeto
3	CGH São Paulo	1,60	-	Projeto
4	CGH Hoppen	-	2,50	Projeto
5	CGH Caveiras	3,82	3,82	Operação
6	PCH Pinheiro	8,60	-	Projeto
7	PCH Itararé	9,40	9,40	Projeto
8	PCH João Borges	19,00	19,00	Operação
9	PCH Portão	15,00	16,00	Projeto

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais - SC

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

6.3.1 Aproveitamentos Hidrelétricos em Operação

Atualmente existem 5 aproveitamentos hidrelétricos em operação na bacia do Rio Caveiras, correspondente a 27.750 kW de potência instalada. Especificadamente no Rio Caveiras há 3 aproveitamentos, os quais totalizam uma geração de 24.550 kW.

O primeiro empreendimento com licença de operação no rio Caveiras foi a extinta UHE Caveiras (em operação desde 1939), hoje empreendimento caracterizado por CGH Caveiras com potência de 3.800 kW desde 1968 (ANEEL, 2019), e a licença de operação mais recente foi a CGH Lageana (não inserida neste estudo), no ano de 2016, com geração de 1,750 kW.

Abaixo estão caracterizadas imagens atuais da CGH Caveiras.

Figura 1 - CGH Caveiras em operação



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Outra usina que se encontra em operação, desde o ano 2013 e com aproveitamento hidrelétrico no rio Caveiras para geração de 19 MW é a PCH João Borges, caracterizada na figura abaixo.

Figura 2 - PCH João Borges em operação



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

6.3.2 Aproveitamentos Hidrelétricos em Fase de Projeto

Atualmente está em vigor a Resolução Normativa n° 673 de 4 de agosto de 2015 da ANEEL, a qual estabelece os requisitos e procedimentos para a obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamento de potencial hidráulico com características de Pequena Central Hidrelétrica – PCH.

Este requerimento de intenção à outorga de autorização é analisado por meio de despacho (DRI-PCH) emitido pela Superintendência de Concessões e Autorizações de Geração – SCG, sendo que a partir da publicação do DRI-PCH, o

interessado tem o prazo de até 14 (quatorze) meses para elaboração do projeto básico.

O projeto básico deve ser entregue na forma de Sumário Executivo, e elaborado com objetivo de atender os requisitos da ANEEL, além de abranger dados característicos do projeto da usina, principalmente o que se refere às características hidráulicas e a partição de quedas definidos nos estudos de inventário.

Ao analisar o Sumário Executivo e ter compatibilidade com os estudos de inventário e uso do potencial hidráulico, é emitido pela SCG o Despacho de Registro da Adequabilidade do Sumário Executivo (DRS-PCH. Se este for compatível, é disponibilizado, portanto, o eixo inventariado.

O Art. 26 da Resolução n° 673/15 cita que:

> *"Os aproveitamentos de PCH para os quais já existirem registros ativos para elaboração do projeto básico, anteriores a data de publicação desta Resolução, serão selecionados e hierarquizados nos termos da Resolução Normativa nº 343, de 2008 e da Resolução nº 395, de 1998, a que se aplicar, respeitado o prazo remanescente de que trata o §3º do art. 3º da Resolução Normativa nº 343, de 2008."*

Na bacia do Rio Caveiras existem empreendimentos com DRI-PCH e DRS-PCH como estabelece a resolução normativa n° 673 de 4 de agosto de 2015, além de empreendimentos com características de CGH (potência inferior à 5 MW), que sujeita-se à Lei 9.074/1995, na qual estão dispensadas de concessão pela ANEEL, cabendo somente realizar o seu registro.

A tabela abaixo apresenta um resumo atualizado da situação de todos os processos em condução junto a ANEEL, com perspectivas de implementação na bacia do Rio Caveiras. Observa-se que a maioria dos empreendimentos está com o projeto básico aprovado, conforme resolução n° 673/2015 e em operação são 32,52% de potência instalada quando observado a potência total dos empreendimentos conforme classificação junto a ANEEL.

Tabela 5- Situação de todos os processos visando à implementação de aproveitamentos hidrelétricos na bacia do Rio Caveiras em condução junto a ANEEL.

Status das hidrelétricas	PCH (MW)	CGH (MW)
Operação	19,00	5,5
DRI	-	-
DRS	39,20	-
Eixo disponível	-	-
Eixo inventariado	-	3,4
Não registrado	-	-

Fonte: ANEEL/SIGEL, 2019.

A tabela a seguir apresenta uma listagem da situação individualizada de cada aproveitamento identificado na bacia e sua localização na malha hidrográfica.

Tabela 6- Unidades de geração de energia elétrica na bacia do Rio Caveiras cadastradas junto a ANEEL e seus respectivos estágios de desenvolvimento - PCH.

Empreendimento	Nome	Potência (MW)	Estágio	Cadastro junto à ANEEL
PCH	Portão	15,00	Projeto - DRS	Sim
PCH	Joao Borges	19,00	Operação	Sim
PCH	Itararé	9,40	Projeto - DRS	Sim
PCH	Pinheiro	8,60	Projeto - DRS	Sim
PCH	A.M Dias	5,20	Projeto - DRS	Sim
CGH	Caveiras	3,80	Operação	Sim
CGH	Hoppen	2,50	Projeto	Não
CGH	São Paulo	3,40	Projeto - DRS	Sim
CGH	Santo Antônio	1,75	Projeto – DRS	Sim

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

6.3.3 Estudos anteriores do Rio Caveiras

Entre os estudos realizados na Bacia do Rio Uruguai, onde se localiza o rio Caveiras, afluente da margem esquerda do rio Canoas, um dos principais formadores do rio Uruguai, cabe destacar:

⇒ O estudo do Enersul, realizado com a supervisão técnica da Canambra Engineering Consultants Limited, entre 1966 e 1969, abrangendo o Estado do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul;

⇒ O estudo de Inventário Hidroenergético da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, efetuado pelas Centrais Elétricas do Sul do Brasil S. A. – Eletrosul, entre 1977 e 1979, e suas revisões efetuadas durante os anos 80;

⇒ O estudo de reavaliação do potencial hidrelétrico da bacia do rio Uruguai e das bacias litorâneas do Estado de Santa Catarina efetuado pela Eletrosul em 1989;

⇒ Especificamente sobre o Rio Caveiras, cabe citar os estudos de inventário da RTK e deliberações a respeito da Usina Caveiras da CELESC;

⇒ Inventário Hidrelétrico Simplificado do Rio Caveiras, de 07 de maio de 2009, da empresa Mafrás Energia e Reflorestamento.

Para os estudos que abrangeram os aproveitamentos hidrelétricos focos deste estudo, destacam-se os estudos de inventário realizados pela Empresa RTK e Mafrás - Energia e Reflorestamento.

A Empresa RTK Consultoria Ltda apresentou o estudo de Inventário Hidrelétrico Simplificado do rio das Caveiras, aprovado pelo DESPACHO ANEEL Nº 811 de 10/10/2001 publicado em 11/10/2001. Estes estudos identificaram um potencial global de 48,1 MW distribuídos em 5 aproveitamentos: PCH Caveiras (km 92,8), com 3,9 MW, em operação comercial, cuja concessão foi outorgada para a CELESC; PCH Pinheiro (km 83,0), com 8,2 MW; PCH Itararé (km 69,0), com 8,2 MW; PCH João Borges (km 53,0), com 15,2 MW e PCH Portão (km 33,0), com 12,6 MW.

O inventário anterior foi suspenso pelo DSP SPH/ANEEL 631 de 02/08/2004 e, através do DESPACHO Nº 631 de 02/08/2004 publicado em 03/08/2004, o trecho compreendido entre o canal de fuga da antiga UHE Caveiras (atual CGH Caveiras) e o remanso do reservatório da UHE Garibaldi, no rio Canoas fica à disposição para que seja reavaliado por qualquer interessado.

A empresa RTK Consultoria Ltda tentou invalidar a suspensão, mas através do DESPACHO Nº 732 de 09/09/2004 publicado em 10/09/2004, a ANEEL nega o efeito suspensivo. A empresa J. Malucelli Energia S.A. também entregou uma

versão do Estudo de Inventário do Rio das Caveiras, no trecho compreendido entre as elevações 705,00m e 735,00m. Este estudo recebeu aceite através do DESPACHO ANEEL Nº 673 de 24/09/2003 publicado em 25/09/2003 e aparentemente incorreu em desistência.

Por fim, a empresa RTK Consultoria Ltda apresenta a revisão dos estudos de inventário do Rio das Caveiras, focando o trecho a jusante da usina Caveiras. Este estudo recebe aceite através do DESPACHO Nº 1110 de 29/12/2004 publicado em 30/12/2004 e é aprovado pelo DESPACHO Nº 277 de 03/03/2005 publicado em 04/03/2005. Os aproveitamentos constantes na divisão de quedas aprovada, com suas principais características, conforme demonstrado na tabela a seguir.

Tabela 7 - Partição de quedas aprovada no estudo de inventario da RTK. Trecho à jusante da CGH Caveiras

Empreend.	Coordenadas geográficas (barramento)	Dist. da Foz (km)	Área de Drenagem (km²)	NA máximo normal montante (m)	NA máximo normal jusante (m)	Potência instalada (MW)	Área do reservatório (km²)
PCH Pinheiro	27°46'16"S; 50°31'34"W	93,50	1.200,00	826,50	800,25	10,00	2,45
PCH Itararé	27°43'33"S; 50°34'36"W	78,20	1.304,00	794,00	772,30	9,00	0,33
PCH João Borges	27°43'04"S; 50°39'25"W	60,10	1.639,00	771,50	735,60	19,00	3,41
PCH Portão	27°38'00"S; 50°46'32"W	30,60	2.168,00	726,50	705,00	15,00	3,00

Fonte: Adaptado RTK, 2020

A empresa Mafrás Indústria e Comércio de Madeiras Ltda requereu e desenvolveu o estudo de inventário do Rio Caveiras, no trecho que vai da nascente até o remanso da usina CGH Caveiras (já existente e implantada na época do requerimento). Este estudo de inventário, constante no processo 48500.003217/2008-22, foi aprovado através do Despacho ANEEL nº 4.848 de 15 de dezembro de 2011, onde foram identificadas quatro Pequenas Centrais Hidrelétricas cujas características são apresentadas abaixo.

Tabela 8 - Partição de quedas aprovada no estudo de inventario da Mafrás. Trecho à montante da CGH Caveiras

Empreend.	Coordenadas geográficas do barramento	Dist. da Foz (km)	Área de Drenagem (km²)	NA máximo normal montante (m)	NA máximo normal jusante (m)	Potência instalada (MW)	Área do reservatório (km²)
CGH São Pedro	27°51'55,4"S; 50°11'28,8"W	120,05	345,30	903,90	890,00	1,60	0,158
CGH São Paulo	27°51'31,8"S; 50°09'23,8"W	124,60	328,80	935,00	903,90	3,40	0,015
PCH A. M. Dias	27°51'23,5"S; 50°08'45,2"W	125,90	316,90	990,00	935,00	5,80	0,260
CGH Santo Antônio	27°50'58,2"S; 50°05'1,8"W	135,80	128,20	1045,00	1007,00	1,75	0,029

Fonte: Adaptado Mafrás, 2020

O mapa abaixo apresenta o trecho no rio Caveiras estudado por cada empresa, em relação aos aproveitamentos hidrelétricos deste estudo.

AIBH RIO CAVEIRAS - TRECHO DO RIO CAVEIRAS EM ESTUDOS ANTERIORES

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000

6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO

CERRO NEGRO

CORREIA PINTO

LAGES

BOCAINA DO SUL

CAMPO BELO DO SUL

CAPÃO ALTO

URUPEMA

PAINEL

RIO CANOAS

Rio Caveiras

PCH Portão

PCH João Borges

PCH Itararé

PCH Pinheiro

CGH Caveiras

CGH Hoppen

CGH São Paulo

PCH A. M. Dias

CGH Santo Antônio

Legenda

- Hidrografia
- Aproveitamentos hidrelétricos de estudo (2020)
- Limites municipais
- Bacia do rio Caveiras
- Trecho à montante da CGH Caveiras - Empresa Mafrás (2008)
- Trecho à jusante da CGH Caveiras - Empresa RTK (2005)

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

6.3.4 Estudos de participação de quedas

O estudo de partição de quedas apresentado nesse capítulo é baseado nos estudos de inventário hidrelétrico realizado no trecho à jusante da CGH Caveiras pela empresa RTK Consultoria Ltda (2005) e no trecho à montante pela empresa Mafrás (2008).

6.3.4.1 Trecho à jusante da CGH Caveiras

6.3.4.1.1 Critérios básicos de escolha dos trechos de quedas

A definição da divisão de quedas foi realizada para duas alternativas. A alternativa 1 baseou-se no Inventário Hidroenergético efetuado pela RTK em junho de 2001, o qual estudou trecho entre a atual CGH Caveiras e o reservatório da Usina Garibaldi, com reservatório na cota 714,00 m, conforme Estudo de Inventário Hidroenergético do rio Uruguai realizado pela Eletrosul em 1978.

A alternativa 2 considerou o rebaixamento do nível do reservatório da UHE Garibaldi da elevação 714,00 m para a elevação 705,00 m. Além desta mudança de contorno, foi estudada a viabilidade de aproveitamento das quedas remanescentes entre os aproveitamentos definidos na alternativa 1, quais sejam:

⇒ Aproveitamento da queda remanescente entre o reservatório da PCH Pinheiro, El. 823,30 m e a El. 826,83 m, elevação correspondente ao nível d'água no canal de fuga da CGH Caveiras da CELESC;

⇒ Aproveitamento do desnível entre o reservatório da PCH João Borges, El. 767,00 m e a El. 771,50 m correspondente ao nível do canal de fuga da PCH Itararé.

Na alternativa 2 não foi analisado o aproveitamento integral da queda remanescente entre o reservatório da PCH Itararé El. 793,00 m, e o canal de fuga da PCH Pinheiros na El. 799,95 m, mas apenas uma análise da elevação 793,00 m para a El. 794,00 m, considerado como limite em relação à interferência com o Colégio Agrícola Caetano Costa (CEDUP), situação que tornaria inviável o

aproveitamento do ponto de vista ambiental e social. A elevação 794,00 m tem também como princípio não afetar os níveis d'água a montante do controle natural do rio, junto ao Passo dos Fernandes, na ponte sobre a crista da corredeira, cujo nível d'água está na cota 794,30 m.

O mapa abaixo caracteriza os empreendimentos considerados neste estudo, bem como a localização da UHE Garibaldi e CEDUP.

AIBH RIO CAVEIRAS - APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS À JUSANTE DA CGH CAVEIRAS

500000 550000 600000

6950000

6900000

UHE Garibaldi

Rio Caveiras

PCH Portão

PCH João Borges

PCH Itararé

CEDUP

PCH Pinheiro

CGH Caveiras

Rio Caveiras

Rio Caveiras

Rio Caveiras

RIO CANOAS

SÃO JOSÉ DO CERRITO

CORREIA PINTO

CERRO NEGRO

LAGES

BOCAINA DO SUL

CAMPO BELO DO SUL

CAPÃO ALTO

URUPEMA

PAINEL

LAGES

N

W E

S

Legenda

- Hidrografia
- Aproveitamentos hidrelétricos
- Limites municipais
- Bacia do rio Caveiras
- Trecho à jusante da CGH Caveiras

desenvolver
engenharia e meio ambiente

0 3,1 6,2 9,3 12,4 15,5 18,6
Km

Escala: 1:310000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

6.3.4.1.2 Comparação das alternativas de partição de queda

Alternativa 1

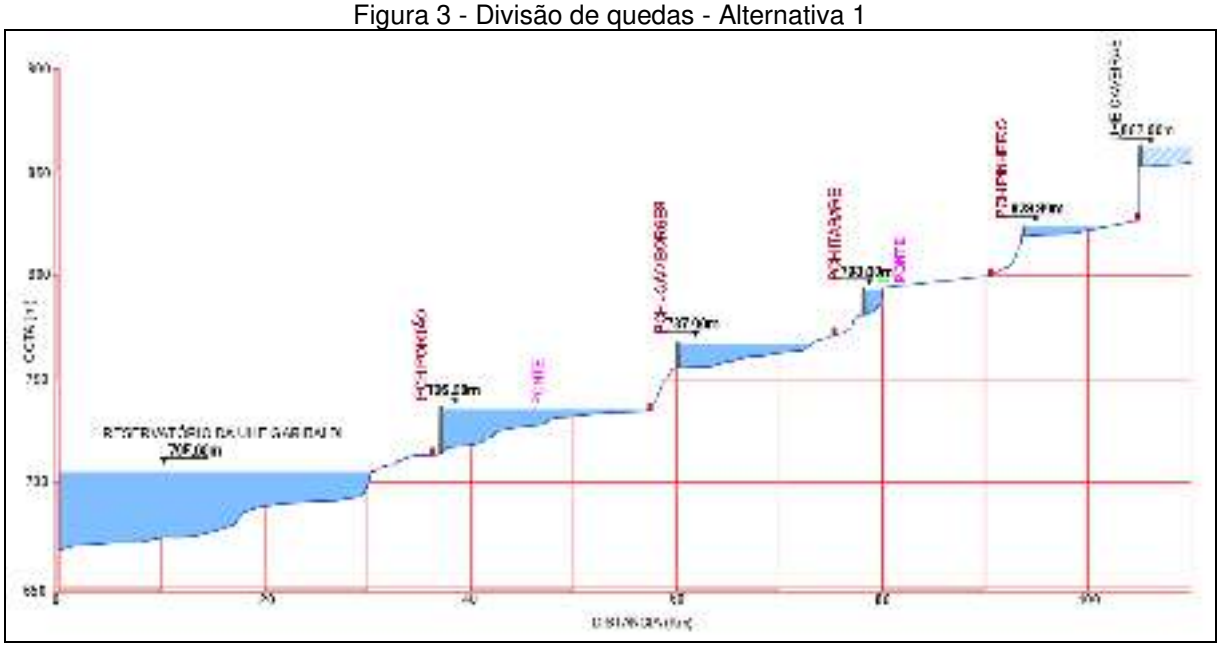
Baseada no Inventário Hidroenergético do rio Caveiras em 2001, a tabela e figura abaixo apresenta a divisão de quedas.

Tabela 9 - Divisão de quedas - Alternativa 1

PCH	Localização (km) / Cota (m)		Vazão Turbinada (m³/s)	Queda de Referência (m)	Potência (MW)	Custo (10³ x R$)
	Barragem	Casa de Força				
Pinheiro	93,5 / 823,30	90,5 / 799,95	43,58	22,2	8,2	21.791
Itararé	78,2 / 793,00	75,3 / 771,50	48,13	20,1	8,2	21.300
João Borges	60,1 / 767,00	57,5 / 735,00	58,41	30,7	15,2	38.384
Portão	37,2 / 735,00	36,3 / 714,00	73,59	20,2	12,6	35.519
Total				**93,2**	**44,2**	**116.994**

Fonte: Adaptado RTK, 2020

Figura 3 - Divisão de quedas - Alternativa 1



Fonte: Adaptado RTK, 2020

Alternativa 2

Esta alternativa prevê o aproveitamento das quedas remanescentes entre a PCH Pinheiro e a CGH Caveiras; a PCH João Borges e a PCH Itararé; e o trecho entre as elevações 714,00 m e 705,00 m devido ao rebaixamento do reservatório da UHE Garibaldi, porém mantém o critério de não interferência do reservatório da PCH

Itararé com o Colégio Agrícola Caetano Costa situado a montante do Passo dos Fernandes.

A definição da divisão de quedas do trecho do rio entre os km 30,3 e 57,5, correspondente a PCH Portão foi estudada de forma isolada, de modo a não interferir o nível de jusante da PCH João Borges. No intuito de otimizar a divisão de quedas em relação à alternativa 1, nesta, considerou-se que com a redução do nível do reservatório da UHE Garibaldi, a concepção da PCH Portão pode ser revista, deslocando o eixo para jusante e possivelmente reduzindo a cota do reservatório, pois conforme o perfil longitudinal, o rio acima do km 47 apresenta uma declividade muito pequena.

As características dos aproveitamentos estudados estão mostradas na tabela abaixo, sendo que a primeira concepção considera o aproveitamento de toda a queda 735,00/705,00, com localização da barragem no km 34,3 e adução por canal para reduzir a área do reservatório de 6 para 4,5 km². Na segunda alternativa a área do reservatório foi reduzida mantendo-se a barragem no km 30,6 e o nível do reservatório na elevação 726,50 com uma área de 3 km², não utilizando o trecho do rio do km 44 ao km 57,5, com uma declividade menor em relação ao trecho total inventariado.

Tabela 10 - Estudo preliminar PCH Portão para a Alternativa 2

Alternativa	Localização - km / cota (m)		Potência (MW)	Área do Reserv. (Km²)	Trecho com vazão reduzida (km)	Trecho de rio preservado (km)	Custo (10^6 R$)
	Barragem	Casa de Força					
Portão 2.1	34,3 / 735,00	30,3 / 705,00	18	4,5	4	0	56.331
Portão 2.2	30,6 / 726,50	30,3 / 705,00	15	3	0	13,5	40.619

Fonte: Adaptado RTK, 2020

A análise Benefício/Custo resultou nos valores mostrados na tabela abaixo.

Tabela 11 - Análise Benefício/Custo - PCH Portão

Alternativa	Benefícios (R$ 10^6 / ano)	Custos (R$ 10^6 / Ano)	B / C Incremental
Portão 2.1	7,24	6,04	1,20
Portão 2.2	8,95	8,34	0,74

Fonte: Adaptado RTK, 2020

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Para a alternativa Portão 2.1 há necessidade de manter uma vazão sanitária, enquanto na segunda não há, pois, a casa de força situa-se próximo da barragem, fato que viabiliza a escada de peixes, que muitas vezes é solicitada pelo órgão ambiental.

A análise dos dados apresentados nas tabelas acima, demonstram que o melhor aproveitamento do trecho ocorre na alternativa PCH Portão 2.2. Em resumo, a alternativa Portão 2.2 apresenta as seguintes vantagens em relação a alternativa Portão 2.1:

Meio Ambiente

⇒ Menor área de reservatório e menor trecho de rio inundado, o que reduz muito os impactos ambientais;

⇒ Sem trecho com vazão reduzida;

⇒ Possibilidade de instalação de escada de peixe, conforme sugestão dos estudos ambientais da bacia integrada;

⇒ Menor impacto ambiental pelas estruturas de adução;

⇒ Não interferência sobre a ponte localizada no km 47.

Projeto

⇒ Melhores condições topográficas e geológicas para o desvio do rio;

⇒ Fundação da barragem situada sobre rocha sã, controle hidráulico;

⇒ Menor altura de barragem (20,5 m x 23,0 m);

⇒ Menor volume de concreto da barragem (53.000 m³ x 59.000 m³);

⇒ Menor perda de carga;

⇒ Sem necessidade de vazão sanitária;

⇒ Menores riscos de construção e operação do canal de adução, em função da impermeabilização;

⇒ Menores volumes de escavação em solo e em rocha;

⇒ Possibilidade de utilização de turbinas Kaplan Tubular com maior faixa de operação e rendimento do que as duas Francis;

⇒ Melhores condições de execução em função da proximidade das estruturas.

Custo

⇒ Menor custo de instalação, com custos viáveis a médio prazo ou com execução conjunta com as três PCH's identificadas a montante;

⇒ Custo/Benefício viável economicamente.

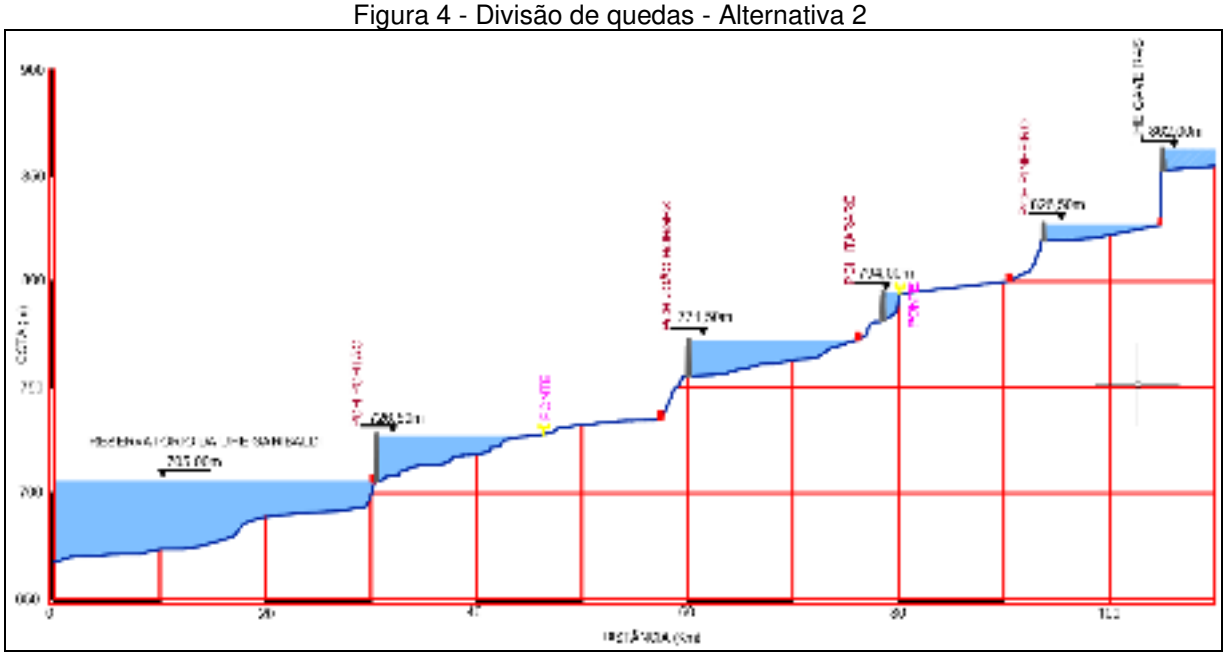
Portanto, considerou-se a PCH Portão com barramento no km 30,6 e nível do reservatório na cota 726,50 m. Desse modo, as características estabelecidas para a alternativa 2 está apresentada na tabela abaixo.

Tabela 12 - Divisão de quedas - Alternativa 2

PCH	Localização (km) / cota (m)		Vazão Turbinada (m^3/s)	Queda de referência (m)	Potência (MW)	Custo (10^3 x R$)
	Barragem	Casa de Força				
Pinheiro	93,5 / 826,50	90,5 / 800,25	46,1	25,6	10	24.985
Itararé	78,2 / 794,00	76,1 / 772,30	50,56	21	9	21.167
João Borges	60,1 / 771,50	57,5 / 735,60	64,8	34,6	19	45.577
Portão	30,6 / 726,50	30,3 / 705,00	85,08	20,8	15	40.619
Total					**53**	**132.348**

Fonte: Adaptado RTK, 2020

Figura 4 - Divisão de quedas - Alternativa 2

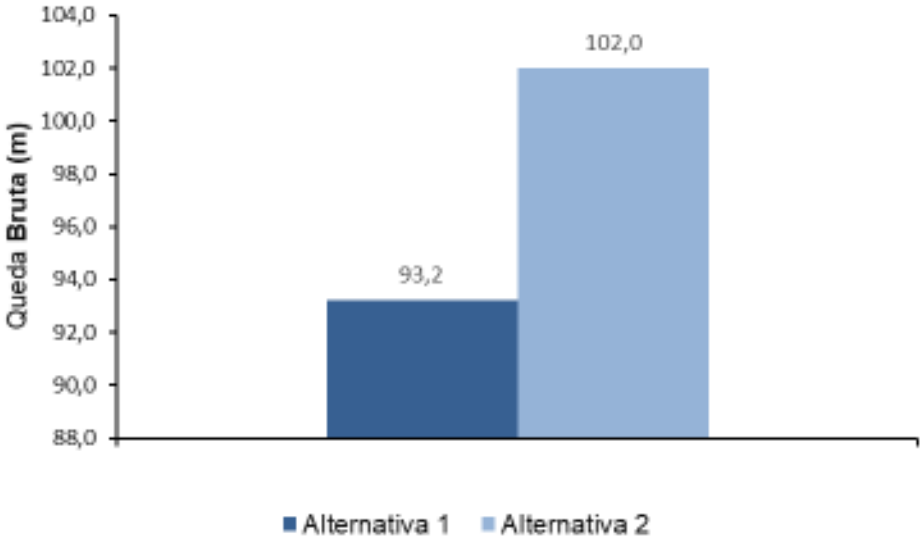


Fonte: Adaptado RTK, 2020.

A localização da casa de força da PCH Itararé na alternativa 2 foi alterada em função da grande cobertura de solo verificada junto à tomada d'água, casa de força e canal de fuga. Desta forma, constatou-se que a casa de força poderia ser locada 800 m a montante da posição prevista inicialmente, reduzindo o comprimento do canal de adução de 2.000 m para apenas 150 m, além da redução do comprimento dos condutos forçados de 112,50 m para apenas 46,50 m, com isso reduzindo a perda de carga de 1,60 m para 0,75 m.

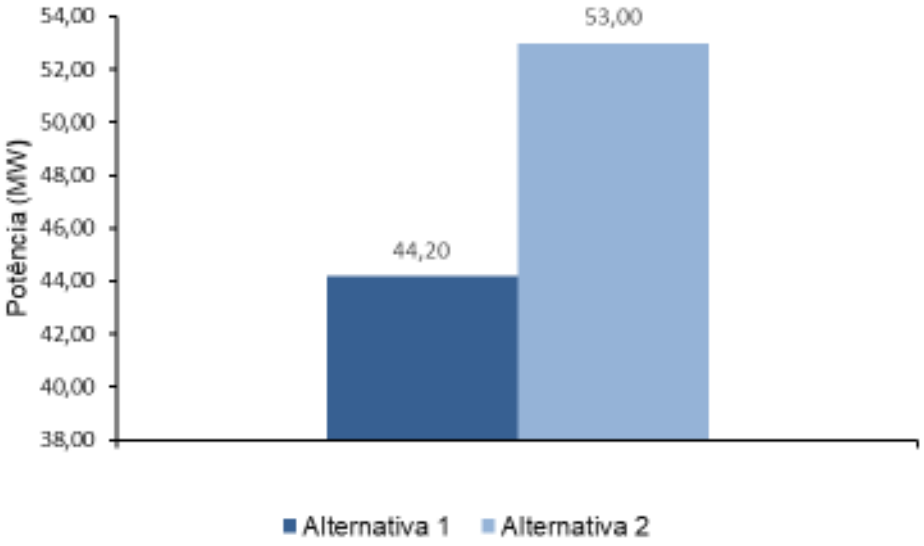
O ganho de 0,85 m referente a menor perda de carga e a redução de custo pelo menor circuito de geração e com menor cobertura de solo, compensa a redução da queda bruta provocada pela mudança de localização da casa de força em relação a alternativa 1.

Figura 5 - Comparação das alternativas em relação a queda bruta



Fonte: Adaptado RTK, 2005.

Figura 6 - Comparação das alternativas em relação a potência instalada



Fonte: Adaptado RTK, 2005.

A reavaliação econômica foi efetuada com base em conceitos econômico-energéticos, obedecidos os critérios estabelecidos no Manual de Inventário da ELETROBRÁS, adaptados de modo a contemplar a legislação em vigor para as Pequenas Centrais Hidrelétricas. De modo a evidenciar os verdadeiros custos incorridos, foram incluídos os custos de investimento, operação e manutenção, bem

como taxas e impostos incidentes sobre aproveitamentos desta natureza. Abaixo tem-se os dados de custos para as alternativas.

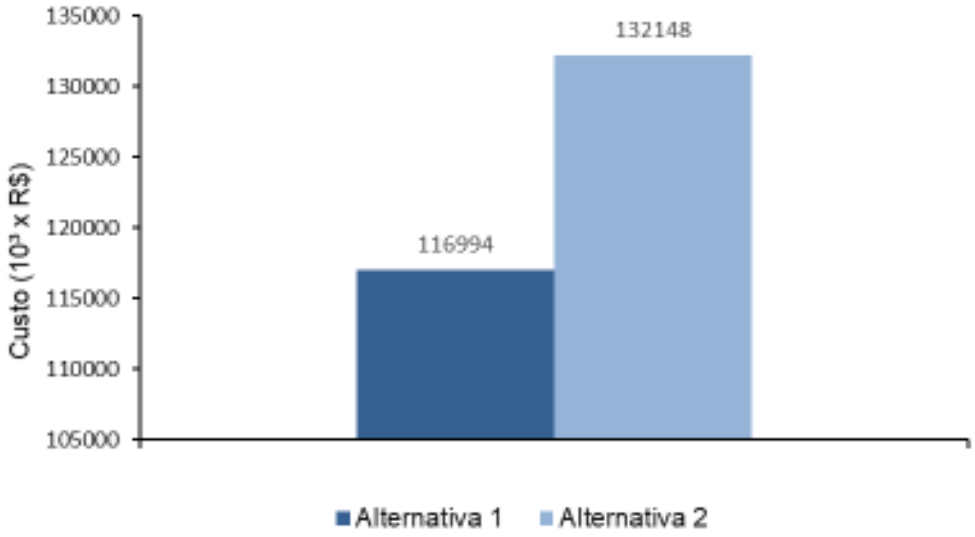
Tabela 13 - Comparação em relação aos custos das alternativas

	PCH	Potência (MW)	Energia Média (MWméd)	Tarifa Básica (R$/MWh)	Custo (10^3 x R$)
ALTERNATIVA 1	Pinheiro	8,2	4,75	107,57	21.791
	Itararé	8,2	4,73	105,64	21.300
	João Borges	15,2	8,92	101,41	38.384
	Portão	12,6	7,62	109,50	35.519
	Total	**44,2**	**26,02**	**106,18**	**116.994**
ALTERNATIVA 2	**PCH**	**Potência (MW)**	**Energia Média (MWméd)**	**Tarifa Básica (R$/MWh)**	**Custo (10^3 x R$)**
	Pinheiro	10,0	5,68	103,43	24.985
	Itararé	9,0	5,26	94,65	21.167
	João Borges	19,0	10,79	99,76	45.577
	Portão	15,0	8,61	111,01	40.619
	Total	**53,0**	**30,34**	**103,18**	**132.348**

Fonte: Adaptado RTK (2005)

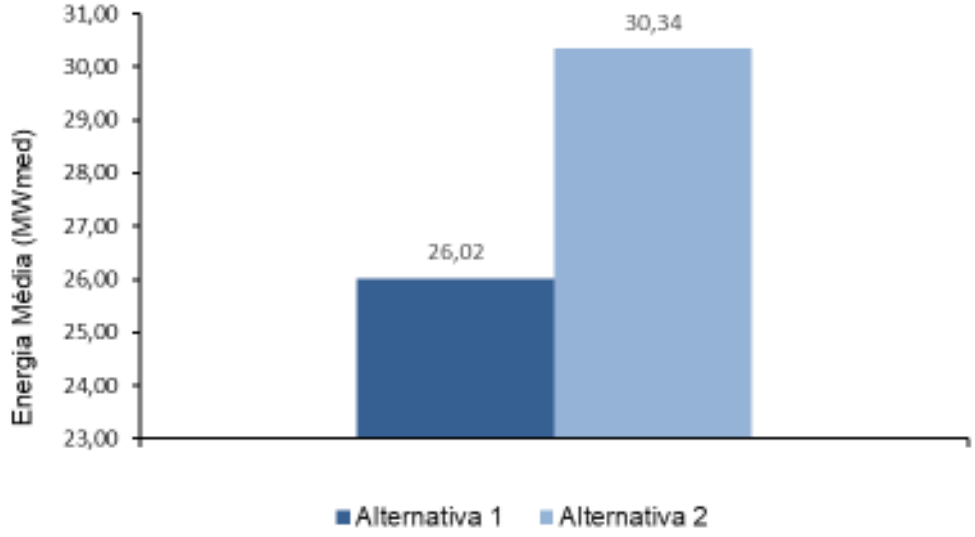
A energia média refere-se ao valor médio (em MWméd) das energias geradas ao longo de todo o período histórico simulado, compreendido entre janeiro de 1951 e dezembro de 2001. A tarifa básica é a parcela (em R$/MWh) necessária para ressarcimento, ao longo da vida útil do aproveitamento, dos custos de investimento, operação e manutenção do mesmo, bem como para garantir a Taxa Interna de Retorno – TIR requerida pelo investidor. Abaixo estão apresentados gráficos, a fim de comparar as alternativas.

Figura 7 - Comparação das alternativas em relação ao custo



Fonte: Adaptado RTK, 2005

Figura 8 - Comparação das alternativas em relação à energia média



Fonte: Adaptado RTK, 2005

6.3.4.1.3 Alternativa selecionada

A alternativa final selecionada foi a 2, por apresentar a maior potência instalada final com a melhor relação custo/benefício. Todas as simulações, cálculos de tarifas, análises de custo/benefício incremental e resultados parciais, necessários para a compreensão das diversas tabelas, estão apresentadas em anexo.

Tabela 14 - Divisão de quedas - alternativa selecionada

Usina	Energia Média (MWmédio)	Energia Firme (MWmédio)	Potência Instalada (MW)	Custos Sem JDC (10^3 x R$)	Tarifa Básica (R$/MWh)
Pinheiro	5,68	5,22	10,0	24.985	103,43
Itararé	5,26	4,82	9,0	21.167	94,65
João Borges	10,79	9,88	19,0	45.577	99,76
Portão	8,61	7,83	15,0	40.619	111,01
Total	**30,34**	**27,75**	**53,0**	**132.348**	**103,18**

Fonte: Adaptado RTK, 2020

Tabela 15 - Resumo do inventário hidrelétrico – trecho à jusante do Rio Caveiras

IDENTIFICAÇÃO DO APROVEITAMENTO		Número de Ordem		1	2	3	4
		Nome do Rio		Caveiras	Caveiras	Caveiras	Caveiras
		Nome do Aproveitamento		Pinheiro	Itararé	João Borges	Portão
		Coordenadas	Latitude	27º 46' 16"	27º 43' 33"	27º 43' 04"	27º 38' 00"
			Longitude	50º 31' 34"	50º 34' 36"	50º 39' 25"	50º 46' 32"
		Área de Drenagem (km^2)		1.200	1.304	1.639	2.168
		Distância da Foz (km)		93,5	78,2	60,1	30,6
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	**RESERVATÓRIO**	Níveis da Água (m)	Máximo Normal	826,50	794,00	771,50	726,50
			Normal no Canal de Fuga	800,25	772,30	735,60	705,00
			Depleção	0,0	0,0	0,0	0,0
		Volume m³ x 10^6	Total	13,0	2,06	23,2	23,4
			Útil	0,0	0,0	0,0	0,0
		Áreas (km^2)	No N.A. Max. Normal	2,45	0,33	3,41	3,0
	QUEDAS (m)	Bruta		26,25	21,70	35,90	21,50
		Bruta Máxima		26,72	22,73	36,71	21,50
		Líquida Média		25,89	21,86	35,45	21,12
		Líquida Máxima		26,69	22,70	36,69	21,49
		Queda de Referência		25,60	21,00	34,60	20,80
	VAZÕES (m^3/s)	Média Período Crítico		28,53	30,98	38,95	51,51
		Média de Longo Termo		34,55	37,54	47,18	62,41
		De Projeto do Desvio		150	200	300	373
		De Projeto do Vertedouro		1.501	1.612	1.935	2.405
CARACT. ENERGÉTICAS		Energia Firme ($MW_{MÉDIOS}$)		5,22	4,82	9,88	7,83
		Energia Média ($MW_{MÉDIOS}$)		5,68	5,26	10,79	8,61
		Potência Instalada (MW)		10,0	9,0	19,0	15,0
TURBINAS		Número		2	2	3	3
		Tipo		Kaplan	Kaplan	Francis	Kaplan
CUSTOS REFERÊNCIA: julho/2004 US$ 1,00 = R$ 3,00		Total (R$ x 10^3)		24.985,00	21.167,00	45.577,00	40.619,00
		Total (US$ x 10^3)		8.328,33	7.055,66	15.192,33	13.539,67
		De Instalação (US$/kW)		832,83	783,96	799,60	902,64
		Custo da Energia Gerada (US$/MWh)		34,47	31,55	33,25	37,00

Fonte: Adaptado RTK, 2020

6.3.4.2 Inventário Mafrás - Trecho à montante da CGH Caveiras

O estudo de quedas realizado pela empresa Mafrás está limitado à jusante pelo final do lago da CGH Caveiras, usina de propriedade da CELESC, já implantada e em operação e, a montante até a sua nascente ou, até onde houver possibilidade de implantação de um aproveitamento hidroelétrico.

O final do lago da PCH Caveiras tem acesso sob a ponte da BR 116. O nível do remanso cadastrado na data da campanha de campo foi de 861,00 m. Neste trecho requerido do rio das Caveiras não existem interferências relativas a outros estudos de partição de quedas, tanto na calha principal, quanto nos seus afluentes.

6.3.4.2.1 Critérios básicos de escolha dos trechos de quedas

Em uma análise que antecede o lançamento propriamente dito dos arranjos, pode-se observar que o trecho com vocação hidroenergética, dentro dos limites requeridos, concentra-se entre a ponte da rodovia SC 475 e a localidade conhecida como Lajeado Bonito. Esta porção do rio, que será tratada como trecho aproveitável, soma um desnível total de 165 m, contido entre as elevações 1050 m e 885 m.

A montante do trecho aproveitável o rio das Caveiras perde tributários importantes e sua área de drenagem reduz ao ponto de não haver disponibilidade hídrica para o lançamento de uma pequena central hidrelétrica. Já, para jusante, nas proximidades da cidade de Lages, o rio das Caveiras tem baixa declividade e, apesar da boa disponibilidade hídrica, pode ser que não seja tão viável para o aproveitamento hidrelétrico.

O trecho central do rio das Caveiras com potencial hidroenergético apresenta-se com leito bem declivoso encaixado em vales profundos e cânions dentro dos quais existem algumas quedas concentradas.

Figura 9 - Trecho à montante da CGH Caveiras com grandes declives



Fonte: Adaptado RTK, 2020.

Figura 10 - Área de cânions à montante da CGH Caveiras



Fonte: Adaptado RTK, 2020.

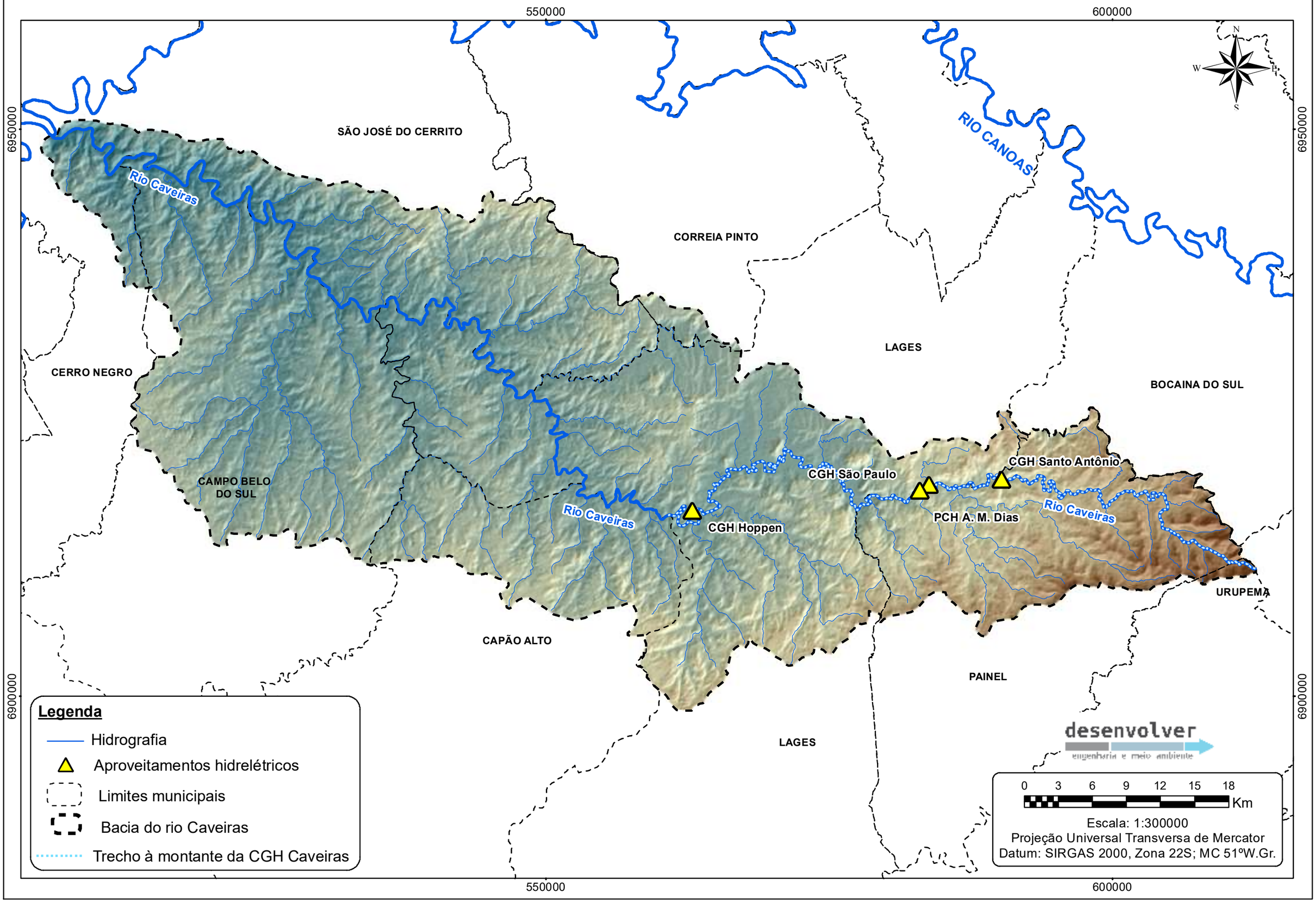
Procurou-se lançar eixos que aproveitassem ao máximo as corredeiras agregadas ao desnível principal do aproveitamento, mesmo que tal intento resultasse em circuitos hidráulicos mais longos.

Ressalta-se que a região prevista para os arranjos é pouco habitada e, portanto, não existem impactos sociais localizados ou condicionantes que podem vir a inviabilizar isoladamente qualquer um dos aproveitamentos propostos. Uma vez que se respeite as áreas de preservação ambiental quando do lançamento da divisão de quedas, bem como observe-se a legislação ambiental vigente, é esperado que o licenciamento destes empreendimentos transcorra, sem maiores contratempos.

Outro fator determinante na divisão de quedas foi que nas regiões de cânions, com paredes verticais a possibilidade de acesso ao rio fica extremamente limitada. Portanto, a escolha dos locais para barramento e casa de força, além de almejar a melhor partição de quedas possível, buscou pontos que fossem capazes de serem acessados em fase construtiva.

Abaixo está caracterizado o trecho à montante em estudo e os aproveitamentos hidrelétricos foco deste estudo. Ressalta-se que a CGH Hoppen não foi constatada no estudo em 2008.

AIBH RIO CAVEIRAS - APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS À MONTANTE DA CGH CAVEIRAS



6.3.4.2.2 Comparação das alternativas de partição de queda

Dentro dos limites legais do trecho requerido, o qual vai da cota 1600m próximo a nascente até a cota 861,00 no remanso da PCH Caveiras, verificou-se que o trecho realmente passível de aproveitamento encontra-se entre as cotas 1050m até 885m, resultando em 165m de trecho aproveitável.

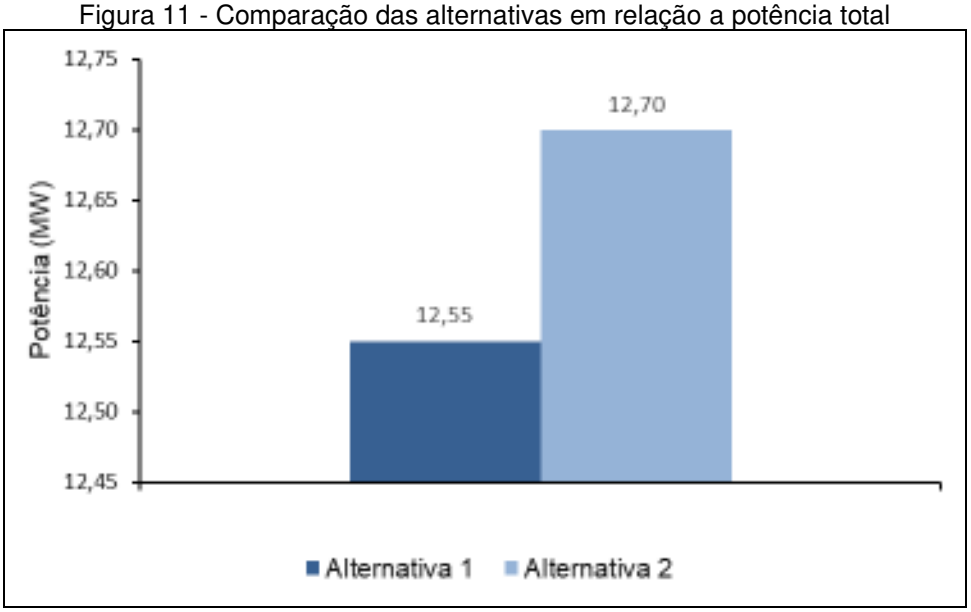
Dentro das limitações e critérios acima expostos, foi identificado seis possibilidades de aproveitamentos hidrelétricos para o trecho, divididos em duas alternativas de partição de quedas, de acordo com a tabela abaixo.

Tabela 16 - Usinas inseridas dentro das divisões de quedas previstas

Alternativa	Alternativa 1	Alternativa 2
Aproveitamentos Hidrelétricos	PCH São Pedro	PCH A. M. Dias
	PCH Santo Antônio	PCH Engenho Velho
	PCH São Paulo	PCH Boa Vista
	PCH A. M. Dias	
Potência instalada Total	12,55 MW	12,70 MW

Fonte: Adaptado Mafrás, 2020

Figura 11 - Comparação das alternativas em relação a potência total



Fonte: Adaptado Mafrás, 2020.

Os potenciais detectados apresentam suas principais grandezas totalizadas por alternativa de partição de quedas na tabela abaixo.

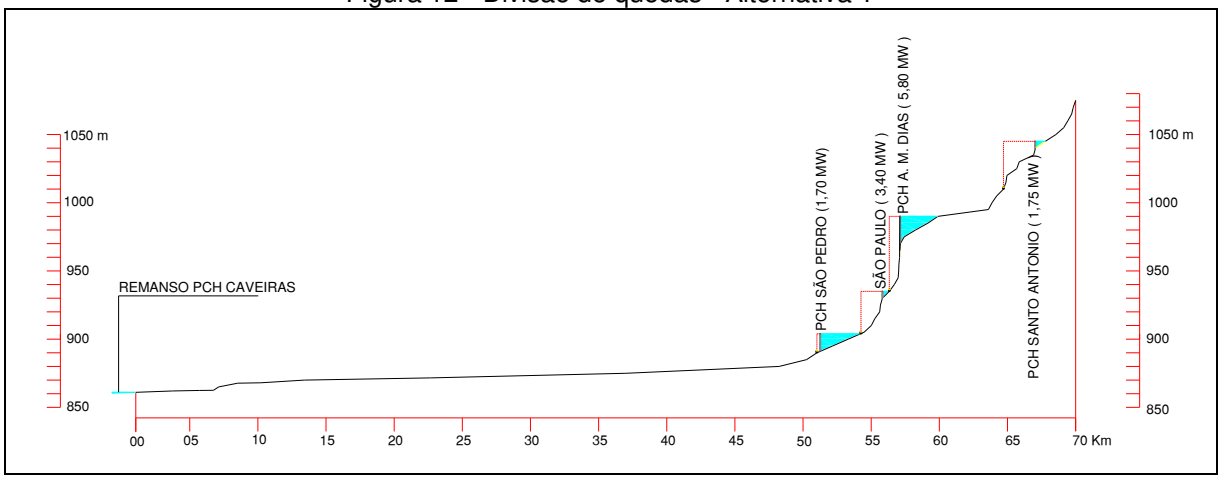
Alternativa 1

Tabela 17 - Índices Energéticos alcançados na alternativa 1

Parâmetro	Unidade	PCH São Pedro	PCH São Paulo	PCH A. M. Dias	PCH Santo Antônio	Total
Distância da foz	km	120,05	124,6	125,9	135,8	
Área de Drenagem	km²	345,3	328,8	316,9	128,2	
Q MLT	m³/s	12	11,5	11,1	4,9	
Nível Normal de Montante	m	903,9	935	990	1045	
Nível Mínimo de Montante	m	903,9	935	990	1045	
Depleção	m	0	0	0	0	
Nível de Jusante	m	890	903,9	935	1007	
Queda Bruta	m	13,9	31,1	55	38	138
Perda de Carga	%	4,1	4,31	4,09	6,29	
Queda Líquida	m	13,33	29,76	52,75	35,61	131,45
Potência Instalada	MW	1,6	3,4	5,8	1,75	12,55
Energia Assegurada	Mw.med	0,88	1,87	3,2	0,96	6,91
Fator de Capacidade	-	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Geração Anual Média	MWh/ano	7696	16397	28038	8419	60550
Vazão Turbinada	m³/s	13,93	13,26	12,76	5,7	
Vazão Sanitária Q98	m³/s	0,51	0,49	0,47	0,21	

Fonte: Adaptado Mafrás, 2020

Figura 12 - Divisão de quedas - Alternativa 1



Fonte: Mafrás, 2020

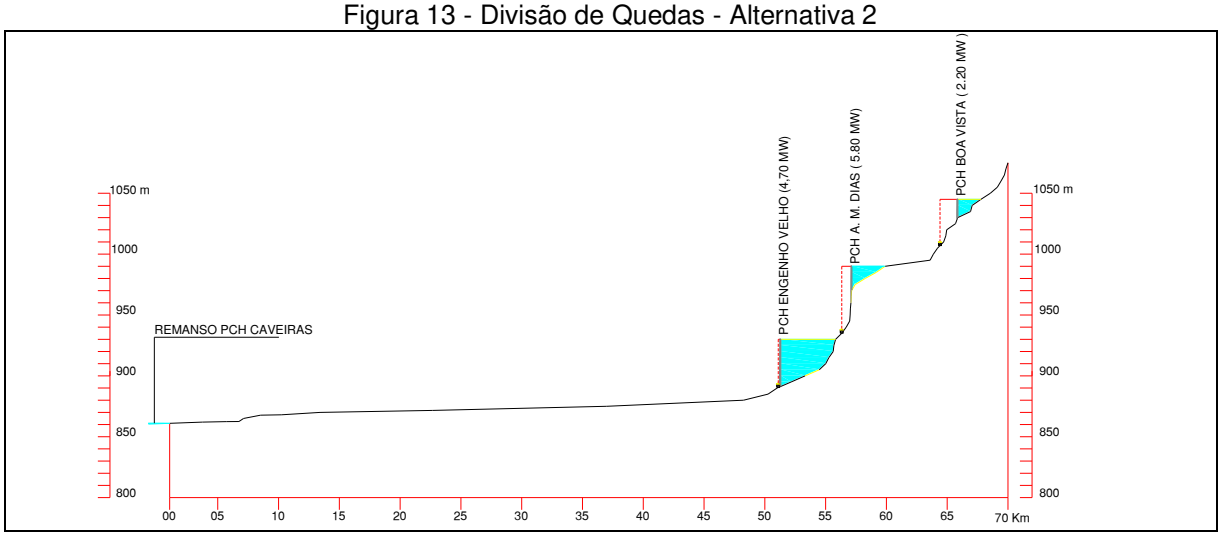
Alternativa 2

Tabela 18 - Índices Energéticos alcançados na alternativa 2

Parâmetro	Unidade	PCH Engenho Velho	PCH A. M. Dias	PCH Boa Vista	Total
Distância da foz	km	120,05	125,9	134,6	
Área de Drenagem	km²	345,3	316,9	145,3	
Q MLT	m³/s	12	11,1	5,5	
Nível Normal de Montante	m	930	990	1045	
Nível Mínimo de Montante	m	930	990	1045	
Depleção	m	0	0	0	
Nível de Jusante	m	890,5	935	1000	
Queda Bruta	m	39,5	55	45	139,5
Perda de Carga	%	2,1	4,09	9,49	
Queda Líquida	m	38,67	52,75	40,73	132,15
Potência Instalada	MW	4,7	5,8	2,2	12,7
Energia Assegurada	Mwmed	2,56	3,2	1,22	6,98
Fator de Capacidade	-	0,55	0,55	0,55	0,55
Geração Anual Média	MWh/ano	22466	28038	10678	61182
Vazão Turbinada	m³/s	14,1	12,76	6,27	
Vazão Sanitária Q98	m³/s	0,51	0,47	0,23	

Fonte: Adaptado Mafrás, 2020

Figura 13 - Divisão de Quedas - Alternativa 2



Fonte: Mafrás, 2020

Para seleção da melhor alternativa de partição de quedas, teve-se como julgamento, os seguintes critérios:

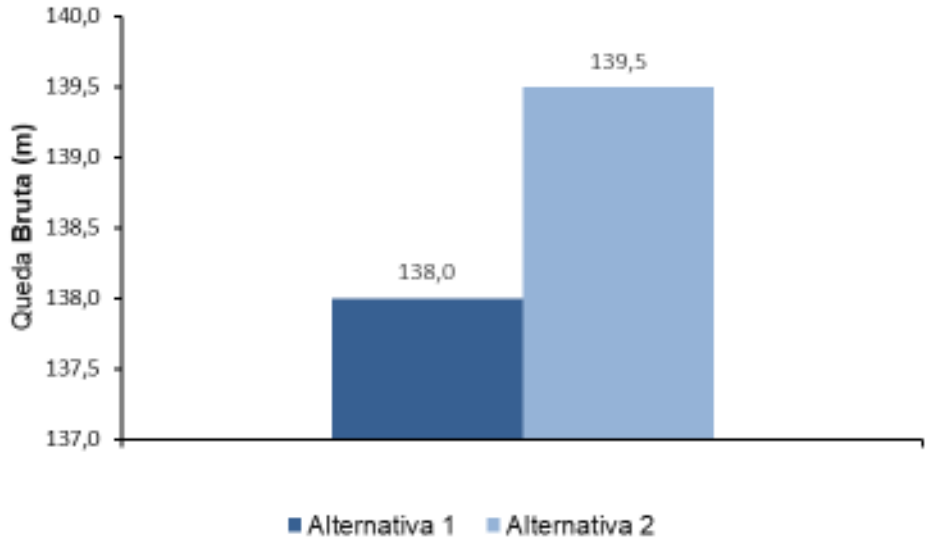
⇒ Aproveitamento de quedas, potência instalada e geração de energia;

⇒ Índices econômicos tais como custo total instalado, custo unitário de instalação, custo médio de geração;

⇒ Impactos ambientais e socioeconômicos.

As duas alternativas de divisão de quedas propostas aproveitam aproximadamente o mesmo desnível bruto, com pequena vantagem para a alternativa 02, sendo 138,00m na alternativa 1 contra 139,50m da alternativa 2. Em termos de queda líquida esta diferença diminui ainda mais, resultando em 131,45m na alternativa 1 e 132,15m da alternativa 2.

Figura 14 - Dados de queda bruta (m) das alternativas



Fonte: Adaptado Malfrás, 2020.

Na primeira alternativa optou-se por uma maior segmentação da queda através do lançamento de quatro usinas: PCH São Pedro, PCH São Paulo, PCH A. M. Dias e PCH Santo Antônio, todas com arranjos derivativos, circuito hidráulicos longos e barragens de baixa a média altura.

Na alternativa 2, agruparam-se as duas usinas de jusante em um único aproveitamento chamado de PCH Engenho Velho. Este aproveitamento tem mesmo eixo de barramento da PCH São Pedro, mas com uma barragem significativamente mais alta. A PCH A. M. Dias foi mantida. A usina de montante teve seu circuito

adutor lançado pela margem direta, o que permitiu prosseguir com o canal para ganhar um incremento de cota em relação a usina da primeira alternativa.

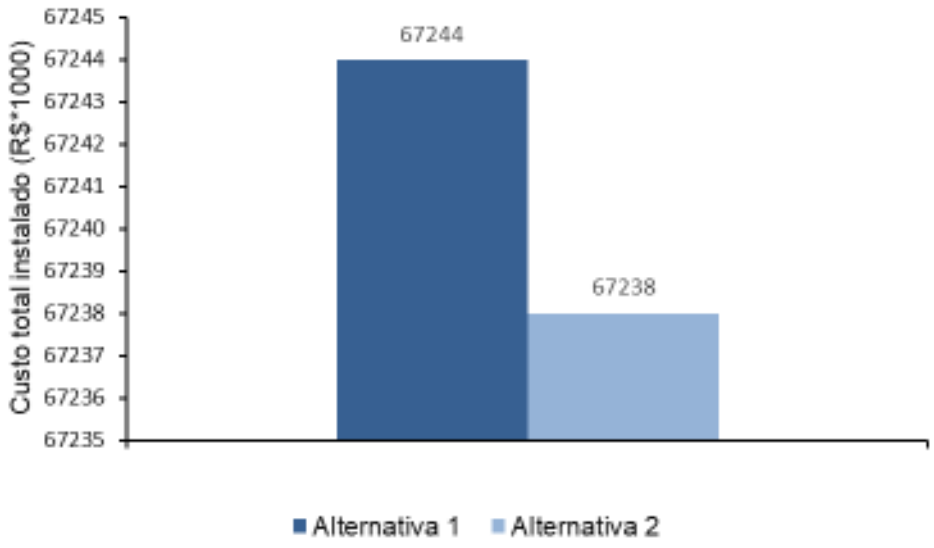
A avaliação econômica realizada procurou comparar os principais índices econômicos, adotando como dados de entrada o somatório dos custos e benefícios de todos os aproveitamentos de cada alternativa.

Tabela 19 - Índices econômicos das alternativas

Dados	**Unidade**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**
Energéticos			
Potência instalada	MW	12,55	12,7
Geração anual média	MWH	60.550	61182
Benefícios	**150**	**R$/MWh**	
Receita bruta anual	R$*1000	9.083	9177
Custos / Cenário Econômico	**JUROS**	**12%**	**50 anos**
Fator de recuperação capital	**12,04%**		
Custo total instalado	R$*1000	67244	67238
Custo de operação e manutenção anual	R$*1000	526	427
Amortização e capital anual	R$*1000	8097	8097
Custo total anual	R$*1000	8623	8524
Índices econômicos			
Custo de geração	R$/MWh	142,41	139,32
Custo índice de instalação	R$/kW	5358	5294
Benefício líquido anual	R$*1000	460	654
Valor presente líquido	R$*1000	3818	5429

Fonte: Adaptado Mafrás, 2020.

Figura 15 - Comparação das alternativas em relação ao custo total instalado



Fonte: Adaptado Malfrás, 2020.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

A comparação econômica entre as alternativas demonstrou que a alternativa 2 é mais viável em relação à primeira.

A avaliação ambiental possui condicionantes que são hoje o maior fator de risco à implantação destas fontes de geração renovável. Apesar de possuir um nível extremamente reduzido de impacto ao meio ambiente, considerando que esta não é uma fonte poluidora, mas o contrário, há extremo rigor nos critérios para aprovação de licenciamentos ambientais para esta atividade. Os principais impactos são aqueles relacionados diretamente com as áreas alagadas e a supressão vegetal ao longo do circuito hidráulico e casa de força e durante a operação do empreendimento, com a fauna aquática.

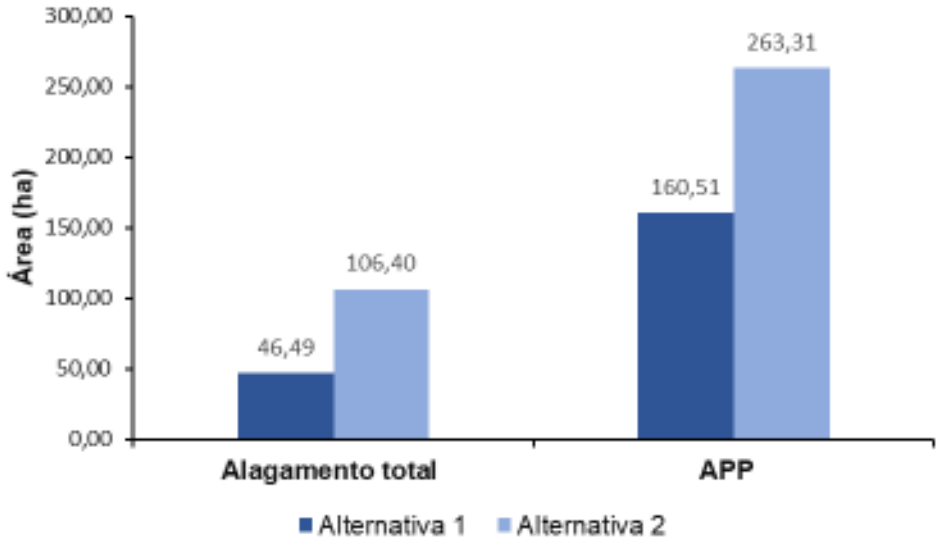
No quadro a seguir procede-se a comparação entre a área alagada total e efetiva dos aproveitamentos, bem como o índice de impacto ambiental associado a ela.

Tabela 20 - Tabela de resumo dos índices ambientais das alternativas

Índices ambientais	Alternativa 1	Alternativa 2
Alagamento total (ha)	46,49	106,4
Alagamento efetivo (ha)	29,93	86,27
APP (ha)	160,51	263,31
Índice de alagamento (ha/MW)	2,38	6,79

Fonte: Adaptado Malfrás, 2020

Figura 16 - Comparação das alternativas em relação área alagada total.



Fonte: Adaptado Malfrás, 2020

A preocupação com o aspecto turístico existe, mas é secundária uma vez que nada impede a exploração conjunta das atividades turísticas com o potencial hidrelétrico. Não há fluxo de turistas, muito menos estruturas e acessos às cachoeiras, fato que pode ser melhorado durante a implantação das obras.

Sob o aspecto sócio econômico, acredita-se que ambas alternativas impulsionariam a economia da região, com investimento total da ordem de R$ 67.000.000,00, mesmo abrangendo o município de Lages, o mais desenvolvido da área de estudo no setor comercial, busca experimentar revitalização durante o período de implantação deste tipo de obra, além de garantir a geração de pelo menos 200 empregos diretos e outros 1000 indiretos.

6.3.4.2.3 Alternativa selecionada

Em ambas as alternativas se destacaram aproveitamentos com arranjos de média queda, sinalizando indicadores razoáveis de viabilidade, os quais tendem a tornar-se mais atrativos com o aumento pela demanda de energia do país.

Destaca-se a PCH A. M. Dias como o aproveitamento com melhor viabilidade econômica entre os analisados, além de contar com a maior potência instalada. Como este aproveitamento é comum as duas alternativas de partição de quedas, não foi item determinante na escolha pelo melhor aproveitamento do trecho.

Baseado nas comparações realizadas constatou-se que economicamente as alternativas apresentam índices muito parecidos, com uma pequena vantagem para a alternativa 2. Já, pelo critério ambiental, pesa sobre a alternativa 2 a questão da grande área alagada, causada principalmente pela altura do barramento da PCH Engenho Velho.

Outros agravantes construtivos associados a esta mesma usina, tais como a dificuldade inerente a construção de uma barragem com quase 40 m de altura e o risco geológico envolvido em apoiar esta grande carga sobre embasamento de rocha sedimentar, fez com que a alternativa 2 de divisão de quedas fosse descartada em favor da alternativa 1.

Desse modo, a alternativa de divisão de quedas escolhida foi a alternativa 1, a qual contém três usinas abrangidas por este estudo, sendo elas a PCH São Paulo, PCH A.M Dias e a PCH Santo Antônio.

6.4 DESCRIÇÃO GERAL DOS EMPREENDIMENTOS

O Projeto Básico de uma PCH tem como objetivo principal o aprofundamento dos estudos de inventário buscando a definição e detalhamento do aproveitamento selecionado, na intenção de detalhar dados quantitativos e aprofundar-se nas características gerais do aproveitamento e dos impactos sócios ambientais gerados pela implantação da usina.

Desse modo, este capítulo apresenta a descrição e principais características dos nove aproveitamentos hidrelétricos presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, cujo os dados foram retirados dos documentos disponibilizados pelos empreendedores, de acordo com a tabela abaixo.

Tabela 21 - Identificação da base de dados utilizada para descrição geral dos empreendimentos

Aproveitamento Hidrelétrico	Situação	Estudos de base	Ano	Empresa Responsável
CGH Santo Antônio	Projeto	Projeto Básico	2017	Ventura Energética
PCH A. M. Dias	Projeto	Projeto Básico	2013	Pedras Brancas Geração de Energia S.A
CGH São Paulo	Projeto	Projeto Básico	2015	CEPAN- Consultoria Energética e Projetos Ambientais Nascente do Vale ME
CGH Hoppen	Projeto	Projeto Básico	2019	Construnível
CGH Caveiras	Operação	Plano de Segurança de Barragem	2015	CELESC
PCH Pinheiro	Projeto	Projeto Básico	2014	Estelar Engenheiros Associados Ltda
PCH Itararé	Projeto	Projeto Básico	2014	Estelar Engenheiros Associados Ltda
PCH João Borges	Operação	Relatório com Vistas à Obtenção da Licença Ambiental de Operação	2012	Consórcio Catarinense de Energia – CCEn do empreendedor Eletrosul Centrais Elétricas S.A.
PCH Portão	Projeto	Projeto Básico	2019	Pessoas físicas - Senhor Vilson Marcos Testa e Rui Luiz Gaio

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

6.4.1 CGH Santo Antônio

O empreendimento está projetado no Rio Caveiras, município de Painel, Santa Catarina, nas coordenadas do barramento lat. 27°51'0,73" e long. 50°05'2,13"; casa de máquinas na latitude 27° 51'5,70" e longitude 50°05'41,57".

O acesso ao empreendimento, partindo-se do município de Lages segue-se em direção a Painel, por estrada asfaltada na rodovia SC 114, na qual percorre ainda, aproximadamente 28 km, até chegar ao município de Painel. Na cidade de destino, segue-se em direção a Fazenda Morro Chato, onde encontra-se o empreendimento.

O arranjo da CGH Santo Antônio consiste em um barramento com vertedouro de 45,00 m de extensão e área alagada de 2,94 hectares. Com Nível da Água (NA) normal em 1045 m e NA. Máx. Montante 1048,44,94 m, obteve-se os dados de estudo calculado para um tempo de retorno de 10.000 anos.

A estrutura do empreendimento possui barramento, do qual parte uma tomada d'água posicionada em um poço natural existente na margem esquerda do rio, seguindo com canal de adução de 933 m de extensão até a câmara de carga, de onde tem-se o conduto forçado com 2 m de diâmetro aproximado e 271 m de extensão até o bloco bifurcador. Deste partem duas tubulações de 1,20 m de diâmetro aproximado e 28 m de comprimento até a casa de máquinas com NA jusante 1004 m.

As turbinas são Francis Simples com potência de 1000KW, com rotação de 720 RPM e com 0,61 m de diâmetro. Considerando a implantação de uma usina a fio d'água, foi necessário limitar o engolimento total das turbinas, sendo fixada a vazão de 5,48 m³/s, muito próxima a vazão média de longo que é de 4,19 m³/s para o local e que produz 1,85 MW. Com a vazão turbinada, pode-se chegar a uma potência instalada de 2 MW (avaliação baseada na média do aproveitamento, com base nos estudos hidrológicos).

O aproveitamento terá uma queda bruta total de 41 m, sendo parte deste, creditados a um barramento e parte de quedas naturais. A subestação será ligada na linha de transmissão existente nas proximidades da CGH. Abaixo está

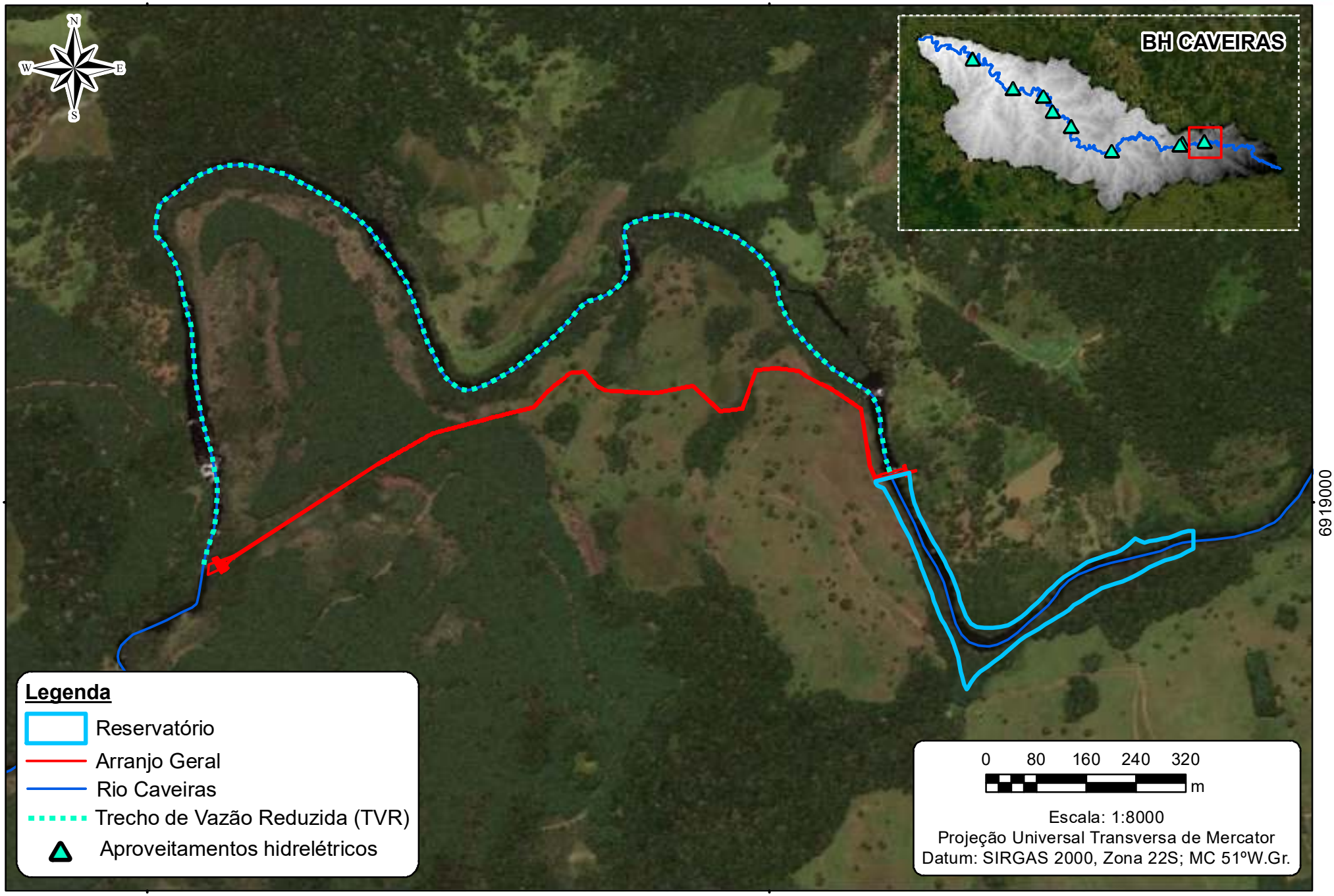
apresentado os principais parâmetros do empreendimento para os dados extraídos do mapa interativo da ANEEL/SIGEL (2019) e do Projeto Básico (2017).

Tabela 22 - Dados Gerais - CGH Santo Antônio

Parâmetros	Dados ANEEL/SIGEL	Dados Projeto Básico
NA montante (m)	-	1045
NA jusante (m)	1007	1004
Coordenadas do Barramento	Lat. 27°50'58,2"S; Long. 50°5'1,8"W	Lat. 27°51'0,73"; Long. 50°05'2,13"
Coordenadas da Casa de Força	-	Lat. 27° 51'5,70"; Long. 50°05'41,57"
Área do Reservatório (ha)	-	2,940
Queda Bruta (m)	38	41,000
Tipo Turbina	-	Francis Simples
Rendimento Turbina (%)	-	0,940
Rendimento Gerador (%)	-	0,960
Rendimento do Conjunto (%)	-	0,902
Perda de Carga (%)	-	3,000
Potência (MW)	1,750	1,850
Energia Média (MWméd)	-	1,010
Energia Firme (MWmed)	-	0,730
Fator de Capacidade Firme	-	0,390
Fator de Capacidade MLT	-	0,550
TVR – Extensão (m)	-	2.369
Altura do barramento	-	-
Tempo de residência da água	-	-
Área alagada	-	2,940
Área de Drenagem da Bacia (km²)	128,2	128,200
Canal de adução - extensão (m)	-	933,000
Conduto forçado - extensão (m)	-	271,000
Vazão MLT (m³/s)	-	4,190
Vazão turbinada (m³/s) - Engolimento total	-	5,250
Vazão Sanitária Q7,10 (m³/s)	-	0,100
Vazão de Usos Consuntivos (m³/s)	-	-

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

ARRANJO GERAL - CGH SANTO ANTÔNIO - PROJETO BÁSICO



6.4.2 PCH A.M. Dias

Este empreendimento está projetado no Rio Caveiras, entre os municípios de Lages (margem direita) e Painel (margem esquerda), ambos no estado de Santa Catarina, sob as coordenadas do barramento em 584452,80 m E e 6918401.43 m S.

O arranjo é típico de uma usina de média queda, com circuito hidráulico e casa de força lançados pela margem direita. A adução é feita em canal a céu aberto no trecho de baixa pressão, com transição ao final para tubulação forçada. As condições topográficas favoreceram o lançamento de um segundo barramento no afluente rio da Prata, o qual foi utilizado para interligar os trechos em canal a céu aberto entre a barragem e a câmara de carga.

A PCH A.M. Dias possui uma potência prevista nos estudos do Projeto Básico de 5,2 MW, apresentou seu arranjo lançado de forma a buscar o melhor aproveitamento de quedas do rio Caveiras no trecho contido entre as elevações 990,00 e 935,00.

Desse modo, houve mudanças entre o Projeto Básico realizado pela empresa Pedras Brancas Geração de Energia S.A., a qual obtém registro ativo para desenvolvimento do Projeto Básico da PCH A. M. Dias, através do despacho SGH/ANEEL nº 1.698 de 17 de maio de 2012; e as configurações da usina na sua forma original como foi detectada no estudo de inventário (desenvolvido pela empresa Mafrás Indústria e Comércio de Madeiras Ltda, aprovado através do Despacho ANEEL nº 4.848 de 15 de dezembro de 2011). Essas diferenças estão descritas abaixo.

O nível máximo normal de montante ficou estabelecido na elevação 990,00 mantendo-se as características previstas em inventário. Com possibilidade de deplecionamento de até 1,0m o nível mínimo normal de montante foi fixado na elevação 989,00. O nível de jusante médio, determinado através da curva chave remansada do canal de fuga, ficou estabelecido na elevação 935,14, portanto, aproveitando um desnível bruto de 54,86m.

A PCH A. M. Dias tem nível de montante fixado na elevação 990,00, o qual foi mantido em projeto básico. O nível de jusante da PCH A. M. Dias, conforme previsto

em inventário, é na elevação 935,00, sem diferença de cota para o nível de montante da PCH São Paulo. Ao avaliar o impacto do remanso deste reservatório sobre o canal de fuga da PCH A. M. Dias, notou-se que, se for implantado, o lago da PCH São Paulo forçará uma cota média remansada na elevação 935,14m junto ao canal de fuga da PCH A. M. Dias, portanto, esta foi a cota de jusante adotada no estudo de Projeto Básico.

A área alagada, resultante da implantação do reservatório principal no rio Caveiras e também pelo reservatório secundário no rio da Prata, resultou 89,29 ha, dos quais 14,23 ha referem-se à calha natural do rio, resultando em uma área efetivamente alagada de 75,05 ha. O volume total represado abaixo do nível mínimo normal (cota 989,00) atinge 2,54x106 m³.

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos com base nas estações fluviométricas disponíveis nos rios vizinhos e transportados para o eixo da PCH A. M. Dias através de processos tradicionais de regionalização, considerando inclusive a correção da vazão específica. Destaca-se a estação Coxilha Rica, no rio Pelotinhas como base do estudo de regionalização. A série de vazões médias mensais, constituída para o eixo da PCH A. M. Dias, conta com 68 anos completo de registro, entre os anos de 1945 a 2012. A vazão média de longo termo é de 11,11m³/s, equivalente a uma vazão específica de 35,05 litros/s.km².

A potência instalada é de 5,2 MW, com energia média gerada 2,82 MWmédios e produção anual de 24.683 MWh/ano. O eixo de barramento foi deslocado para montante da foz do rio da Prata, em eixo mais adequado para comportar as atividades de desvio e em cota de fundação que leva à redução da altura da barragem em cerca de 5m em relação ao eixo de inventário.

Manteve-se o circuito adutor pela margem direita em canal a céu aberto, porém a barragem à montante do rio da Prata exige um barramento secundário para utilizar a calha alagada do rio da Prata como extensão do circuito hidráulico e não perder a contribuição de vazão deste afluente.

O segundo trecho de canal adutor corta a sela do terreno e segue pela curva de nível à esquerda do talvegue até o local da câmara de carga, a qual foi posicionada visando o mínimo comprimento de tubulação. A casa de força encontra-

se no mesmo eixo de inventário, ou seja, externo a uma curva pronunciada do rio Caveiras à jusante do trecho em cânion, acessada por uma estrada a ser construída pelo fundo do talvegue ali existente.

A evolução nos estudos de motorização indicou como melhor arranjo operacional a instalação de três conjuntos hidrogeradores composto por turbinas hidráulicas do tipo Francis Simples, com eixo horizontal e geradores acoplados diretamente na sua direita hidráulica.

A Tabela a seguir, apresenta a comparação dos parâmetros principais da PCH A. M. Dias conforme consta no inventário aprovado, os dados disponíveis no mapa interativo da ANEEL, e o Projeto Básico.

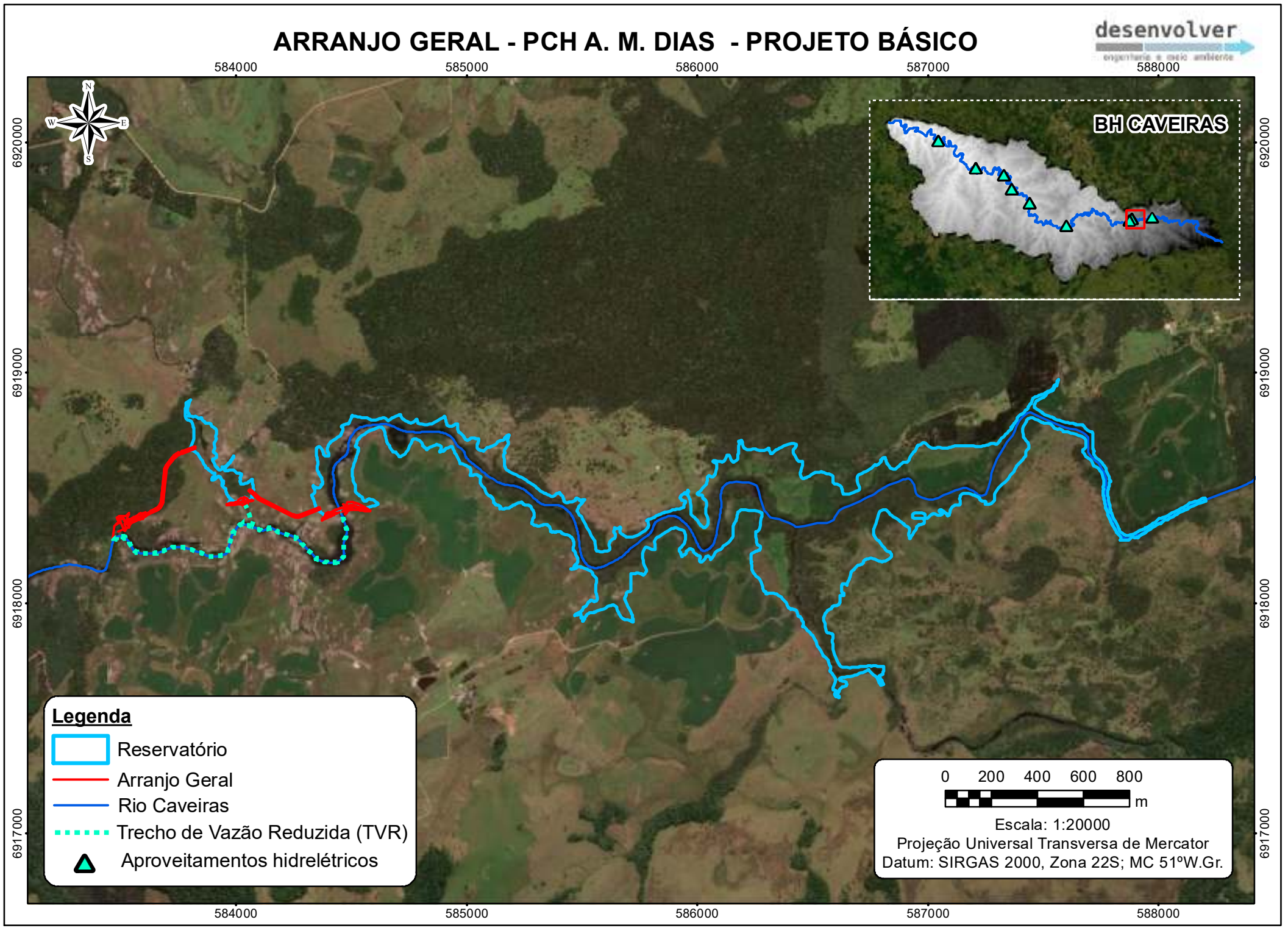
Tabela 23 - Dados Gerais - PCH A. M. Dias

Parâmetros	Dados Inventário Hidrelétrico	Dados ANEEL/SIGEL	Dados Projeto Básico	Observações/Justificativa
NA montante (m)	990	-	990	Barramento deslocado para montante
NA jusante (m)	935	935,14	935,14	Nível normal de jusante alterado pela curva chave remansada do canal de fuga
Coordenadas do Barramento	Lat. 27º 51’ 25,41”S; Long. 50º 08’ 46,83”W	Lat. 27°51'23,05"S; Long. 50°8'32,15"W	Lat. 27º 51’ 23,053”S; Long. 50º 08’ 32,153”W	-
Coordenadas da Casa de Força		Lat. 27°51'25,443"S; Long. 50°9'6,469"W	-	-
Área do Reservatório (ha)	26,09	-	89,29	Alagamento de região plana ao final do lago não prevista pela restituição do inventário que desenvolvida sobre sobrevôo 1:60.000.
Área Alagada (ha)	-	-	75,05	-
Período hidrológico	-	Jan/1945 a Dez/2012	Jan/1945 a Dez/2012	-
Queda Bruta (m)	55	54,86	54,86	Nível normal de jusante alterado pela curva chave remansada do canal de fuga
Energia Média (MW)	3,2	-	2,82	Redução decorrente pela reserva de vazão para usos consuntivos e elevação da vazão residual

Parâmetros	Dados Inventário Hidrelétrico	Dados ANEEL/SIGEL	Dados Projeto Básico	Observações/Justificativa
Potência (MW)	5,800	5,200	5,200	Redução decorrente pela reserva de vazão para usos consuntivos e elevação da vazão residual
Fator de Potência	-	0,850	-	-
TVR – Extensão (m)	-	-	1504,00	
Número de Turbinas	-	3	3	-
Tipo Turbina	-	-	Francis simples	-
Rendimento Nominal por Turbina (%)	-	92,5	-	-
Rendimento Nominal por Gerador (%)	-	97	-	-
Perda Hidráulica Nominal	-	1,1	-	-
Área de Drenagem da Bacia (km²)	-	316,9	-	-
Vazão MLT (m³/s)	11,1	-	11,110	-
Vazão Remanescente Média (m³/s)	0,47	0,6	0,871	Adoção de uso consuntivo e alteração de critério de vazão residual
Vazão de Usos Consuntivos (m³/s)		0,28		
Perdas Elétricas (%)	-	1,85	-	-

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

ARRANJO GERAL - PCH A. M. DIAS - PROJETO BÁSICO



6.4.3 CGH São Paulo

O empreendimento hidrelétrico CGH São Paulo, fica localizado no rio Caveiras, afluente do rio Canoas pela margem esquerda, estado de Santa Catarina, sob as coordenadas latitude 27º 51' 33,33'' "S" e longitude 50º 09' 25,72" "W", município de Painel.

O arranjo proposto para a CGH São Paulo é composto de uma barragem de concreto ciclópico com vertedouro tipo creager na cota 935,00m NA. Montante do empreendimento. A barragem possui 7,00 m e 56,00 m de vertedouro dimensionado para vazão de cheia TR 10000 anos. A adução é feita através de Túnel pela margem esquerda de 3,90 m de diâmetro e 1.432,80 m de extensão, tendo como emboque uma tomada d'água em concreto armado, cuja estrutura está encaixada no maciço rochoso. No desemboque haverá uma Chaminé de Equilíbrio, da qual enceta-se uma tubulação forçada em aço especial apoiada em berço e ancorada com blocos de concreto ciclópico/estrutural com 2,50m de diâmetro e 13,45m de extensão, depois se dividirá em duas tubulações de 1,50 m de diâmetro e 25,30 m de extensão até encontrar as turbinas instaladas no interior da casa de máquinas com NA. Jusante de 903,90 m.

A casa de máquinas estará localizada a 1.635,40m da barragem, sendo que as águas serão restituídas ao rio através de um canal de fuga escavado em solo e rocha com 18,00m largura x 24,65m de extensão. No interior da casa serão instalados dois grupos geradores, resultando em uma potência total de 2,80 MW, aproveitando uma queda bruta total de 31,10 m. O lago será bastante restrito ao canal do rio, com área do espelho d'água de 0,32 ha na margem esquerda e de 0,43 ha na margem direita sendo que 0,86 ha correspondem à calha natural do rio.

Será construída uma subestação em 13,8 kV com as seguintes dimensões 4,95m X 5,85m para os equipamentos de pátio (abrigados) e 7,15m X 5,45m para o local do transformador. Nesta, serão montados os seguintes equipamentos: um transformador, transformador de potência (TP), transformador de corrente (TC), para-raios, e chave religadora.

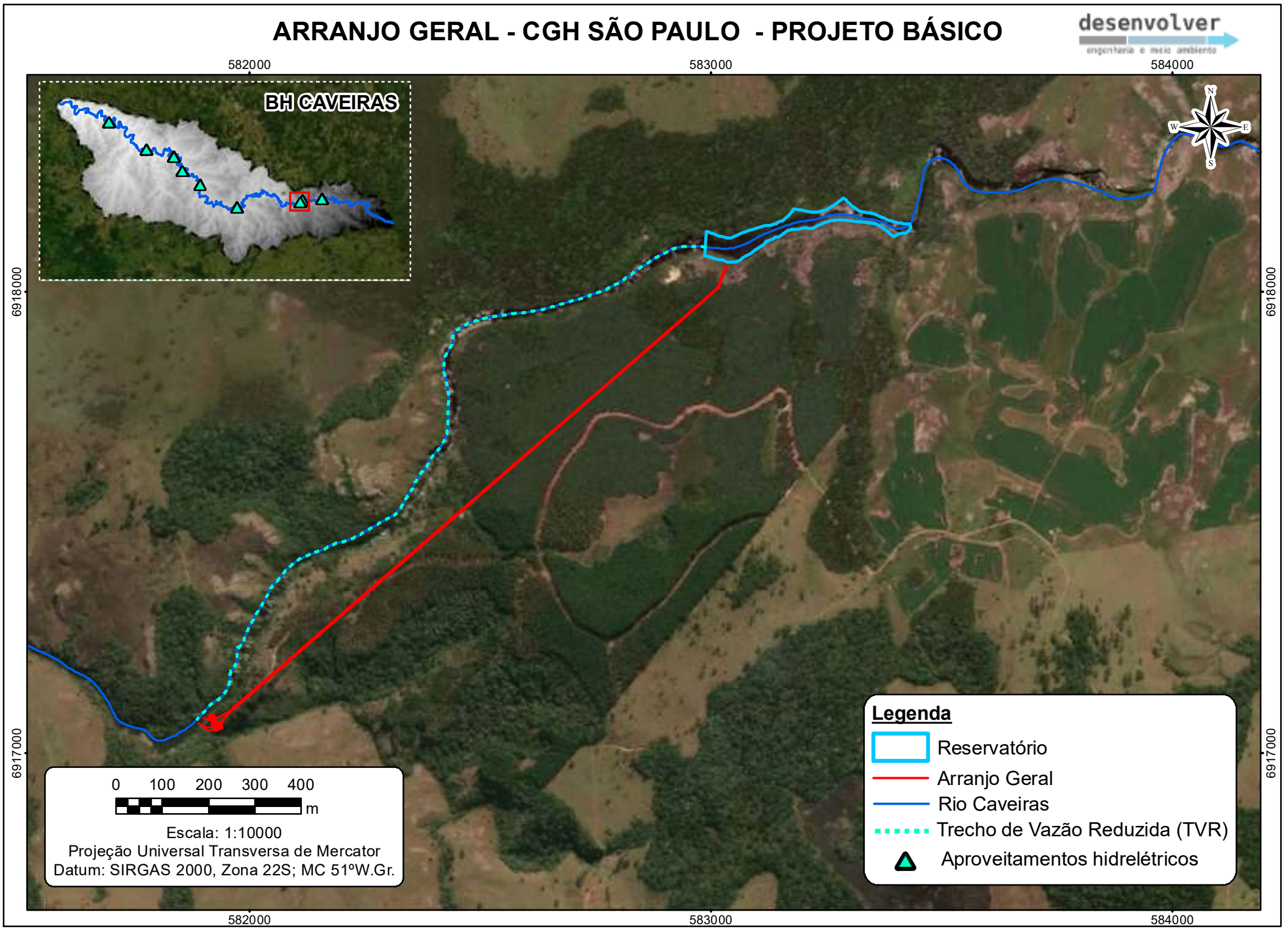
Tabela 24 - Dados Gerais - CGH São Paulo

Parâmetros	Dados ANEEL/SIGEL	Dados Projeto Básico (08/2016)
NA montante (m)	-	935,0
NA jusante (m)	903,9	903,9
Coordenadas do Barramento	Lat. 27°51'33,58 S; Long. 50°9'25,59" W	Lat. 27°51'33,33"S; Long. 50°9'25,72"W
Coordenadas da Casa de Força	-	Lat. 27°52'49,00"S; Long. 50°10'4,25"W
Vida Útil do Reservatório (anos)	-	4,73
Perímetro (km)	-	1,04
Profundidade Máxima (m)	-	7,00
Área do Reservatório (ha)	-	1,60
Área Alagada (ha)	-	0,75
Queda Bruta (m)	31,10	31,10
Perda Hidráulica (%)	-	4,00
Rendimento do Conjunto (Turbina e Gerador) (%)	-	0,9024
Vazão Remanescente (Q7,10) (m³/s)	-	0,255
Vazão de Uso Consultivo (m³/s)	-	1
Energia Gerada (MW médios)	-	1,54
Energia Firme (MW médios)	-	1,04
Energia Media (MW)	-	2,80
Potência (MW)	3,40	0,96
Fator de Potência	-	-
Número de Turbinas	-	2,00
Tipo Turbina	-	Francis Simples (Horizontal)
Rendimento Máximo da Turbina (%)	-	94,00
Rendimento Máximo do Gerador (%)	-	96,50
Altura do barramento (m)	-	7,00
Comprimento total da crista da barragem (m)	-	56,00
Área de Drenagem da Bacia (km²)	328,00	328,80
Distância da Foz (km)	-	124,60
Período hidrológico	-	1944 a 2016
TVR (m)	-	1.680,88
Vazão nominal unitária (m³/s)	-	5,30
Vazão máxima turbinada (m³/s)	-	5,30

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

ARRANJO GERAL - CGH SÃO PAULO - PROJETO BÁSICO

desenvolver
engenharia e meio ambiente



6.4.4 CGH Hoppen

A CGH Hoppen localiza-se a uma distância de 130,88 km da foz do Rio Caveiras, no município de Lages, Santa Catarina, especificadamente nas coordenadas do barramento lat. 27°52'34.47" S e long. 50°21'39.00" O e na casa de força lat. 27°52'26.84" S e long. 50°21'54.97" O.

O arranjo geral do empreendimento consiste no aproveitamento hidrelétrico com nível de montante na elevação 870,00 m e nível de jusante na elevação 861,02m, com 8,98 m de queda bruta, 8,53 m de queda líquida, e perdas hidráulicas no circuito adutor de 5%.

Com uma vazão de engolimento de 33,80 m³/s e uma área de drenagem de 696,80 km², a usina possui uma potência de geração de 2,50 MW e energia gerada de 1,30 MWmed, com um fator de capacidade 0,52.

O empreendimento será composto por um muro que fará o nivelamento da água, sem elevar o nível normal da água. Neste caso não haverá área alagada. O muro de regularização, permite a captação de água pela margem direita do Rio Caveiras, a qual é realizada pela tomada de água. Desta, o fluxo segue para canal adutor que possui 470,00 metros de extensão, chegando até a câmara de carga, que faz a transição direta do canal adutor para as duas turbinas Kaplan localizadas na casa de força e por fim, a água retorna ao seu fluxo normal do rio por meio do canal de fuga. O trecho de vazão reduzida – TVR é de 5.230 m.

Os parâmetros gerais da usina estão apresentados na tabela abaixo, segundo dados apresentados no Projeto Básico em novembro de 2019. Este empreendimento não está inserido no mapa interativo na ANEEL.

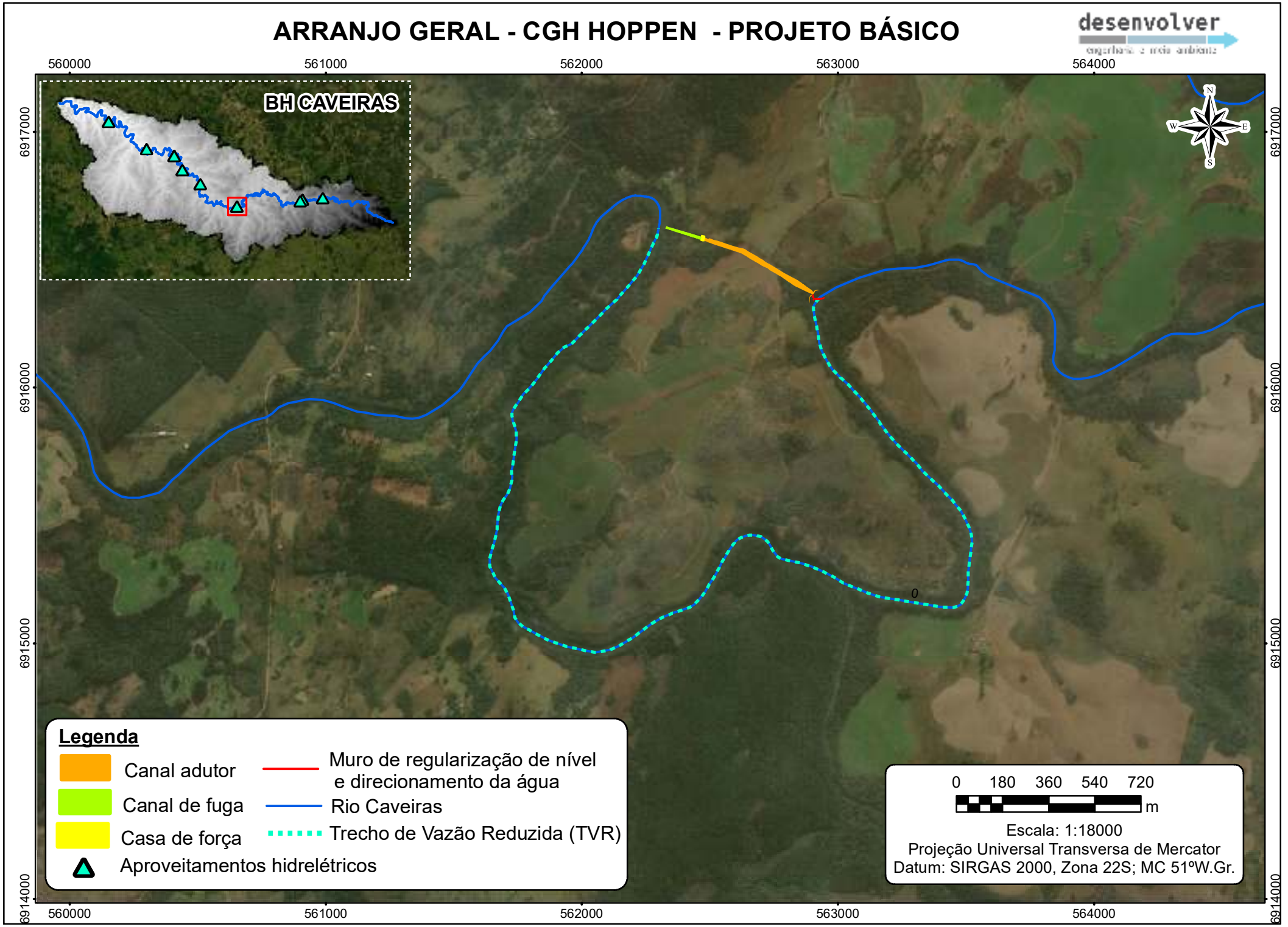
Tabela 25 - Dados Gerais - CGH Hoppen

Parâmetro	Dados Projeto Básico (11/2019)
Coordenadas geográficas na barragem	Lat. 27°52'34.47"S; Long, 50°21'39.00"W
Coordenadas geográficas na casa de força	Lat. 27°52'26.84"S; Long. 50°21'54.97"W
NA montante	870 m
NA jusante	861,02 m
Queda bruta	8,98 m
Queda líquida	8,53 m
Altura adotada do vertedouro	3,50 m

Parâmetro	Dados Projeto Básico (11/2019)
Eficiência da turbina	0,92
Eficiência do gerador	0,96
Perda hidráulica	5%
Vazão remanescente	1,79 m³/s
Fator de disponibilidade forçada	0,93
Fator de capacidade médio	0,52
Vazão turbinada	33,80 m³/s
Potência	2,50 MW
Energia média	1,30 Mwmed
Tipo de turbina	2 Kaplan
Vazão média de longo período	23,18 m³/s
Vazão mínima turbinada	5,07 m³/s
Geração média anual	11.388 MWh
Vazão média das séries históricas (QMLT)	23,18 m³/s
Vazão remanescente (Q7,10)	1,79 m³/s
Período hidrológico	1957 - 2018
TVR	5230 m

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

ARRANJO GERAL - CGH HOPPEN - PROJETO BÁSICO



6.4.5 CGH Caveiras

Este empreendimento situa-se no município de Lages, no estado de Santa Catarina sendo suas coordenadas 27° 48’ 35,7” Sul e 50° 28’ 53,1” Oeste. A CGH Caveiras, utiliza um trecho da geomorfologia em alça do rio Caveiras, com uma área de drenagem de 1.038 km², regularizando os níveis de seu reservatório através de uma barragem de 11,10 m de altura e de 225 m de comprimento de crista. Sua parte central consolida uma soleira livre, com extensão de 84,85 m.

De acordo com os estudos hidrológicos, o nível máximo normal de montante é de 859,70 m e o nível para vazão máxima diária (TR= 1.000 anos) será de 863,01 m, com isto, para uma maior segurança das estruturas, a barragem e tomada d'água existentes deverão ter seu coroamento alteado para a elevação 864,00 m, garantindo uma borda de 1 m e sendo necessário um alteamento da barragem de 1,25 m.

Entretanto, o levantamento topográfico realizado pela Estelar Engenheiros Associados Ltda recentemente em 2020, mostrou dados divergentes do estudo utilizado como base. Sendo assim, chegou-se em dados de NA montante de 860 m e NA jusante de 826,49 m, consequentemente uma queda bruta de 34,51 m.

Os volumes acumulados pelo barramento são desviados para uma Tomada d’Água na margem direita, constituída de uma estrutura a gravidade, construída com pedra argamassada e concreto ciclópico. A partir desta estrutura nascem 2 (dois) condutos metálicos (aço) de baixa pressão, aduzindo as águas até 2 chaminés de equilíbrio.

Em seguida, as águas são conduzidas por 3 tubulações forçadas após as chaminés de equilíbrio, por onde alcançam as turbinas hidráulicas. Os condutos das unidades 1 e 2 utilizam a mesma chaminé de equilíbrio enquanto que a tubulação forçada das unidades 3 e 4 utiliza a segunda chaminé de equilíbrio. Os diâmetros são de 1,70 e 1,75 m e comprimento total de 111,63 m e 115,79, para as unidades 1 e 2 respectivamente. Para o terceiro conduto forçado o diâmetro é de 1,80 m, com um comprimento total de 120,52 m para máquina 3 e 129,59 m para máquina 4.

A motorização é composta de quatro unidades tipo Francis Dupla de eixo horizontal, com capacidade instalada de 3,83 MW, proporcionado por uma queda de 30 m e uma vazão de 16,5 m³/s. O reservatório possui área de 14,30 km², suficiente para a regularização semanal, pois o deplecionamento permite a utilização do volume útil. O volume total do reservatório é de 42 hm³.

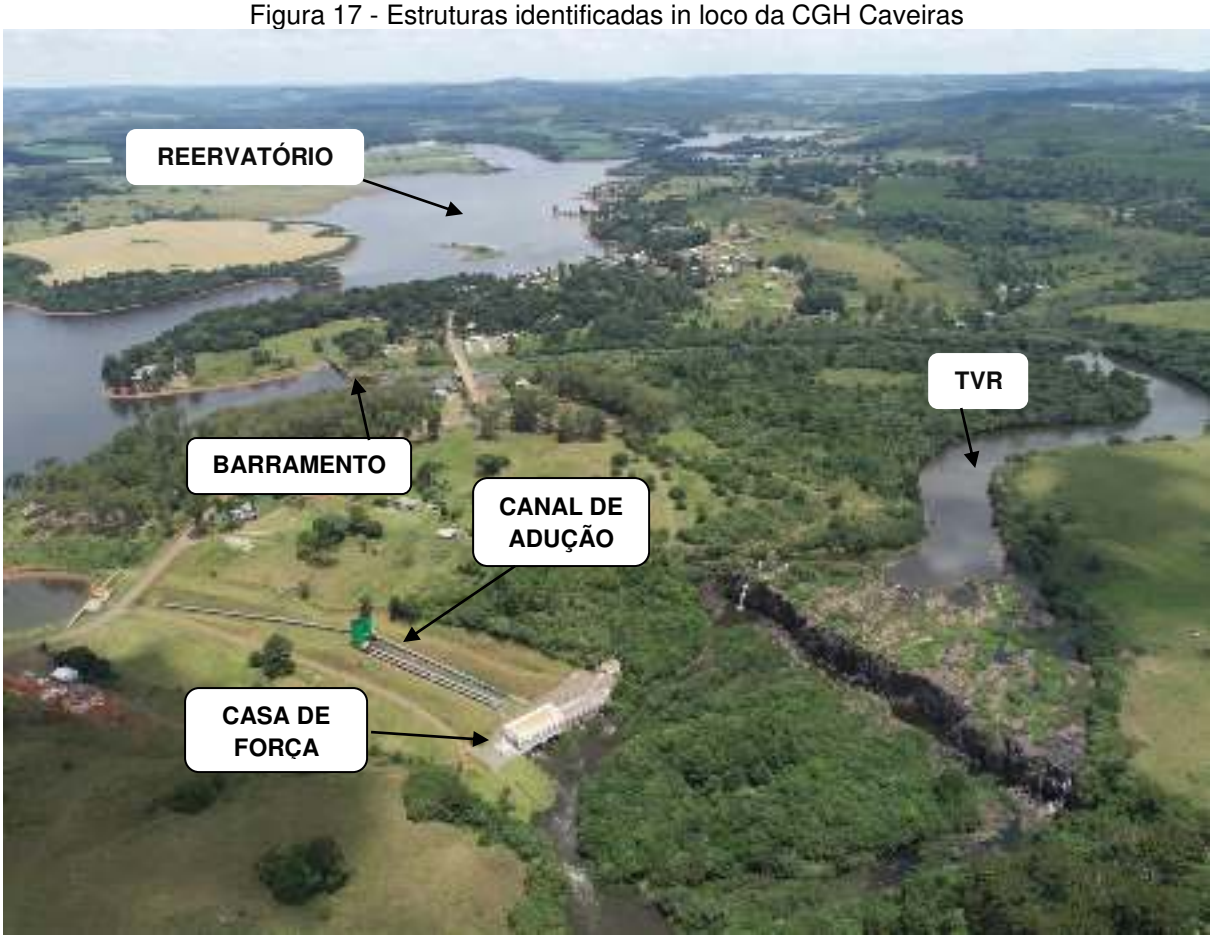
Abaixo tem-se alguns parâmetros da CHG Caveiras retirados do mapa interativo da ANEEL (2019) e do único documento fornecido referente à mesma, nomeado Plano de Segurança, o qual foi elaborado em janeiro de 2015.

Tabela 26 - Dados Gerais - CGH Caveiras

Parâmetros	Dados ANEEL/SIGEL (2019)	Dados Plano de Segurança (01/2015)
NA montante (m)	-	859,7
NA jusante (m)	825,26	825,62
Coordenadas do Barramento	Lat. 27°48'56,081"S; Long. 50°28'49,033"W	Lat. 27° 48’ 35,7”S; Long. 50° 28’ 53,1”W
Altura da barragem (m)	-	11,1
Comprimento de crista (m)	-	225
Área do Reservatório (km²)	-	14,30
Área Alagada (ha)	-	-
Queda Bruta (m)	34,56	30
Potência (MW)	3,80	3,830
Fator de Potência	0,80	-
Número de Turbinas	-	4
Tipo Turbina	-	Francis Dupla de eixo horizontal
Área de Drenagem da Bacia (km²)	1128	1038,000

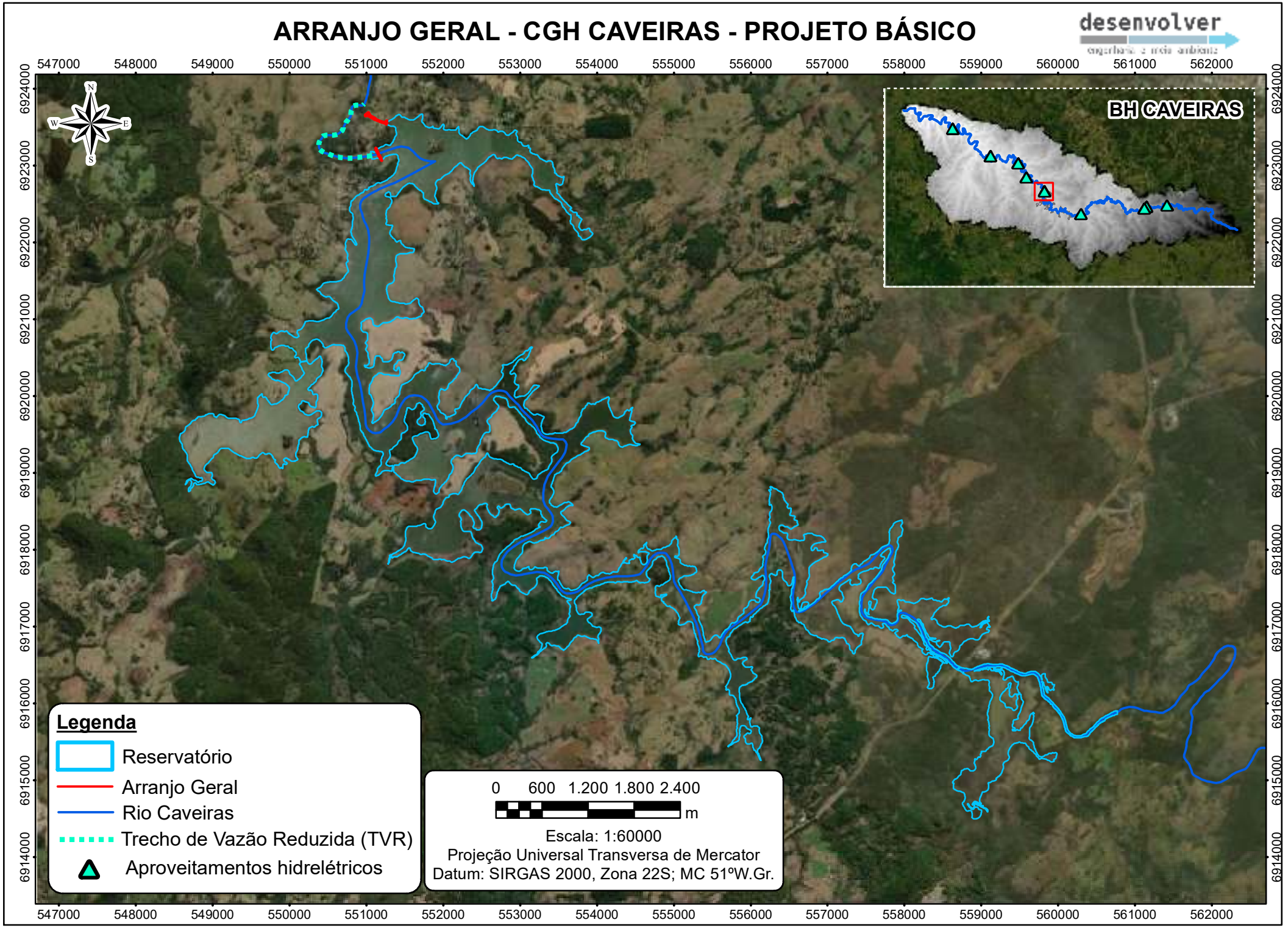
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 17 - Estruturas identificadas in loco da CGH Caveiras



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

ARRANJO GERAL - CGH CAVEIRAS - PROJETO BÁSICO



6.4.6 PCH Pinheiro

O aproveitamento hidrelétrico PCH Pinheiro localiza-se a 93,50 km da foz do rio Caveiras, entre os municípios de São José do Cerrito e Lages, especificadamente nas coordenadas geográficas 27°45'22,3"S e 50°32'54,9"W (casa de força) e 27°46'16,5"S e 50°31'34.3"W (barramento).

No item 5 do Projeto Básico do empreendimento, realizado pela Estelar Engenheiros Associados Ltda (2014), cita-se que o arranjo da PCH proposto nos Estudos de Inventário, prevê uma barragem/vertedouro de 8,50 m de altura, um reservatório na elevação 826,50 m, com área de 245 ha e comprimento de 10,7 km, além de um sistema de adução por canal, com comprimento de 1.980 m, propiciando uma queda bruta total de 26,50 m (queda natural da ordem de 20,00 m), apresentando como resultado uma potência instalada de 10,00 MW e uma energia média de 5,68 MW.

Entretanto, no intuito de reduzir os impactos sobre a infraestrutura, minimizar a área inundada, e conciliar resultados dos melhores custos x desempenho econômico x socioambiental, foram estudadas 10 alternativas para o arranjo da PCH Pinheiro. A alternativa escolhida e melhor avaliada está descrita abaixo.

O potencial hidrelétrico do rio Caveiras, no local selecionado, será aproveitado para geração de energia elétrica, utilizando-se a vazão natural média disponível de m³/s e do desnível bruto de 23,38 m entre o canal de adução e o canal de fuga. A casa de força do empreendimento localiza-se a aproximadamente 5,7 km a jusante do barramento, seguindo-se o curso natural do rio. A geração de energia será realizada por duas unidades geradoras de baixa queda do tipo Kaplan S Montante, com potência total instalada de 8,60 MW.

O empreendimento é composto por uma barragem de enrocamento na margem esquerda, encostada em muro ala de concreto-massa, vertedouro em concreto-massa com soleira livre no leito do rio, barragem de enrocamento na margem direita, também encostada em muro ala de concreto-massa, canais de adução, túneis de adução, diques de enrocamento, câmara de carga, tomada

d'água, condutos forçados, casa de força e canal de fuga, todos na margem esquerda do rio.

A barragem da margem esquerda deverá ser executada em enrocamento com núcleo de argila, encostada em muro ala de concreto, com coroamento na elevação 823,00 m. Entre o enrocamento e o núcleo haverá transição e filtro, e o núcleo será apoiado em rocha. Essa barragem realiza a função de fechamento entre a ombreira e o vertedouro. Neste local, a altura máxima em relação à fundação é de 2,90 m e o comprimento na crista é de 53,15 m.

Na margem esquerda, o fechamento entre a ombreira e o vertedouro também será realizado com uma barragem de enrocamento com núcleo de argila, com transição e filtro, encostada em muro ala de concreto, com altura máxima de 3,00 m, comprimento da crista de 13,15 m e coroamento na elevação 823,00.

O reservatório 1 possui uma área de 3,70 ha (incluindo a calha do rio) e o reservatório 2, que se refere à região inundada entre os diques, possui uma área de 18,60 ha. A área total dos reservatórios é de 22,30 ha.

A adução foi considerada em canais, túneis e conduto forçado desde a tomada d'água até a casa de força. Os túneis de adução possuem 2.352,00 m de comprimento total, com seção arco-retângulo de 6,50 m de base e 6,50 m de altura, em baixa pressão. Após o segundo túnel, será construída uma tomada d'água, de onde seguem dois condutos forçados, para as unidades geradoras 1 e 2, até a casa de força. O diâmetro de cada conduto forçado é de 2,65 m. O comprimento de cada conduto, desde a saída da câmara de carga até a unidade geradora, é de 63,65 m. O nível máximo normal do reservatório foi definido na El. 819,75 m, proporcionando uma queda bruta total de 23,38 m. A perda hidráulica máxima total calculada para o circuito de geração foi de 2,24 m (9,58% da queda bruta total).

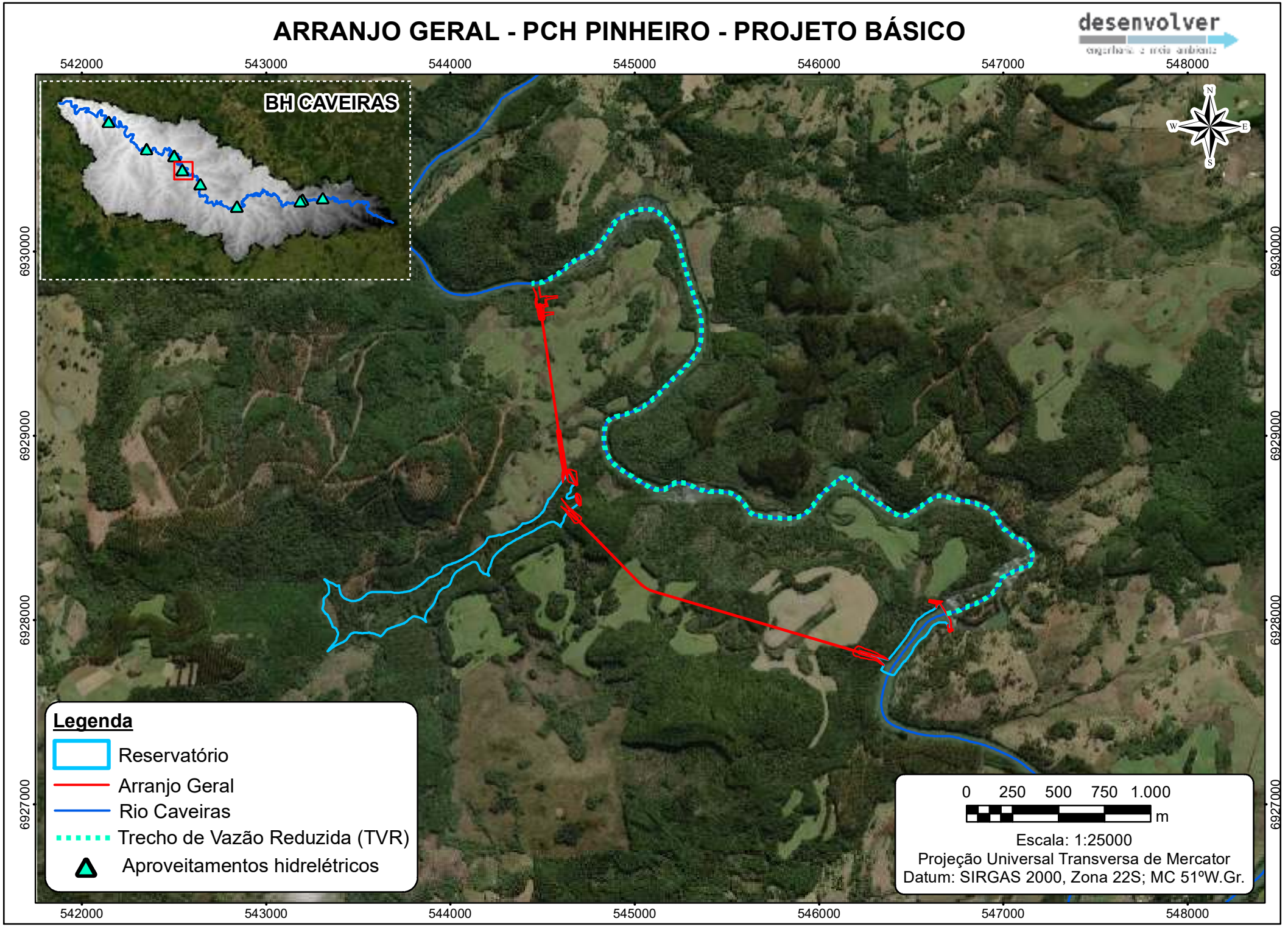
A conexão da PCH Pinheiro ao Sistema Interligado Nacional (SIN) está prevista na barra de 138 kV da subestação São José do Cerrito Itararé, de propriedade da Celesc Distribuição. A interligação da PCH Pinheiro à SE São José do Cerrito será por meio de uma Linha de Transmissão em 34,5 kV, circuito simples, cabo 336,4 MCM, com extensão de 7,3 km.

Tabela 27 - Dados Gerais - PCH Pinheiro

Parâmetros	Estudo de Inventário	Dados ANEEL/SIGEL	Dados Projeto Básico (05/2014)
NA montante (m)	826,50	-	819,75
NA jusante (m)	800,25	796,37	796,37
Coordenadas do Barramento	-	Lat. 27°46'16,5"S; Long. 50°31'34,3"W	Lat. 27°46'16,5"S; Long. 50°31'34,3"S
Coordenadas da Casa de Força	-	-	Lat. 27°45'22,3"S; Long. 50°32'54,9"S
Comprimento Canal de Adução (m)	1.980,00	-	2.352,00
Perímetro do Reservatório (km)	-	-	0,60
Área do Reservatório (ha)	245,00	-	22,30
Altura da barragem (m)	8,5	-	2,00
Área de drenagem (km²)	-	1.246,00	1.246,00
Crista da barragem (m)	-	-	-
Queda Bruta (m)	26,50	-	23,38
Perda Hidráulica (m)	-	-	2,24
Tipo Turbina	-	-	2 Kaplan S Montante
Rendimento Médio Turbina (%)	-	-	90,52
Rendimento do Conjunto (Turbina/Gerador) (%)	-	-	87,74
Período Hidrológico	-	01/1957 - 06/2013	01/1957 - 06/2013
Vazão Remanescente (Q7,10) (m³/s)	-	4,45	4,45
Vazão de Usos Consuntivos (m³/s)	-	0,92	0,92
Potência (MW)	9,00	8,60	8,60
Rendimento Médio Gerador (%)	-	-	96,00
Fator de Potência	-	0,90	0,90
Energia Média (MWméd)	5,68	-	-
Distância da foz (km)	-	-	93,5
Perda Hidráulica Nominal	-	2,24	-
TVR (m)	-	-	5.832,61

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

ARRANJO GERAL - PCH PINHEIRO - PROJETO BÁSICO



6.4.7 PCH Itararé

O aproveitamento hidrelétrico PCH Itararé localiza-se no Rio Caveiras, a 80,50 km de sua foz, entre os municípios catarinenses de São José do Cerrito e Lages, especificamente nas coordenadas geográficas da casa de força Lat. 27°43'10,4"S e Long. 50°34'18,5"W.

A RTK Consultoria realizou os estudos de inventário hidrelétrico da bacia do rio Caveiras, onde, na opção selecionada, a PCH Itararé havia sido definida com potência instalada de 9,00 MW, com 2 unidades geradoras de 4,50 MW e com energia média de 5,26 MWh.

Em função dos estudos de alternativas e da relação custo-benefício, esses valores foram alterados durante a elaboração do Projeto Básico, com a potência instalada passando a 9,40 MW, com 2 unidades geradoras de 4,70 MW, energia média de 5,287 e garantia física de energia de 4,825 MW.

Para a definição do local do barramento foram feitas análises procedidas de dados e informações coletadas durante os estudos de Inventário, análises do perfil da linha d'água do Rio Caveiras e seus afluentes obtidos por levantamento topográfico. O Arranjo proposto não possui barramento, portanto não há elevação do nível normal de água. Será construído um túnel de adução que levará a água até a câmara de carga, onde está acoplado um conduto forçado, que por sua vez, conduzirá a água em alta pressão à Casa de Força da PCH Itararé

A Casa de Força considerada "exterior e abrigada" protegendo as máquinas internas de uma possível enchente calculada no estudo, abrigará 2 unidades Turbinas Kaplan de potência unitária de 4,7 MW.

Quanto à seleção da turbina, foi tecnicamente e economicamente escolhida a opção Kaplan devido à queda considerada alta e o volume de água.

O arranjo da PCH Itararé não apresenta estrutura de barramento, com a adução da vazão afluente sendo realizada diretamente na margem direita do rio. A vazão sanitária é mantida através de ranhuras incorporadas em uma estrutura de controle a jusante da adução.

O nível máximo normal do reservatório foi definido na elevação 794,60m, proporcionando uma queda bruta total de 22,38m. A perda hidráulica máxima total calculada para o circuito de geração foi de 1,68 m (7,5% da queda bruta total).

Não haverá necessidade de desvio do rio, sendo mantido, na margem direita, um septo de proteção para a escavação do canal de adução e do túnel, protegendo para enchente com tempo de recorrência de 2 anos, correspondente ao período anual.

O empreendimento é composto de canal de adução, túnel de adução, câmara de carga, condutos forçados, casa de força e canal de fuga, todos na margem direita do rio. O túnel de adução possui 870,0m de comprimento com seção arco-retângulo de 6,50 m de base e 6,50 m de altura, em baixa pressão. Após o túnel, será construída uma câmara de carga, de onde seguem dois condutos forçados, para as unidades geradoras 1 e 2, até a casa de força. O diâmetro de cada conduto forçado é de 2,65 m. O comprimento de cada conduto, desde a saída da câmara de carga até a unidade geradora, é de 102,10 m.

A conexão da PCH Itararé ao Sistema Interligado Nacional (SIN) está prevista na barra de 138 kV da subestação São José do Cerrito de propriedade da Celesc Distribuição. A interligação da PCH Itararé a SE São José do Cerrito será por meio de uma Linha de Transmissão em 34,5 kV, circuito simples, cabo 336,4 MCM, com extensão de 2 km.

O circuito hidráulico de geração compõe-se de canal de adução, túnel de adução, câmara de carga, condutos forçados, casa de força e canal de fuga, todos na margem direita do rio Caveiras. O sistema foi dimensionado para a vazão de projeto de 52,77 m³/s, sendo 26,38 m³/s em cada unidade geradora.

A tabela abaixo apresenta as principais diferenças entre o levantamento do inventário hidrelétrico, os dados do mapa interativo da ANEEL (2019) e o Projeto Básico realizado em 2014.

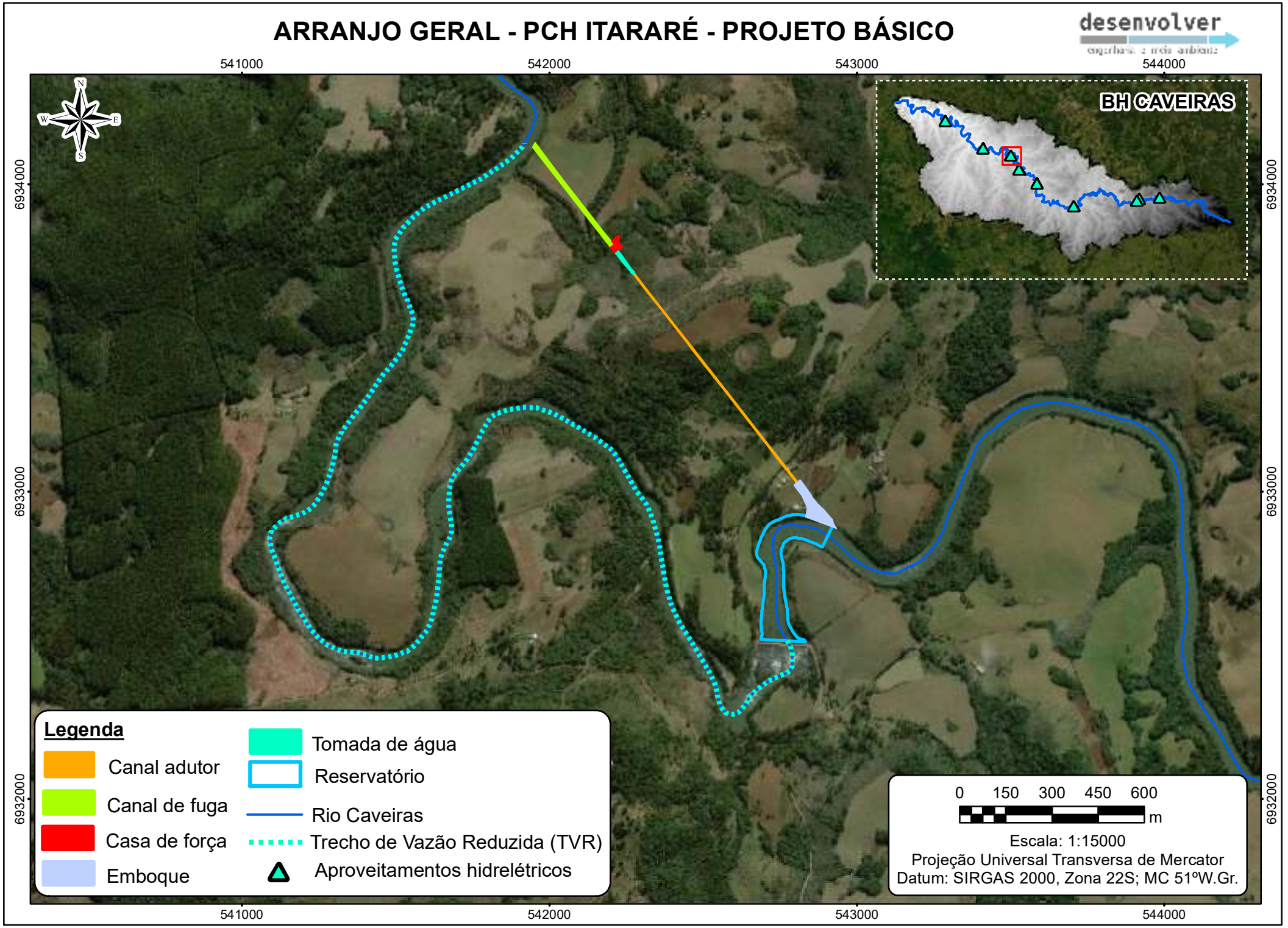
Tabela 28 - Dados Gerais - PCH Itararé

Parâmetros	Estudo de Inventário	Dados ANEEL/SIGEL	Dados Projeto Básico (05/2014)
NA montante (m)	794,00	794,60	794,60
NA jusante (m)	772,30	772,22	772,22

Parâmetros	Estudo de Inventário	Dados ANEEL/SIGEL	Dados Projeto Básico (05/2014)
Coordenadas do Barramento	-	Lat. 27°43'39,3"S; Long. 50°33'53,8"W	Lat. 27°43'10,4"S; Long. 50°34'18,5"W.
Comprimento Canal de Adução (m)	150,00	-	-
Perímetro do Reservatório (km)		-	1,27
Área do Reservatório (ha)	33,00	-	4,00
Comprimento do Reservatório (m)	-	-	0,53
Altura da barragem (m)	15,00	-	-
Área de drenagem (km²)	1.304,00	1.363,00	1.363,00
Queda Bruta (m)	21,70	22,38	22,38
Queda Líquida (m)	21,00	-	-
Perda de Carga (m)	0,70	-	-
Perda Hidráulica (m)	-	1,68	1,68
Fator de indisp. Forçada (%)	-	-	1,92
Fator de indisp. Programada (%)	-	-	3,28
Tipo Turbina	-	-	2 Kaplan
Fator de Potência	-	0,90	0,90
Período Hidrológico	-	01/1957 - 06/2013	01/1957 - 06/2013
Vazão Remanescente (Q7,10) (m³/s)	-	4,84	4,84
Vazão de Usos Consultivos (m³/s)	-	1,00	1,00
Q MLT (m³/s)	-	-	40,11
Vazão Firme (Q pern 95%)	-	-	11,56
Energia Média (MWh)	5,26	-	5,28
Potência (MW)	9,00	-	9,40
TVR (m)	-	-	4.951,00
Distância da foz (km)	-	-	80,50

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

ARRANJO GERAL - PCH ITARARÉ - PROJETO BÁSICO



6.4.8 PCH João Borges

A PCH João Borges localiza-se no Rio Caveiras, a aproximadamente 54 km de sua foz, entre os municípios de São José do Cerrito e Campo Belo do Sul, sendo suas coordenadas 27º 43’ 04’’ Sul e 50º 39’ 24’’ Oeste.

O empreendimento que se encontra em operação desde o ano de 2013, gera uma potência energética de 19 MW. Seu barramento é constituído por uma barragem/vertedouro de concreto compactado a rolo (CCR), a ombreira esquerda com fechamento com barragem de terra e a ombreira direita com fechamento com barragem de concreto.

O vertedouro localizado entre as duas ombreiras, é do tipo soleira vertente livre com crista na El. 771,50 m, correspondendo ao nível normal de operação do reservatório. Com um comprimento de crista de 140 m e uma altura máxima em torno de 22 m.

O reservatório da PCH João Borges, para o nível d’água normal de operação na El. 771,50 m, apresenta uma área de 4,1 km2, obtida a partir de levantamento topográfico de campo. Nesta cota, o reservatório deverá acumular um volume de cerca de 23,3 hm³.

O sistema de adução é composto por um de canal de adução, tomada d’água a gravidade e conduto forçado blindado. O canal de adução, do tipo trapezoidal, possui largura de fundo de 8,00 m e um comprimento total de cerca de 1.180 m, com fundo na El. 766,40 m. A estrutura da tomada d’água é do tipo gravidade, com a fundação assente em rocha, apresenta aproximadamente 13,5 m de altura por 14,50 m de largura e está coroada na El. 776,00 m, acrescida de 1,10 m de guarda corpo móvel.

A PCH João Borges possui um canal para a condução da água desde a estrutura de emboque na Barragem até a estrutura da tomada d’água composta por três aduções, cada uma ligada a um Conduto Forçado e este a sua respectiva Unidade Geradora. O conduto forçado de cada unidade possui diâmetro aproximado de 2.500 mm com comprimento aproximado de 195 m.

A tomada d'água tem comporta de serviço e grade a montante e está projetada para garantir a operação no nível d'água mínimo operacional em condições adequadas de submergência.

A casa de força da PCH João Borges, do tipo abrigada em concreto convencional, foi projetada para abrigar três unidades hidrogeradoras com turbinas do tipo Francis Horizontal de eixo duplo, de 6,333 MW cada, perfazendo uma potência instalada total de 19,00 MW. A casa de força apresenta uma largura de 28,20 m por um comprimento de 56,85 m, e altura total, a partir da escavação do tubo de sucção, de aproximadamente 33 m.

O canal de fuga, escavado em rocha junto à casa de força, possui fundo variável com sequência de rampas. Na saída do tubo de sucção, o canal tem fundo na El. 728,00 m, subindo até a El. 734,00 m, finalizando com uma soleira próxima à margem na El. 735,00 m.

A subestação da usina, em 34,5 kV está localizada a direita hidráulica da casa de força. O pátio da subestação, na El. 744,00 m tem aproximadamente 12,00 m de largura por 30,00m de comprimento, construída mediante aterro.

Tabela 29 - Dados Gerais - PCH João Borges

Parâmetros	Dados ANEEL/SIGEL	Dados Relatório com Vistas à Obtenção da LAO (2012)
NA montante (m)	771,5	771,5
NA jusante (m)	735,6	735
Coordenadas do Barramento	Lat. 27°43'1,96"S; Long. 50°39'26,83"W	Lat. 27°43'1,04"S; Long. 50°39'24"W
Coordenadas Casa de Força	Lat. 27°42'57,52"S; Long. 50°40'19,11"W	
Área do Reservatório (km²)		4
Volume do Reservatório (hm³)		23,3
Área de drenagem (km²)	1.639	
Queda Bruta (m)	35,9	
Tipo Turbina		3 unidades - Francis Horizontal de eixo duplo
Vazão Remanescente (Q7,10) (m³/s)		3,3
Potência (MW)	19,000	19,000
Distância da foz (km)		54
TVR (m)		2400

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Figura 18 - Estruturas identificadas in loco da PCH João Borges



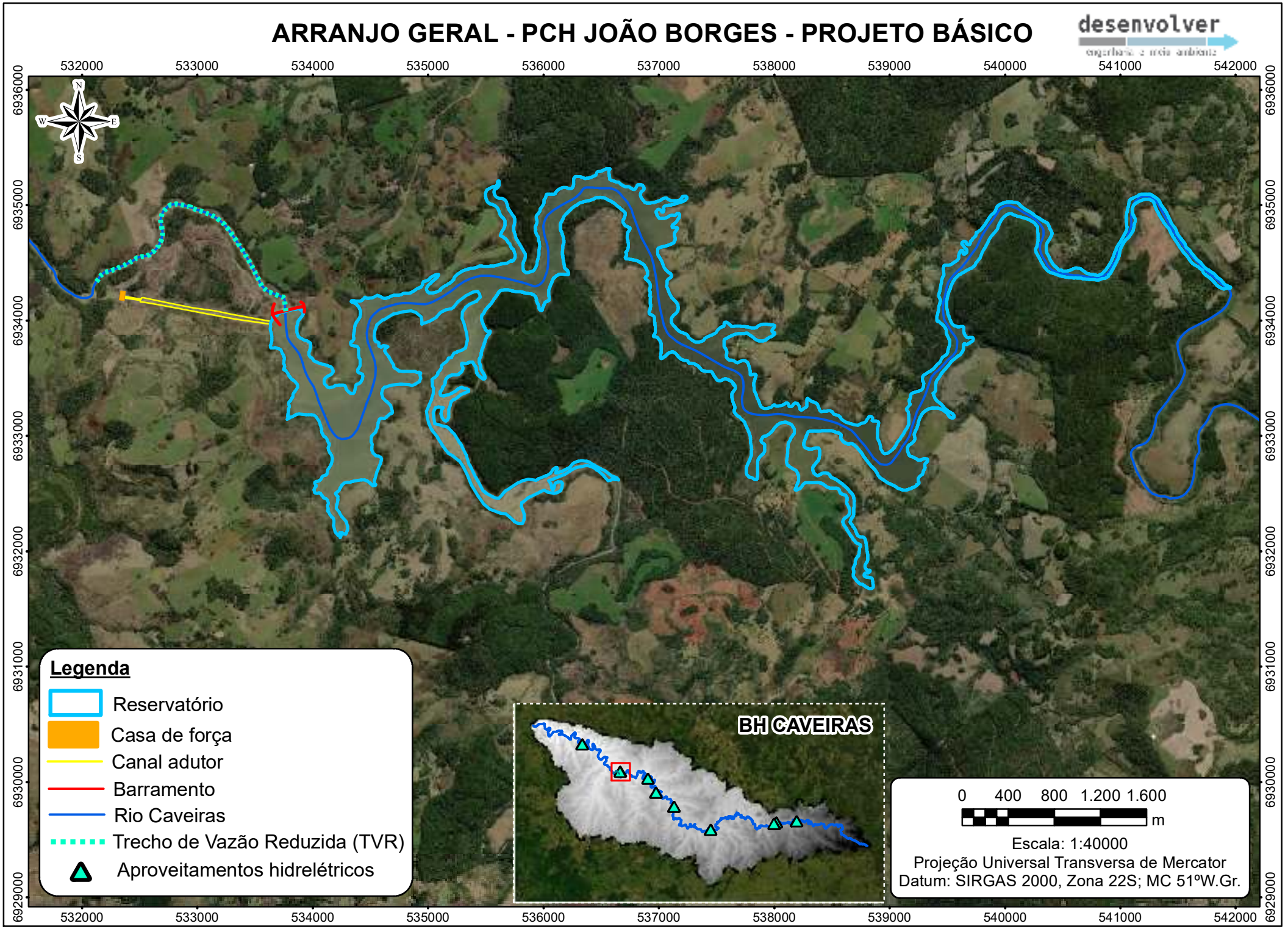
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Figura 19 - Estruturas identificadas in loco da PCH João Borges



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

ARRANJO GERAL - PCH JOÃO BORGES - PROJETO BÁSICO



6.4.9 PCH Portão

Este empreendimento está previsto no rio Caveiras, em área limítrofe entre os municípios de Campo Belo e São José do Cerrito, nas respectivas cotas de montante e jusante 726,50 m e 705,00. O Projeto Básico da PCH Portão, apresentou dados similar ao que foi levantado no inventário hidrelétrico do rio Caveiras (emitido através do Despacho n. 277, de 03/03/2005; Processo 48500.004020/2004-98).

De acordo com o Projeto Básico do empreendimento, o aproveitamento hidrelétrico apresenta uma usina nas cotas de NA montante na elevação 726,50 m, composta por um barramento de altura aproximada de 19,50m, composto por 134,00m de soleira vertente. O nível jusante situa-se na elevação 705,00m, com 21,50 m de queda bruta, respeitando as cotas de inventário.

Pretende-se adicionar na margem direita do barramento, a tomada d'água junto de um canal de aproximação formado pelo próprio vertedouro, com comportas de dimensão de 3,0m x 3,0m. A partir desta, tem-se 3 tubulações com 3,50 m de diâmetro com extensão de 45,00 m até a casa de força que seria inserida próxima ao vertedouro. Para a restituição da água até o leito do rio, utilizar-se um canal de fuga paralelo ao rio.

O vertedouro possui um comprimento total de 136,00 metros e a altura máxima é de 19,50. A casa de força é composta por três unidades, tipo Francis Dupla, com potência unitária no eixo de 5500 kW.

Esse arranjo tem como característica uma casa de força ao pé do barramento aproveitando a vazão sanitária para geração hídrica. Essa alternativa visa compactar o arranjo, diminuindo quesitos de logística, material a ser empregado, e otimização do benefício energético, uma vez que todas estruturas estarão próximas umas das outras e será aproveitado a vazão sanitária para motorização.

Além disso, o arranjo deve conter um trecho vertedor, devidamente dimensionado para cheia de projeto (TR 10.000 anos média diária) de 931,00 m³/s, com uma elevação do nível de água a montante de 16,50 m, devido ao remanso formado.

O Canal de fuga da PCH Portão está orientado de forma a encontrar o curso normal d'água do Rio Caveiras sem causar turbulência. O nível d'água na seção do encontro do canal com o curso d'água se encontra na el. 705,00 m representando desta forma o nível de jusante da usina. O canal de fuga terá extensão de 20,00m de comprimento, 10,00m de largura, suficiente para proteger contra enchentes na TR 10.000.

A casa de força da PCH Portão foi estudada para abrigar os conjuntos turbina/gerador em um arranjo compacto, seguro e prático. O local previsto para a implantação da casa de máquinas é favorável, pois se encontra recuado do vale do rio. A fundação se dará toda em rocha competente cujo topo rochoso encontra-se aproximadamente na cota indicada como nível de jusante (NAJ).

Foram estudadas várias possibilidades de turbinas e arranjos para a potência final a ser instalada de 16,00MW, para a queda líquida calculada de 20,89 m e uma vazão de 86,56 m³/s.

A energia será gerada na tensão de 13,8 kV e elevada para 138 kV por meio de um Transformador de potência, em uma Subestação Elevadora construída ao lado da Casa de Força. Da mesma se originará uma Linha de Transmissão com circuito duplo e estruturas normais em postes e cruzetas de concreto, com extensão de 25 km até a subestação Itararé em São Jose do Cerrito-SC, onde se dará a conexão.

O aproveitamento da PCH Portão não irá possuir Trecho de Vazão Reduzida, irá ter um espaço de rio livre entre a usina imediatamente a montante (PCH João Borges), e já está inserida imediatamente após o lago da UHE Garibaldi.

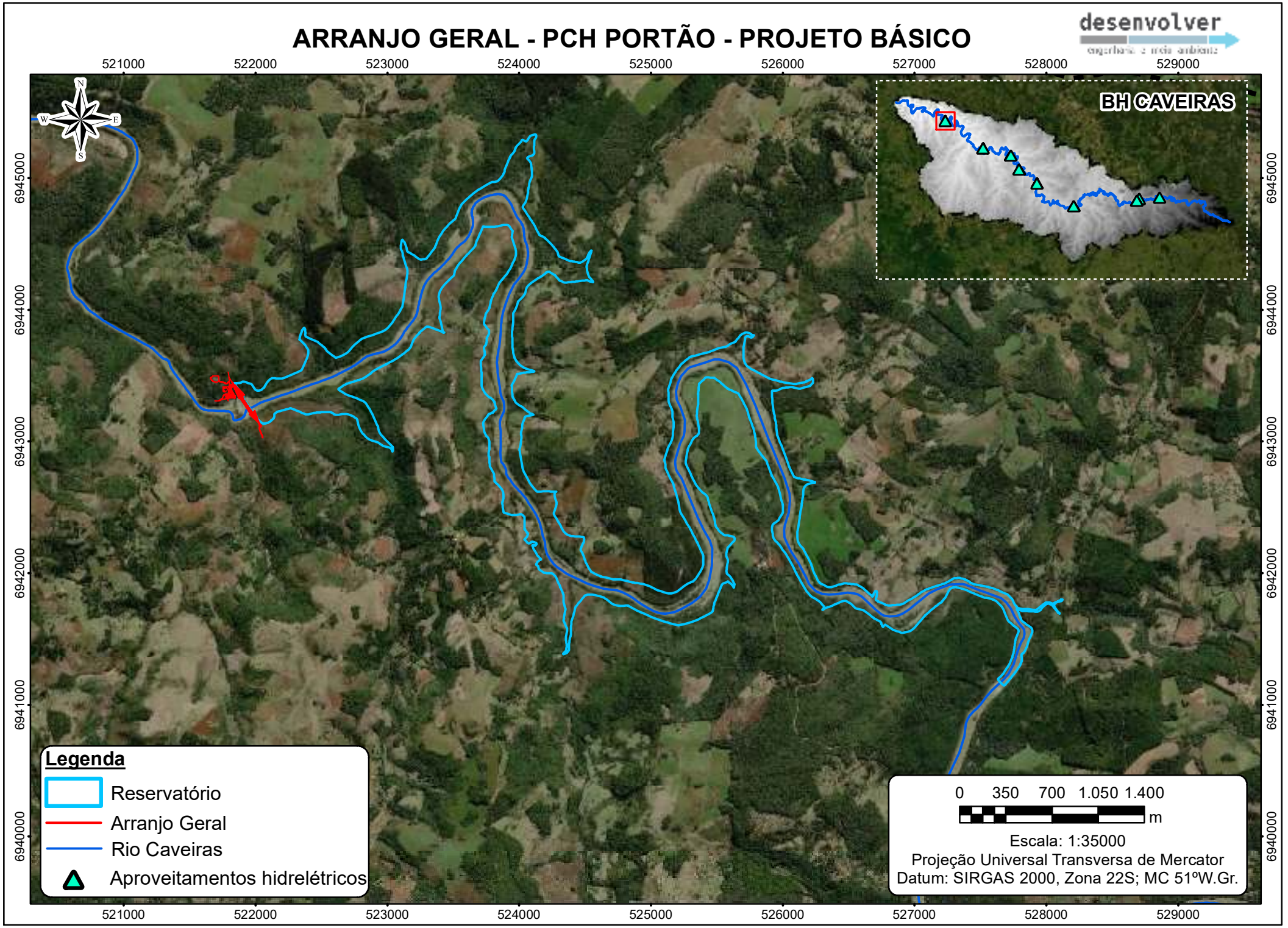
Tabela 30 - Dados Gerais - PCH Portão

Parâmetros	Estudo de Inventário	Dados ANEEL/SIGEL	Dados Projeto Básico (07/2019)
NA montante (m)	726,50	726,50	726,50
NA jusante (m)	705,00	705,00	705,00
Coordenadas do Barramento	-	Lat. 27°38'0"S; Long. 50°46'32"W	Lat. 27°38'1,79"S; Long. 51°46'39,71"W
Coordenadas Casa de Força	-	-	Lat. 27°38'2,84"S; Long. 50°46'42,51"W
Comprimento Vertedouro (m)	134,00	-	136,00
Comprimento Canal de Adução (m)	-	-	40,00

Parâmetros	Estudo de Inventário	Dados ANEEL/SIGEL	Dados Projeto Básico (07/2019)
Comprimento Tomada de água (m)	-	-	9,65
Comprimento Médio Conduto Forçado (m)	-	-	45,00
Perímetro do Reservatório (km)		-	35,30
Área do Reservatório (km²)	3,00	-	3,00
Comprimento do Reservatório (m)	-	-	12983,00
Altura da barragem (m)	19,5	-	19,50
Área de drenagem (km²)	-	2.168	2.16
Queda Bruta (m)	21,5	21,5	21,50
Perda Hidráulica (%)	-	-	2,85
Tipo Turbina	-	-	3 unidades - Francis Dupla
Potência Unitária Nominal (kW)	-	-	5.500,00
Rotação Síncrona	-	-	225,00
Queda de Referência (m)	-	-	20,89
Fator de Potência	-	-	0,90
Rendimento Médio (%)	-	-	0,97
Rendimento Conjunto (Turbina/Gerador) (%)	-	-	90,21
Período Hidrológico	-	-	11/1956 - 12/2017
Vazão total (engolimento) (m³/s)	-	-	86,56
Energia Gerada Total (MWméd)	-	-	8,79
Q MLT (m³/s)	-	-	57,53
Potência (MW)	-	15,00	16,00
Distância da foz (km)	30,60	-	30,60

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

ARRANJO GERAL - PCH PORTÃO - PROJETO BÁSICO



6.5 INTERLIGAÇÃO DAS USINAS AO SISTEMA DE TRANSMISSÃO

De acordo com a CELESC (2019), cada empreendedor realizou suas consultas de acesso, tendo como base para sua interligação as alternativas apresentadas abaixo. Os dados aqui descritos foram retirados dos projetos básicos, segundo a tabela 21.

⇒ PCH PORTÃO = A energia será gerada na tensão de 13,8 kV e elevada para 138 kV por meio de um Transformador de potência, em uma Subestação Elevadora construída ao lado da Casa de Força. Da mesma se originará uma Linha de Transmissão com circuito duplo e estruturas normais em postes e cruzetas de concreto, com extensão de 25 km até a subestação Itararé em São Jose do Cerrito-SC, onde se dará a conexão.

⇒ PCH ITARARÉ = A energia será gerada na tensão de 34,5 kV e elevada para 138 kV por meio de um Transformador de potência, em uma Subestação Elevadora construída ao lado da Casa de Força. Desta, se originará uma linha de transmissão com circuito duplo e estruturas normais em postes e cruzetas de concreto, com extensão de 2,00 km até a subestação na CELESC, em Itararé - SC, onde será realizada a conexão.

⇒ PCH PINHEIRO = A energia será gerada na tensão de 34,5 kV, equipada com cabos 2/0 CAA, interligando a PCH Pinheiro de 8,6MW a SE São Jose do Cerrito Itararé. A Linha de Transmissão será construída com estruturas normais, em poste único e terá uma extensão de aproximadamente 7,3 km.

⇒ PCH A.M DIAS = Considerou-se para fins de estudos energéticos finais a conexão da PCH A. M. Dias na barra de 23 kV da SE Lages Área Industrial das Centrais Elétricas de Santa Catarina – CELESC, através de uma linha de transmissão exclusiva com 27 km. As perdas elétricas foram definidas em 2% da potência nominal da usina e o consumo interno em 0,5% da potência instalada.

⇒ SÃO PAULO A energia gerada pela CGH SÃO PAULO será transmitida através da rede de distribuição de energia em 13,8 kV. A linha de transmissão de energia da Usina será feita por meio de um ramal novo de rede trifásica classe 23 kV, interligando a usina à SE de Lages.

6.6 CENÁRIO DE IMPLANTAÇÃO DE NOVOS EMPREENDIMENTOS NO TRECHO EM ANÁLISE

Como os aproveitamentos hidrelétricos CGH Caveiras e PCH João Borges já estão implantados, existe ainda, de acordo com os projetos apresentados um potencial de aproximadamente 47,00 MW de potência passível de ser instalada, o que se estima que irá gerar cerca de 23,5 MW de energia média. No entanto esse potencial latente de geração de energia hidrelétrica na bacia está distribuído em diversos empreendimentos, cujos atrativos para o mercado investidor, seja ele privado ou estatal, depende de uma análise individualizada de cada aproveitamento, considerando diversos aspectos influentes no processo de viabilização – ou não – desses potenciais.

Destaca-se que esse aspecto é muito importante quando o objetivo é avaliar de maneira integrada a implantação de empreendimentos hidrelétricos, pois se presume que a implantação concomitante de todos os aproveitamentos gera conflitos bem distintos quando comparados a uma implantação escalonada dos mesmos aproveitamentos.

A proposição de cenários quanto à implantação de novos empreendimentos hidrelétricos nesse trecho da bacia do Rio Caveiras em cenários de curto, médio e longo prazo, foi ponderada considerando os seguintes aspectos comentados a seguir:

⇒ Interesse estratégico do poder concedente;

⇒ Condições setoriais do mercado de energia atual; e

⇒ Atratividade de cada aproveitamento.

6.6.1 Interesse estratégico do poder concedente

Segundo a Constituição da República Federativa do Brasil de 1998, é de competência da União:

> "XII - explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão:...b) os serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos de água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidroenergéticos;" Art 21, alínea XII-b.

A ANEEL é o agente regulador do setor elétrico nacional, que estabelece os critérios, analisa os estudos e fornece as concessões e autorizações para implantação de aproveitamentos hidrelétricos.

No ano de 2015, foi proposta a simplificação das análises de PCH. A premissa dessa nova posição é de que todas as análises até então realizadas repetem aquilo que já foi realizado quando da avaliação dos estudos de inventário hidrelétrico do rio onde a usina será implantada.

Através da publicação da Resolução Normativa nº 673/2015, notou-se que a ANEEL procura dar celeridade ao processo de licenciamento de PCHs, objetivando a viabilização no curto prazo.

6.6.2 Condições setoriais do mercado de energia atual

O Brasil vive, atualmente, uma das situações mais complicadas na geração de energia. A sequência de anos de baixa afluência, levaram os reservatórios a níveis alarmantes, o custo de energia se elevou, e os consumidores cativos foram induzidos a economizar, devido a frequentes apagões.

O Custo Marginal de Operação (CMO), calculado pelo ONS, representa o custo para se produzir uma unidade adicional de energia, dadas as condições do momento. Um CMO elevado pode indicar níveis baixos de armazenamento de água nos reservatórios das hidrelétricas e condições hidrometeorológicas desfavoráveis, isto é, poucas chuvas nas bacias dos rios. O CMO também é impactado pela previsão de consumo de energia, de forma que um aumento de consumo, em decorrência, por exemplo, de um aumento da temperatura, poderá elevar o CMO. Nesse contexto, as usinas termelétricas entraram em operação para compensar a

falta de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas ou o aumento de consumo e, assim, preservar a capacidade de geração futura de energia (ABRADEE, 2014).

As bandeiras tarifárias foram criadas pela ANEEL com o objetivo de sinalizar aos consumidores os custos reais da geração de energia elétrica. O funcionamento baseia-se pelas cores em tom de verde, amarelo e vermelho, na qual indicam se a energia custará mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade. Com as bandeiras, a conta de luz fica mais transparente e o consumidor tem a melhor informação para usar a energia elétrica de forma mais consciente.

A bandeira verde indica condições favoráveis de geração de energia (a tarifa não sofre nenhum acréscimo), a bandeira amarela refere-se às condições de geração menos favoráveis., o qual a tarifa sofre acréscimo de R$ 1,34 para cada 100 kWh (quilowatts-hora) consumidos. Já a bandeira vermelha possui dois patamares: o patamar 1, com condições mais custosas de geração, no qual a tarifa sofre acréscimo de R$ 4,16 para cada 100 kWh (quilowatts-hora) consumidos, e o patamar 2 com condições ainda mais custosas de geração, com um acréscimo na tarifa de R$ 6,24 para cada 100 kWh (quilowatts-hora) consumidos.

Em maio/2019, a ANEEL aprovou a resolução que estabelece novas faixas de acionamento a partir de junho do mesmo ano. No cálculo, foi incorporado um avanço metodológico para a regra de acionamento que atualiza o perfil do risco hidrológico (GSF*), o qual passa a refletir exclusivamente a distribuição uniforme da energia contratada nos meses do ano ("sazonalização flat"). O efeito do GSF a ser percebido pelos consumidores retratará com maior precisão a produção da energia hidrelétrica e a conjuntura energética do sistema.

A bandeira amarela passou a R$ 1,50 a cada 100 kWh, já a bandeira vermelha no patamar 1 custa R$ 4,00 a cada 100 kWh, e no patamar 2, R$ 6,00 a cada 100 kWh. A alteração foi especialmente motivada pelo déficit hídrico no ano de 2018, que reposicionou a escala de valores das bandeiras.

A seguir foi levantado o histórico das bandeiras, que representa o cenário atual da geração e comércio de energia.

Tabela 31 - Histórico de bandeiras tarifárias entre nov/2017 e fev/2020

Período	Bandeira
Fevereiro/2020	Bandeira verde
Janeiro/2020	Bandeira amarela
Dezembro/2019	Bandeira amarela
Novembro/2019	Bandeira vermelha - patamar 1
Outubro/2019	Bandeira amarela
Setembro/2019	Bandeira vermelha - patamar 1
Agosto/2019	Bandeira vermelha - patamar 1
Julho/2019	Bandeira amarela
Junho/2019	Bandeira verde
Maio/2019	Bandeira amarela
Abril/2019	Bandeira verde
Março/2019	Bandeira verde
Fevereiro/2019	Bandeira verde
Janeiro/2019	Bandeira verde
Dezembro/2018	Bandeira verde
Novembro 2018	Bandeira amarela
Outubro 2018	Bandeira vermelha - patamar 2
Setembro 2018	Bandeira vermelha - patamar 2
Agosto 2018	Bandeira vermelha - patamar 2
Julho 2018	Bandeira vermelha - patamar 2
Junho 2018	Bandeira vermelha - patamar 2
Maio/2018	Bandeira amarela
Abril/2018	Bandeira verde
Março/2018	Bandeira verde
Fevereiro/2018	Bandeira verde
Janeiro/18	Bandeira verde
Dezembro/2017	Bandeira vermelha - patamar 1
Novembro/2017	Bandeira vermelha - patamar 2

Fonte: ANEEL, 2020

O Mercado Livre de Energia no Brasil surgiu para estimular a concorrência e, assim, reduzir os custos com energia elétrica, o que vem causando baixa na concretização de novos negócios, devido a queda no preço da energia. O consumidor livre pode traçar suas próprias estratégias e negociar livremente as condições comerciais de contratação da sua energia, tendo a possibilidade de escolher preço, prazo e indexação, além de ter flexibilidade quanto ao montante de consumo. O consumidor livre também pode escolher seu fornecedor de energia, que pode ser um Gerador ou um Agente Comercializador.

A atual tendência global de foco em sustentabilidade e em formas limpas de geração de energia leva a crer que a geração de energia de fontes renováveis irá crescer, de forma gradual reduzir a participação das fontes não-renováveis na matriz energética brasileira. A combinação de preços de energia, incentivos especiais, redução de custos de implantação de novos projetos de fontes renováveis e crescentes custos e dificuldades ambientais para a implantação de grandes hidrelétricas e empreendimentos de geração de fontes não-renováveis também colaboram com este cenário de expansão.

Dessa forma, considerando-se os aspectos das condições setoriais do mercado brasileiro atual de energia, e imaginando uma retomada do crescimento nacional nos próximos anos, é possível considerar que os empreendimentos ainda em fase de inventário seriam viáveis somente no longo prazo, pois, após a retomada do crescimento econômico, deve-se considerar ainda o prazo necessário para desenvolvimento e aprovação de tais projetos. Já os projetos em fase de elaboração do projeto básico, podem ser considerados concebíveis em médio prazo, pois já possuem investimentos desprendidos.

6.6.3 Atratividade econômica de cada aproveitamento hidrelétrico

Para avaliar a atratividade econômica de cada empreendimento foram usados os dados econômicos de cada projeto básico dos empreendimentos inseridos no rio Caveiras, trecho entre a nascente e o remanso da UHE Garibaldi.

Os indicadores econômicos alcançados na época servem para hierarquizar a atratividade dos empreendimentos quanto aos seus aspectos econômicos e de retorno sobre o investimento.

Considerando o custo de produção de energia, que é um indicador da viabilidade econômica de cada empreendimento, o que tem menor custo é a PCH Portão, próximo de 4.169,14 R$/MW, e o que tem maior custo de implantação é a PCH Pinheiro com 6.944,42 R$/MW. No entanto, tais valores foram obtidos nos estudos de projeto básico elaborados em 2019 e 2014, respectivamente, fato que pode causar alteração até a fase de instalação.

A pesquisa junto aos dados da ANEEL, referente ao acompanhamento dos processos solicitados de estudos e projetos de aproveitamentos hidrelétricos, possibilita avaliar o posicionamento atual dos investidores quanto aos empreendimentos disponíveis no inventario do rio Caveiras, e com isso, pode-se avaliar qual é a perspectiva temporal mínima quanto a implantação de tais empreendimentos considerando esse critério isoladamente. A tabela abaixo demostra o status de cada empreendimento desses inventários quanto aos pedidos de registro ativo para o desenvolvimento de projetos básicos.

O enquadramento quanto a esse critério nos cenários de curto, médio e longo prazo considerou que os empreendimentos com registro ativo seriam viabilizados no curto prazo, os que foram objeto de registro (ou seja, o mercado já demonstrou interesse).

Tabela 32 - Índices econômicos dos aproveitamentos hidrelétricos

APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO	CUSTO UNITÁRIO (R$/kW)	CUSTO ÍNDICE DE GEREAÇÃO (R$/kW)	CUSTO INDIRETO (R$)	CUSTO TOTAL (SEM JDC) - R$	CUSTO TOTAL (COM JDC) - R$
PCH Portão	4.169,15	-	6.495.300,00	62.930.502,11	66.706.332,24
PCH Itararé	-	-	5.324.000,00	38.321.000,00	40.575.000,00
PCH Pinheiro	-	-	-	53.830.000,00	59.722.000,00
PCH A.M. Dias	4.711,00	-	-	-	24.496.000,00
CGH São Paulo	-	-	-	17.808.485,90	18.698.910,00
CGH Santo Antônio	-	-	-	-	-
CGH Hoppen	-	4.372.966,12	-	-	10.932.415,30

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

6.6.4 Hierarquização

Ponderando-se todos os fatores já levantados acima, pode-se estabelecer um cenário quanto ao interesse potencial em implantar novos empreendimentos hidrelétricos em curto, médio e longo prazos avaliando apenas aspectos mercadológicos, destacando, no entanto, que tal cenarização é uma estimativa baseada nas condições atuais do mercado e dos regulamentos do setor elétrico. Caso aconteçam mudanças estruturais significativas (incentivos fiscais do governo, incentivos aos pequenos produtores de energia, mudança nas regras, etc.), tais cenários podem ser significativamente alterados.

Com base no interesse estratégico do poder concedente, nas condições setoriais do mercado de energia e na atratividade de cada empreendimento avaliado, foram estimados os cenários de curto, médio e longo prazo, da forma como estabelecido na tabela a seguir.

Tabela 33 - Definições quanto a tempo para os cenários de curto, médio e longo prazo.

Critério	Tempo	Cor
Curto prazo	1 a 5 anos	
Médio prazo	5 a 10 anos	
Longo prazo	Acima de 10 anos	

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Esses cenários considerados para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica que visa a avaliação de impactos sinérgicos e cumulativos, demonstra que:

1. Existe o interesse do mercado em viabilizar todos os empreendimentos no curto prazo;

2. Pode ser considerada a hipótese de implantação concomitante de todos os aproveitamentos;

3. Diante das afirmações 1 e 2, uma série de impactos poderão ocorrer de maneira cumulativa, tais como: aumento da oferta de empregos, pressão sobre a infraestrutura de saúde dos municípios e aumento da criminalidade, dentre outros relacionados com a grande quantidade de mão-de-obra que advém de outras regiões caso os empreendimentos sejam implantados concomitantemente;

4. Os dados obtidos no monitoramento poderão ser usados para refinar a calibração dos modelos ambientais propostos nesta AIBH.

Tabela 34 - Posicionamento do mercado investidor para desenvolvimento de projetos básicos dos aproveitamentos hidrelétricos inventariados

Aproveitamento hidrelétrico	Interesse estratégico do poder concedente	Condições setoriais do mercado de energia	Atratividade de cada empreendimento	Enquadramento da AII
PCH Portão				
PCH Itararé				
PCH Pinheiro				
PCH A.M Dias				
CGH São Paulo				
CGH Hoppen				
CGH Santo Antônio				

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Este capítulo trata-se do conjunto de informações que caracterizam a Bacia Hidrográfica do rio Caveiras. Essa abordagem é fundamental para reconhecer as potencialidades e vulnerabilidades da região de estudo, e consequentemente contribui para a fase de prognóstico, na qual é feito o cenário futuro de acordo com os dados aqui apresentados. A caracterização ambiental contempla os aspectos físicos, bióticos, e sócio econômicos no trecho em análise na bacia.

7.1 PROCESSOS E ATRIBUTOS FÍSICOS

O estudo do meio físico é definido como a totalidade estruturada em equilíbrio dinâmico, com vários aspectos, guardando relações de interdependência com os demais componentes (FORNASARI et al., 1990). Esses componentes da natureza possuem relações intrínsecas estando relacionadas aos seguintes eixos temáticos: geologia, geomorfologia, solo, clima, vegetação e água de superfície e subterrânea (SILVA et al., 2003).

São nestes eixos que o homem interfere notadamente com a implantação dos empreendimentos hidrelétricos, pois é feito a criação de reservatórios, abertura de estradas, túneis e diversas outras atividades, que modificam o ambiente natural, podendo leva-lo a um desequilíbrio quanto a sua capacidade de suporte.

7.1.1 Climatologia

O conhecimento do clima constitui uma ferramenta científica e está pautada com as descrições dos padrões de distribuição temporal e espacial dos elementos do tempo. Para isso parte-se do preposto que o tempo é o estado médio da atmosfera numa dada porção de tempo e em determinado lugar, e o clima é a síntese do tempo num dado lugar durante um período variando entre 30 e 35 anos. Basicamente, o clima apresenta uma generalização, enquanto o tempo traz eventos específicos (Ayoade, 1996). O mesmo autor ainda relata que o estudo do clima possui algumas subdivisões como:

⇒ Climatologia regional – é a descrição dos climas em áreas selecionadas da Terra;

⇒ Climatologia sinótica – é o estudo do tempo e do clima em uma área com relação ao padrão de circulação atmosférica predominante, sendo uma nova abordagem para a climatologia regional;

⇒ Climatologia física – que envolve a investigação do comportamento dos elementos do tempo, dando-se ênfase a energia global e aos regimes de balanço hídrico da Terra e da atmosfera;

⇒ Climatologia dinâmica – enfatiza os movimentos atmosféricos em várias escalas, particularmente na circulação geral da atmosfera;

⇒ Climatologia aplicada – enfatiza a aplicação do conhecimento e dos princípios climatológicos nas soluções de problemas práticos que afetam a humanidade;

⇒ Climatologia histórica – é o estudo do desenvolvimento dos climas através dos tempos.

Para esta Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica (AIBH) do rio Caveiras o objetivo foi de reunir dados e informações referenciadas sobre os vários parâmetros de influência direta, a fim de apresentar a caracterização da Normal Climatológica para a região em questão.

7.1.1.1 Métodos e Análise dos Dados

Os resultados para os dados climatológicos da bacia hidrográfica do rio Caveiras foram obtidos através de levantamentos literários de publicações em artigos, dissertações, teses, programas de monitoramento, estações metrológicas, entre outras fontes pertinentes ao objeto.

Para a utilização dos dados, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) define como Normais os "*valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, no mínimo três décadas consecutivas*" e define padrões climatológicos normais como "*as médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos*".

As informações consultadas para esta caracterização foram obtidas através de pesquisa online no site do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia e estão apresentadas nesta secção. Os dados são os resultados de um projeto concluído em março de 2018, que teve como objetivo analisar e registrar as alterações do clima subsequentes à edição anterior, as Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990 divulgado pelo INMET em 2009. As informações utilizadas para esta caracterização consideraram as estações meteorológicas de superfície do INMET, locadas em Lages (código 83891 – desativada desde abril de 2017) e Campos Novos (código 83887 – fechada desde agosto de 2017), durante o período correspondente a 01/01/1981 até 31/12/2010 (INMET, 2019).

A Normal Climatológica do Brasil 1981-2010 atualizou o conjunto de vinte e seis parâmetros meteorológicos computadas na versão anterior (1961-1990) e adicionou mais quatorze (14) parâmetros, perfazendo um total de quarenta (40) variáveis meteorológicas, uma vez que a nova publicação visa proporcionar orientação, informação e assistência à comunidade da ciência do clima, ao agronegócio, as instituições públicas e privadas nacionais e internacionais.

Mediante a este levantamento bibliográfico foi possível classificar a climatologia da região onde está inserida a bacia hidrográfica do rio Caveiras, considerando os fatores clima, temperatura, umidade relativa do ar, evaporação, evapotranspiração, insolação, ventos e precipitação, os quais são apresentados e discutidos abaixo.

7.1.1.2 Clima

O clima e o tempo brasileiro estão diretamente vinculados ao deslocamento das massas sobre o território, gerando as secas, as chuvas, as quedas na temperatura entre outros fatores. Além disso é preciso lembrar que estão em consonância mutua com a vegetação.

De maneira geral, nas regiões de clima subtropical predominam as elevadas temperaturas e a alternância entre estações secas (inverno) e úmidas (verão). A cobertura vegetal caracteriza-se por duas formações: as savanas e as florestas tropicais. Também aparecem, nas áreas alagadas, pântanos e, junto ao litoral e mangues. As florestas tropicais são encontradas próximas ao litoral e possuem algumas características das florestas equatoriais: são densas, ombrófilas (presença de umidade praticamente o ano inteiro), heterogêneas, com espécies latifoliadas, estratificadas, com grande biodiversidade. A floresta tropical original do Brasil, denominada Mata Atlântica, recobria trechos das regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Esse tipo de vegetação também é encontrado na África e no Sul e Sudeste asiáticos (clima de monções).

Desta forma, o clima de Santa Catarina foi caracterizado como subtropical úmido, apresentando duas variações, Cfa e Cfb, de acordo com a Classificação climática de Köppen-Geiger. A variação Cfa é encontrada em praticamente todo o estado nas áreas abaixo de 800 metros de altitude e o Cfb encontra-se nas áreas mais altas, acima de 800 metros. As temperaturas médias apresentam ampla variação de acordo com o local, sendo mais baixas nas regiões serranas e mais elevadas no litoral, no Sudeste e no oeste catarinense, em que as chuvas estão bem distribuídas ao longo do ano. Ao contrário do que se observam na maior parte do território brasileiro, em Santa Catarina as quatro estações são bem definidas, entretanto, o clima não é igual em todo o estado, pois existem diferenças significativas entre as regiões (Coan, 2014).

O clima da região onde está inserida a bacia hidrográfica do rio Caveiras caracteriza-se como Cfb temperado, mesotérmico úmido, com verão ameno, temperatura média anual de 16,5°C, precipitação média acumulada entre 1.700 e 2.000mm e umidade relativa do ar variando entre 70 e 75%.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

7.1.1.3 Temperatura do Ar

A temperatura atmosférica é definida como o estado térmico do ar atmosférico, ou seja, a condição de frio ou calor presente na atmosfera. De forma geral, a temperatura média para a área de influência da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras é de 16.5°C, variando de 6,0 a 26,6°C ao longo do ano, sendo que esporadicamente foram registrados valores inferiores a -1°C e superiores a 29°C. Ademais, nessa região há variação sazonal extrema na sensação de umidade, tendo como o período mais abafado o intervalo entre novembro a abril.

Salienta-se que na latitude da área em estudo, a marcha anual da temperatura é regida pela variação da posição relativa do sol entre os trópicos, consequentemente, a estação fria está ligada ao solstício de inverno e a estação quente ao solstício de verão. No inverno as temperaturas médias mínimas mensais caem entorno dos 7 ou 8ºC, evidenciado principalmente nos meses de junho e julho. Nesta estação do ano, além da incidência dos raios solares ocorrerem em ângulo menor, os dias também são mais curtos e é mais frequente a penetração de frentes polares, que provocam quedas acentuadas de temperatura. A bacia hidrográfica do rio Caveiras encontra-se sobre a influência dos anticiclones tropicais do Pacífico e do Atlântico, posicionados nas proximidades do o centro de baixa pressão chamado Baixa do Chaco.

Os registros absolutos das temperaturas respectivas para Lages e Campos Novos, durante o período de 1981 a 2010, foram as máximas de 34,5°C (janeiro de 2006) e de 35,6°C (novembro de 1985) e mínimas de -6,0°C e de -5,6°C (ambas obtidas em julho de 2000). Abaixo estão apresentados os registros das temperaturas que foram utilizadas na AIBH do rio Caveiras.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Tabela 35 - Temperatura máxima média, média, mínima média, máxima absoluta e mínima absoluta mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.

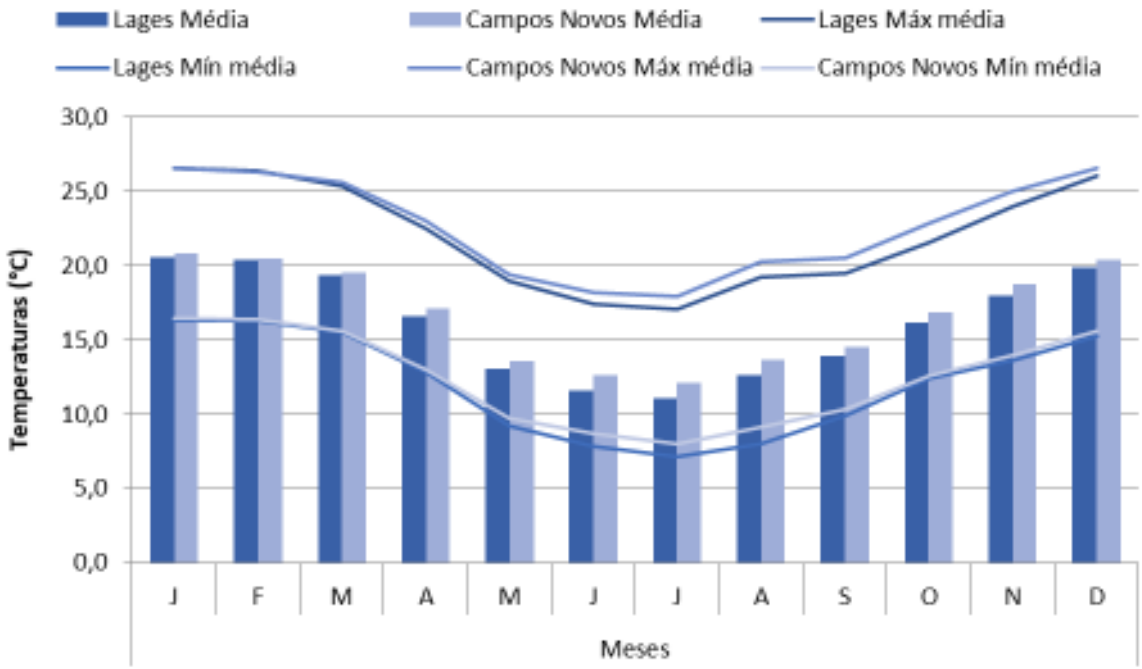
Estação	Temperatura	Meses												Anual
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Lages	Máx. média	26,6	26,4	25,4	22,5	19,0	17,4	17,1	19,2	19,5	21,6	24,0	26,1	22,1
	Média	20,6	20,4	19,4	16,6	13,1	11,6	11,1	12,6	13,9	16,2	18,0	19,9	16,1
	Mín. média	16,3	16,3	15,5	12,8	9,2	7,8	7,1	8,0	9,9	12,4	13,6	15,3	12,0
	Máx. absoluta	34,5	34,3	33,2	30,6	28,5	25,6	26,5	31,0	32,4	32,6	34,4	33,0	34,5
	Mín. absoluta	5,4	7,7	5,0	0,3	-3,4	-4,0	-6,0	-4,8	-4,0	3,2	2,9	5,6	-6,0
Campos Novos	Máx. média	26,6	26,3	25,6	23,0	19,4	18,2	17,9	20,3	20,5	22,9	25,0	26,6	22,7
	Média	20,8	20,5	19,5	17,1	13,6	12,6	12,1	13,7	14,5	16,9	18,8	20,4	16,7
	Mín. média	16,5	16,4	15,6	13,0	9,7	8,7	8,0	9,1	10,3	12,6	14,0	15,6	12,5
	Máx. absoluta	33,4	32,6	33,7	30,0	29,0	25,8	26,5	31,3	32,1	32,2	35,6	34,8	35,6
	Mín. absoluta	7,6	8,9	5,6	1,0	-2,9	-3,8	-5,6	-4,1	-2,2	2,3	2,0	6,6	-5,6

Fonte: INMET, 2019.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Entre as estações meteorológicas utilizadas na avaliação da região, notou-se uma pequena variação frente a Normal Climatológica, entretanto, demonstraram que as temperaturas registradas para a região foram condizentes com as estações quentes (de novembro a março) e frias (maio a setembro). Ademais salienta-se a identificação de meses de transição entre estas estações (abril e outubro). Abaixo é apresentada a variação de temperatura das estações meteorológicas e suas correlações diretas.

Figura 20 - Representação gráfica da temperatura máxima média, média e mínima média das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.



Fonte: Adaptado de INMET, 2019.

7.1.1.4 Umidade Relativa do Ar

Na distribuição espacial da umidade, o extremo oeste catarinense registra valores médios de 75%, o Oeste e o planalto, com valores de 80%, havendo um aumento em direção ao litoral, onde ocorrem valores de 85%. De modo geral, a umidade relativa do ar decresce do litoral para o interior, tendo assim uma amplitude de cerca de 10% (Geoconceição, 2012). Para a região de estudo a umidade relativa

média do ar é alta ao longo de todo ano, situando-se no intervalo entre aproximadamente 77% e 83%.

A tabela abaixo traz os dados da Normal Climatológica média mensal e anual da umidade relativa do ar para a região do rio Caveiras, sendo que estes resultados foram levantados com base nos dados das estações do INMET de Lages e Campos Novos, nela é possível observar que a umidade varia de 70 a 85% na região.

Tabela 36 -Umidade relativa do ar (%) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.

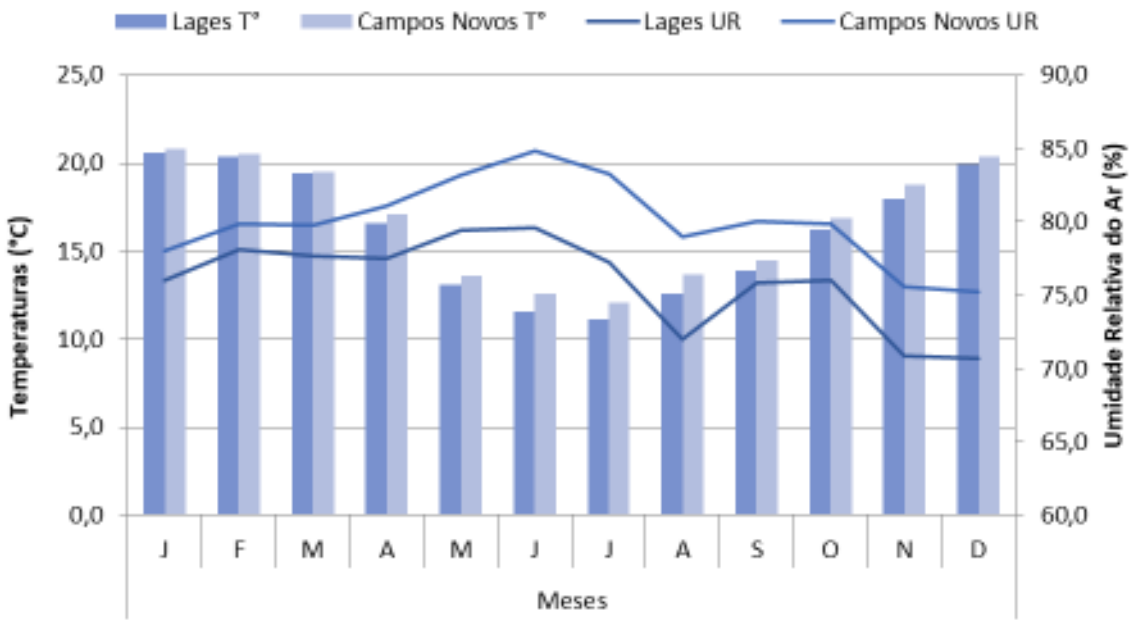
Estação	Meses												Ano
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Lages	76,0	78,1	77,7	77,5	79,4	79,6	77,2	72,0	75,8	76,0	70,9	70,7	75,9
Campos Novos	78,0	79,9	79,8	81,1	83,2	84,8	83,3	79,0	80,0	79,9	75,6	75,2	80,0

Fonte: INMET, 2019.

Ademais os maiores registros deste parâmetro se deram nos meses mais frios, correspondentes de maio a setembro e os menores índices de umidade foram de outubro a abril (período mais quente). Abaixo está a representação gráfica da Norma Climática referente à umidade relativa do ar ao longo do ano e a correlação negativa com temperatura, demonstrando que à medida que as temperaturas caem, elevam-se as porcentagens de umidade. Entre as estações meteorológicas, a mais próxima à bacia hidrográfica do rio Caveiras (Lages), registrou a menor umidade, existindo variações de 1,8% (fevereiro) até 7,0% (agosto) no decorrer dos meses do ano em relação à de Campos Novos.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 21 - Representação gráfica da umidade relativa do ar (%) correlacionada com a temperatura média, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.



Fonte: Adaptado de INMET, 2019.

7.1.1.5 Evaporação e Evapotranspiração

A evaporação é a passagem da água em seu estado líquido para o estado gasoso. A velocidade de evaporação depende de muitos fatores, sendo os mais importantes à temperatura do ar, a velocidade do vento e a umidade relativa. Denomina-se de velocidade a mudança de fase da água para o vapor em razão da evaporação, que por sua vez, aumenta com a baixa da umidade relativa do ar, com o aumento da velocidade dos ventos e com o aumento da temperatura (Mendonça & Danni-Oliveira, 2007).

O estudo de evaporação e evapotranspiração deste projeto baseou-se em dados e informações obtidas através da Normal Climatológica do INMET, sendo que os dados são de registros históricos tomados a partir de observações nas estações meteorológicas do município de Lages e Campos Novos. Em suma, a evaporação e a evapotranspiração são componentes do ciclo hidrológico, correspondendo à transferência de água da superfície terrestre para a atmosfera, pela mudança de estado da água, do líquido para o gasoso. Informações quantitativas destes

processos são utilizadas na resolução de numerosos problemas que envolvem o manejo d'água, seja o planejamento de áreas agrícolas (irrigadas ou de sequeiro), o dimensionamento e operação de reservatórios ou a previsão de vazões (Tucci, 1998).

Os valores de evaporação na área de estudo variam sazonalmente, com total acumulado anual de 713,3 mm e 980,4 mm, respectivamente para as estações de Lages e Campos Novos. Os maiores valores médios de evaporação ocorrem em dezembro para ambas as estações, sendo que esta significativa evaporação permanece pelo período correspondente de agosto a março, e os menores índices foram registrados entre abril e julho, conforme a tabela a seguir.

Tabela 37 - Evaporação total (mm) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.

Estação	Meses												Ano
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Lages	74,9	60,9	65,1	54,5	44,9	36,7	42,6	58,6	57,2	60,3	73,6	84,0	713,3
Campos Novos	90,1	71,1	80,2	68,9	64,5	59,4	68,8	93,6	81,0	82,9	105,5	114,4	980,4

Fonte: INMET, 2019.

Em virtude da dificuldade de se distinguir o vapor d'água proveniente da evaporação da água no solo e o da transpiração das plantas, a evapotranspiração é definida como o processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera por evaporação da água do solo, da vegetação úmida e por transpiração das plantas. A evapotranspiração potencial (ETP) é processada livremente, sem restrições do suprimento de água, já a evapotranspiração real (ETR) é com ou sem restrição hídrica. Nesta avaliação foram utilizados os dados da evapotranspiração potencial - ETP, tendo como base os dados da Normal Climatológica das estações já mencionadas.

A ETP corresponde a máxima capacidade de água capaz de ser perdida como vapor, em uma dada condição climática, por um meio contínuo de vegetação, que cobre toda a superfície do solo estando este na capacidade de campo ou acima desta. Esta maneira, incluí a evaporação do solo e transpiração de uma vegetação de uma região específica em um dado intervalo de tempo. A determinação da evapotranspiração potencial foi calculada de forma indireta pelo método de

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Thornthwaite (1948) a qual parte da correlação entre dados de evapotranspiração medida e temperatura do ar, culminando neste método empírico.

Os maiores registros de evapotranspiração potencial foram para os períodos de primavera e verão (quente), sendo que em dezembro e janeiro ocorreram as máximas médias, em torno de 93,3 mm a 100,1 mm, respectivamente para Lages e Campos Novos. Entretanto, para outono e inverno (frio) os valores apresentaram-se bem inferiores, estando acima de 54,5 mm/mês. Já abril e setembro caracterizam-se como os meses de transição destes períodos, por conta dos valores da evapotranspiração potencial (mm) não estarem tão elevadas como na estação quente e nem tão baixos conforme a estação fria.

Tabela 38 - Evapotranspiração potencial (mm) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.

Estação	Meses												Ano
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Lages	131,7	112,3	108,5	87,7	65,1	54,5	55,2	73,6	83,4	100,8	112,7	133,9	93,3
Campos Novos	132,0	112,8	108,9	92,3	73,5	62,5	65,2	89,9	94,3	108,4	122,0	139,7	100,1

Fonte: INMET, 2019.

De forma geral, quanto mais chuvoso é um intervalo de tempo (por exemplo, um mês), menor é a ETP do mesmo intervalo, e vice-versa. Isto faz com que o processo de transformação chuva-vazão seja não linear, ou seja, um aumento de, aproximadamente 100mm na chuva leva a um aumento superior a 100mm no escoamento, pois além do aumento da chuva, há uma diminuição na ETP, além de outros aumentos decorrentes de não linearidades na transformação chuva-vazão (Tucci, 1998; Mudiare 1985).

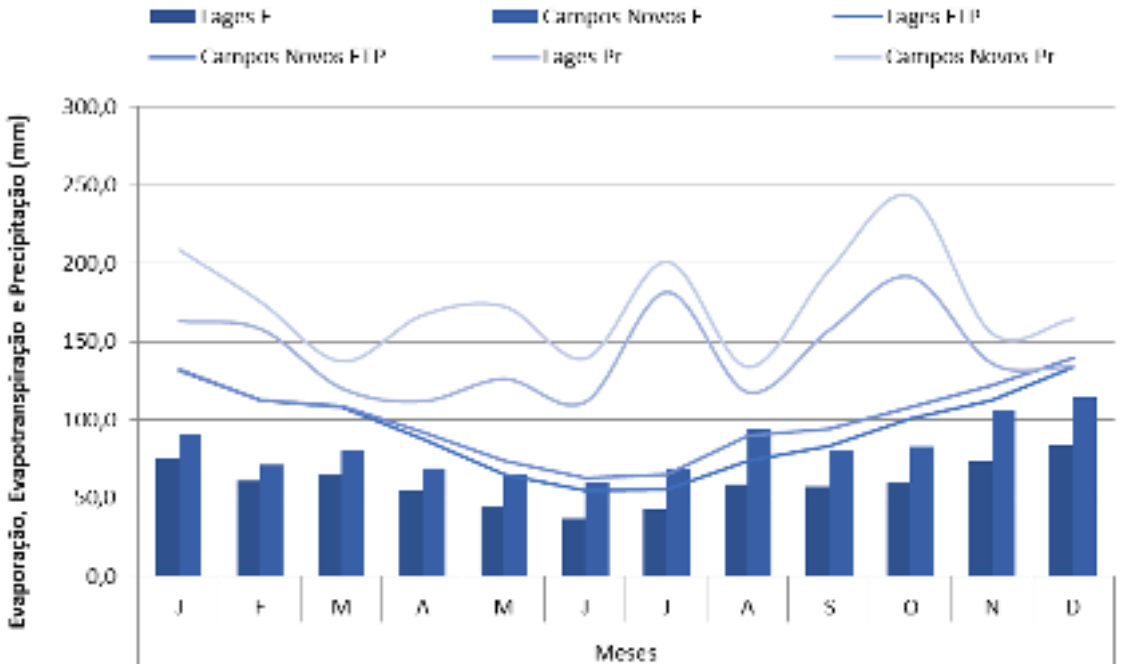
A representação gráfica abaixo traz o registro médio mensal da Normal Climatológica referente às correlações entre as variáveis de evaporação, de evapotranspiração e de precipitação. A relação inversa registrada entre a precipitação e a ETP pode ser explicada fisicamente, por meio da variação das variáveis meteorológicas que influenciam a evapotranspiração.

Basicamente, dias mais chuvosos são mais encobertos, fazendo com que uma menor quantidade de radiação solar chegue à superfície. Além disso, apresentam umidade relativa do ar mais alta e consequentemente, a ETP é menor,

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

uma vez que o aumento da umidade eleva também a pressão de vapor, ou seja, a quantidade de vapor no ar está mais próxima da saturação. Estes são os principais fatores que explicam a relação inversa entre as variáveis, uma vez que a radiação solar é o principal fator do processo de evaporação e evapotranspiração (Shuttleworth, 2012). Portanto, as variáveis insolação e umidade relativa estão diretamente ligadas à relação entre precipitação e evapotranspiração. A temperatura é diretamente correlacionada com a evapotranspiração, uma vez que aumenta a pressão de saturação do vapor que pode ser armazenada no ar circundante. Já as demais variáveis não apresentaram efeitos evidentes com esta relação.

Figura 22 -Representação gráfica da correlação entre a evaporação (mm), a evapotranspiração potencial (mm) e a precipitação acumulada (mm) mensal, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.



E= evaporação; ETP= evapotranspiração; Pr= precipitação acumulada.
Fonte: Adaptado de INMET, 2019.

7.1.1.6 Insolação

A insolação está diretamente relacionada à altura solar de cada lugar. A região intertropical notabiliza-se pelos mais acentuados valores de insolação do Planeta, em virtude das elevadas alturas solares, entretanto, a intensidade de

insolação apresenta seus maiores valores nas regiões tropicais, por volta dos 20º de latitude em ambos os hemisférios (Mendonça & Danni-Oliveira, 2007). O estudo de insolação para da AIBH do rio Caveiras foi baseada nos dados e informações do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Foram analisados registros históricos de observações das estações meteorológicas de Lages e Campos Novos, sendo que para ambos o período foi o mesmo supracitado.

A insolação total média para a região onde ocorre a bacia hidrográfica do rio Caveiras é de 2110,1 horas/ano, sendo que para a estação de Lages foram registradas 1987 horas e Campos Novos 2233,2 horas de luminosidade solar acumulada anualmente. Intimamente correlacionado com a estação quente, as maiores quantidades de horas de insolação se deram nos meses de verão. Durante a estação fria existiu registro superior a 129 horas/mês, sendo que as máximas foram registradas no mês de dezembro para ambas as estações, com 207,6 horas para a região de Lages e 225,2 horas para Campos Novos, demonstrando que a área recebe significativa radiação solar durante o ano.

Tabela 39 -Insolação total (horas) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.

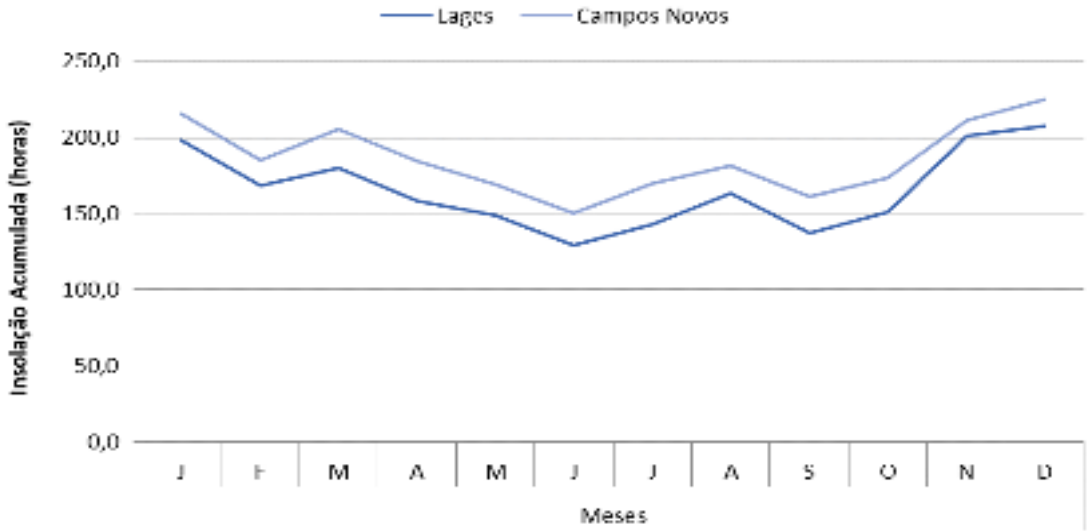
Estação	Meses												Ano
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Lages	198,5	168,7	180,0	158,6	149,1	129,0	143,3	163,3	137,1	150,9	200,9	207,6	1987,0
Campos Novos	216,0	185,4	205,2	184,2	169,1	150,5	169,6	181,9	161,2	173,5	211,4	225,2	2233,2

Fonte: INMET, 2019.

Com o efeito da eliptidade da órbita da Terra, a insolação apresenta variação expressiva entre as estações quente e fria. De acordo com a Normal Climatológica, para a região do rio Caveiras em dezembro (mês que a Terra está mais próxima do Sol - periélio) o registro da insolação foi de 37,8% superior à obtida em junho (mais afastado do Sol - afélio). Este pequeno efeito é contrabalançado pela maior concentração de terra no hemisfério norte, além da duração do dia, que é maior no solstício de verão em relação ao do inverno.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 23 -Representação gráfica da insolação total (horas) mensal, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.



Fonte: Adaptado de INMET, 2019.

7.1.1.7 Ventos

A velocidade e a direção dos ventos, em um instante, variam consideravelmente mais que as médias horárias e da velocidade horária média do vento na região. Além disso, passam por pequenas variações sazonais ao longo do ano.

Para a região da bacia hidrográfica do rio Caveiras, as estações meteorológicas registraram variações similares e distintas durante os meses ao longo do ano, sendo que para ambas a região demonstra um perfil de ventos calmos com tendência a um direcionamento para nordeste, principalmente nas estações mais quentes, entre setembro e janeiro.

Tabela 40 -Direção predominante do vento (pontos cardeais e colaterais) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.

Estação	Meses												Ano
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Lages	NE	Calma	Calma	Calma	Calma	Calma	Calma	Calma	NE	NE	NE	Calma	
Campos Novos	NE	NE	NE	NE	Calma	Calma	NE	NE	NE	NE	NE	NE	

Fonte: INMET, 2019.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

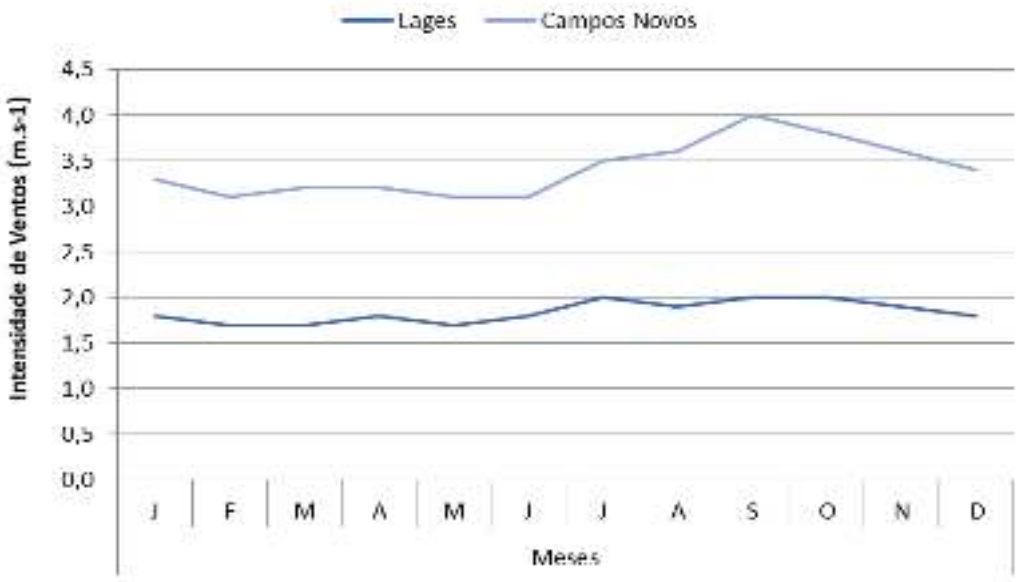
Tomando por base a estação meteorológica de Lages, o período com os maiores registros médios dos ventos no ano foi entre junho e outubro (estação fria) com velocidades máximas de 2,0 metros por segundo, enquanto entre dezembro a maio as velocidades mínimas chegaram a 1,7 m/s. A intensidade dos ventos registrados em Campos Novos foi maior, com média anual de 3,4 $m.s^{-1}$, influenciado principalmente pelo relevo da região. Entretanto, a estação de Lages que abrange grande parte da bacia hidrográfica do rio Caveiras, teve média anual de 1,8 $m.s^{-1}$, devida a presença de barreiras naturais que impedem rajadas mais superficiais e significativas. As médias mensais das máximas estão próximas a 2,0 $m.s^{-1}$ em Lages e 4,0 $m.s^{-1}$ na estação de Campos Novos, e as mínimas de 1,7 e 3,1 $m.s^{-1}$, respectivamente.

Tabela 41 -Intensidade do vento ($m.s^{-1}$) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.

Estação	Meses												Ano
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Lages	1,8	1,7	1,7	1,8	1,7	1,8	2,0	1,9	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8
Campos Novos	3,3	3,1	3,2	3,2	3,1	3,1	3,5	3,6	4,0	3,8	3,6	3,4	3,4

Fonte: INMET, 2019.

Figura 24 - Representação gráfica da intensidade do vento ($m.s^{-1}$) mensal e anual, das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.



Fonte: Adaptado de INMET, 2019.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

7.1.1.8 Precipitação

É o fenômeno pelo qual a água retorna à superfície terrestre sob a forma líquida ou sólida. A amplitude pluviométrica do estado de Santa Catarina é de 1.154mm, sendo está a diferença entre os registros obtidos na estação de Xanxerê (2.373mm.) no Oeste, e a de Araranguá (1.219mm) no litoral. De forma geral é possível afirmar que a pluviosidade está bem distribuída no território catarinense devido às atuações do relevo, da massa polar atlântica e da tropical atlântica que, por sua constância, fazem com que não ocorra uma estação chuvosa e uma estação seca, com chuvas durante todo o ano, definindo o regime como tropical (Geoconceição, 2012).

De acordo com as estações utilizadas, as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, com todos os meses apresentando precipitação média acumulada, segundo a Normal Climatológica, superior a 110 mm. As precipitações registradas na região de Campos Novos foram superiores à de Lages, com média acumulada por ano de 2.093,6 mm e 1.707,6 mm, respectivamente, com amplitude pluviométrica de 386,0mm. Já a precipitação média do acumulado no prazo de 24 horas foi obtida com máxima de 177 mm em outubro de 2001 (primavera) na região de Lages e 143,4 mm em julho de 1999 (inverno) na estação de Campos Novos.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Tabela 42 -Precipitação acumulada mensal e máxima absoluta (mm), das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.

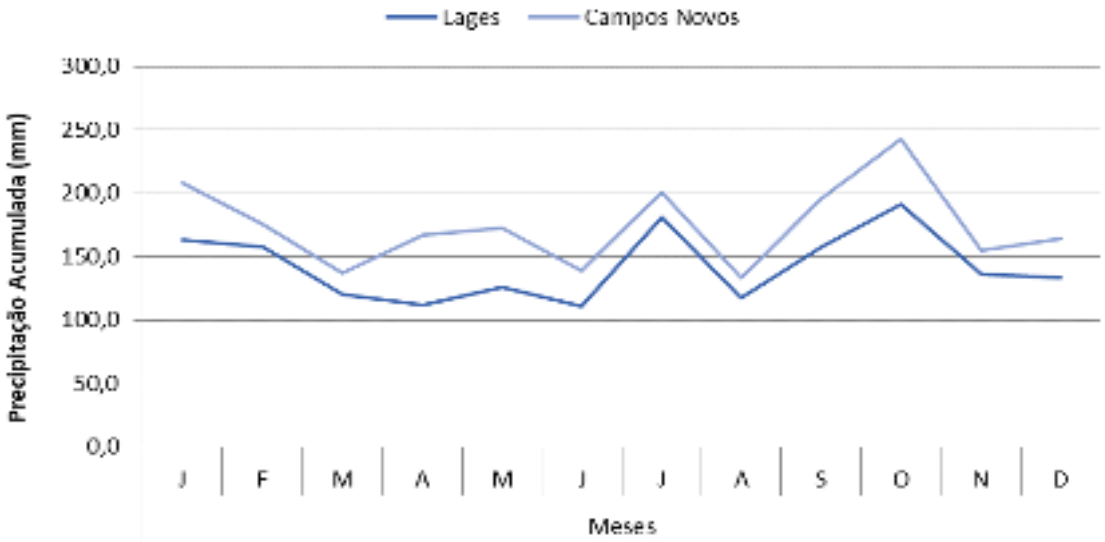
Estação	Parâmetros	Meses												Ano
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Lages	Acumulada	163,0	158,0	120,0	111,8	126,0	111,4	181,5	117,5	157,3	191,4	136,0	133,7	1707,6
	Máx absoluto	114,5	114,4	60,0	112,4	92,1	64,1	104,9	88,6	88,8	177,0	84,8	68,1	
Campos Novos	Acumulada	208,6	175,4	137,4	167,0	172,5	139,4	201,0	133,9	195,7	242,9	155,4	164,4	2093,6
	Máx absoluto	94,0	109,8	99,1	131,5	96,0	72,8	143,4	104,2	100,6	93,0	69,8	92,8	

Fonte: INMET, 2019.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

A representação gráfica abaixo traz a distribuição das chuvas, de acordo com a Normal Climatológica, demonstrando que há chuvas significantes, independente da estação do ano, com máximas de 191,4mm (outubro) em Lages e 242,9mm (outubro) em Campos Novos e mínimas de 111,4mm (junho) e 133,9mm (agosto), respectivamente.

Figura 25 - Representação gráfica da precipitação acumulada mensal e máxima absoluta (mm), das Estações Metrológicas de Lages e Campos Novos de acordo com a Normal Climatológica do Brasil, de 1981 a 2010, para a região onde está locada a bacia hidrográfica do rio Caveiras.



Fonte: Adaptado de INMET, 2019.

7.1.2 Hidrografia

De acordo com a Lei Estadual 10.949/1998 o Estado de Santa Catarina está dividido em dez Regiões Hidrográficas (RH), sendo este o nível territorial mais abrangente do ponto de vista da gestão e planejamento dos recursos hídricos em nível estadual. Cada uma das dez RH é compreendida por grupo de bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas similares. Com relação à sobreposição entre os limites das RH Estaduais e a divisão das Regiões Hidrográficas Nacional, observa-se que quatro RH pertencem a Região Hidrográfica do Rio Uruguai, uma RH pertence à Região Hidrográfica do Rio Paraná, e cinco RH pertencem à Região Hidrográfica do Atlântico Sul.

O rio Caveiras, objeto deste estudo, encontra-se inserido na RH4 – Planalto de Lages, localizada na porção central de Santa Catarina, fazendo divisa com a RH5 ao norte, o Estado do Rio Grande do Sul ao sul, a RH3 a oeste, e as RH7 e RH9 a leste. Com uma área total de 22.248 km², é a maior Região Hidrográfica do Estado.

A RH4 engloba a bacia hidrográfica dos afluentes do rio Canoas, onde está localizado o rio Caveiras, e a bacia hidrográfica dos afluentes do rio Pelotas. O sistema de drenagem superficial apresenta 47.034 km de cursos d'água, o que resulta em uma alta densidade de drenagem na região (2,11 km/km²). As estiagens são os eventos hidrológicos extremos mais frequentes na RH4, ocorrendo em média oito registros ao ano. Os eventos de inundação ocorrem com frequência semelhante, com cerca de sete registros ao ano em média.

Do ponto de vista dos recursos hídricos subterrâneos, a RH4 encontra-se inserida na unidade hidroestratigráfica da Serra Geral, sob o domínio do Aquífero Serra Geral, com predomínio de zonas aquíferas do tipo fraturadas. Segundo a SDS (2017) as zonas aquíferas predominantes na bacia dos afluentes do Rio Canoas são: af1_2 – aquíferos fraturados com boa produtividade e vazões típicas de 5 a 40 m³/h, de grande importância hidrogeológica local, ocupando cerca de 28,03% da área da bacia; af3 – aquíferos fraturados com média a baixa produtividade e vazões típicas de 2 a 15 m³/h, de grande a média importância hidrogeológica local, ocupando aproximadamente 37,25% da área da bacia; as4 – aquíferos sedimentares com média a baixa produtividade e vazões típicas de 1 a 3 m³/h, com

grande importância hidrogeológica local, ocupando aproximadamente 19,05% da área da bacia.

Quanto a utilização dos recursos hídricos subterrâneos, haviam sido registrados no CPRM, até 2016, 381 poços instalados na bacia dos afluentes do rio Canoas, segundo dados levantados pela SDS (2017). Atualmente, na região da bacia do rio Caveiras, existem 119 registros de poços instalados, de acordo com o CPRM (2020), sendo que, destes, aproximadamente 70% (82 poços) estão localizados no município de Lages. Desta forma, a densidade de poços por km² na bacia do rio Caveiras é de 20 poços por km², enquanto que para o município de Lages, a densidade é de aproximadamente 10 poços por km² (considerando a área do município inserida na bacia).

7.1.2.1 Bacia do Rio Caveiras

O rio Caveiras é afluente pela margem esquerda do rio Canoas, sub-bacia 71, bacia hidrográfica do Uruguai (07), desenvolvendo seu curso na sub-região dos Campos de Lages, no centro sul do estado de Santa Catarina. O rio Caveiras tem sua nascente na divisa de Urupema e Rio Rufino. Até sua foz, o curso percorre ainda os municípios de Painel, Lages, Capão Alto, São José do Cerrito, Campo Belo do Sul e Cerro Negro, desaguando no rio Canoas, nos limites municipais de Abdon Batista. A área de drenagem é de aproximadamente 2440 km².

Os principais afluentes e contribuintes do rio Caveiras pela margem direita, no sentido montante-jusante, são: Córrego Magro, Rio da Ponte Grande, Ribeirão do Baú, Lajeado dos Motas, Rio Amola-Faca, Córrego do Lagoão, Rio Passo Fundo, Córrego Itararé, Lajeado da Taipa, Lajeado Refuga Baiano, Lajeado Passo Ruim, Lajeado do Monjolo ou da Entrada e Arroio do Gato Preto.

Já pela margem esquerda, fazem parte da rede hidrográfica do rio Caveiras afluentes e contribuintes como: Córrego da Casa, Rio Galafre, Córrego do Passo Fundo, Rio Painel, Ribeirão da Cutia, Rio do Guará, Córrego Cruzinha, Córrego Saninho, Ribeirão do Cachoeirão, Ribeirão da Contenda, Ribeirão da Invernadinha, Lajeado da Cruz, Arroio da Cachoeira, Lajeado da Arueira, Lajeado dos Borges, Arroio do Oliveira, Arroio do Capão Alto, Lajeado do Portão Velho, Arroio Taipa do

Juca, Lajeado Raso, Lajeado do Vuca, Lajeado do Passo do Carro, Lajeado Pucci, Arroio Fundo Grande, Lajeado Bebe Ovo ou dos Bonecos, Lajeado de La Costa, Lajeado Aterrado Grande.

AIBH RIO CAVEIRAS - HIDROGRAFIA

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
BOCAINA DO SUL
CERRO NEGRO
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA

RIO CANOAS

PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
PCH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
CGH Santo Antônio
PCH A. M. Dias

Rio Caveiras
Lajeado Aterrado Grande
Lajeado de La Costa
Arroio do Gato Preto
Lajeado do Monjolo
Lajeado Passo Ruim
Lajeado Refuga Baiano
Lajeado da Taipa
Córrego Itararé
Rio Passo Fundo
Córrego do Lagoão
Rio Amola-Faca
Lajeado dos Motas
Lajeado Bebe Ovo ou dos Bonecos
Lajeado Raso
Arroio do Capão Alto
Arroio do Oliveira
Lajeado da Arueira
Ribeirão do Bau
Rio da Ponte Grande
Arroio Fundo Grande
Lajeado Pucci
Lajeado do Passo do Carro
Lajeado do Vuca
Arroio Taipa do Juca
Lajeado do Portão Velho
Lajeado dos Borges
Arroio da Cachoeira
Lajeado da Cruz
Ribeirão da Invernadinha
Córrego Sarinho
Ribeirão do Cachoeirão
Rio do Guará
Ribeirão da Corrienda
Córrego Cruzinha
Rubeirão da Curtia
Rio Painel
Córrego do Passo Fundo
Rio Calafre
Córrego da Casa
Córrego Magro

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Ao longo do rio Caveiras foram observadas distintas composições geomorfológicas, as quais conferem características únicas de aspecto cênico e paisagístico. O curso hídrico realiza a divisão das formações rochosas basálticas as quais compõem seu leito e apresentam-se muitas vezes expostas conforme a condição do regime hídrico.

Em determinados pontos são observadas as barreiras geográficas, nas quais o rio Caveiras toma a forma de quedas naturais e cachoeiras. Estas barreiras marcam os gradientes de altitude em que a bacia se encontra inserida. Além disso, barramentos utilizados para fins de represamentos artificiais, principalmente para geração de energia hidrelétrica, também são existentes no trecho do rio Caveiras. Abaixo seguem os registros fotográficos das principais barreiras naturais e artificiais ao longo da área de estudo.

Figura 26- Queda d'água nas coordenadas latitude 27°51'1.48"S e longitude 50°5'1.99"O.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 27- Cachoeiras nas coordenadas latitude 27°50'57.35"S e longitude 50°5'3.08"O.



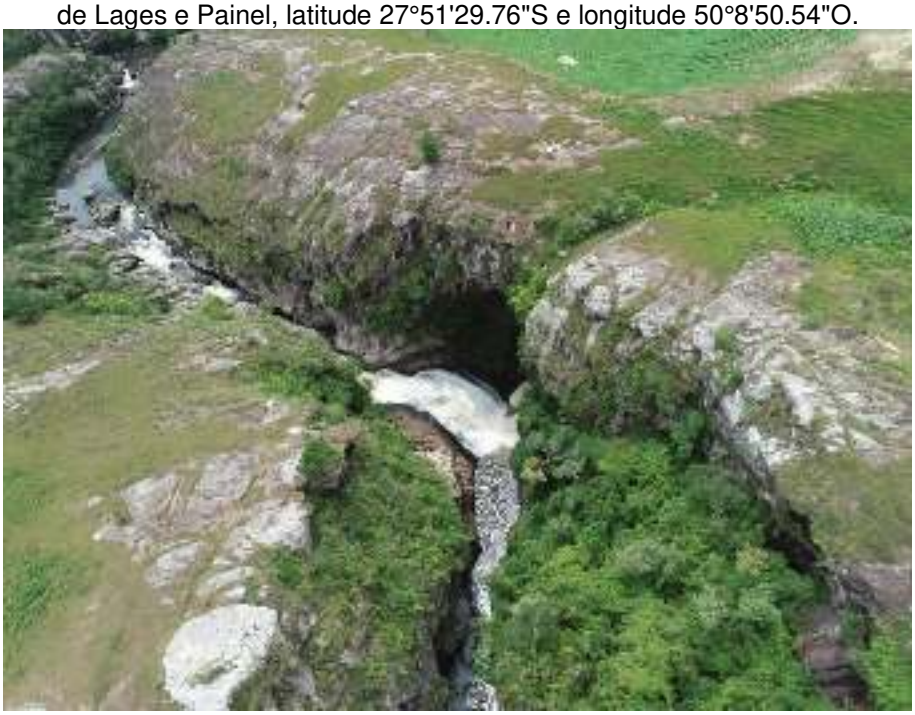
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 28- Cachoeiras nas coordenadas latitude 27°51'1.11"S e longitude 50°5'42.05"O.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 29- Cachoeira conhecida como Garganta do Diabo, localizada entre os cânions dos municípios de Lages e Painel, latitude 27°51'29.76"S e longitude 50°8'50.54"O.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 30- Queda d'água localizada no TVR da PCH Salto Caveiras, latitude 27°48'38.00"S e longitude 50°29'1.60"O.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 31- CGH Caveiras, latitude 27°48'41.27"S e longitude 50°28'51.03"O



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 32- Quedas d'água localizadas próximas à ponte na divisa entre os municípios de Lages e São José do Cerrito, latitude 27°43'52.52"S e longitude 50°33'58.77"O.



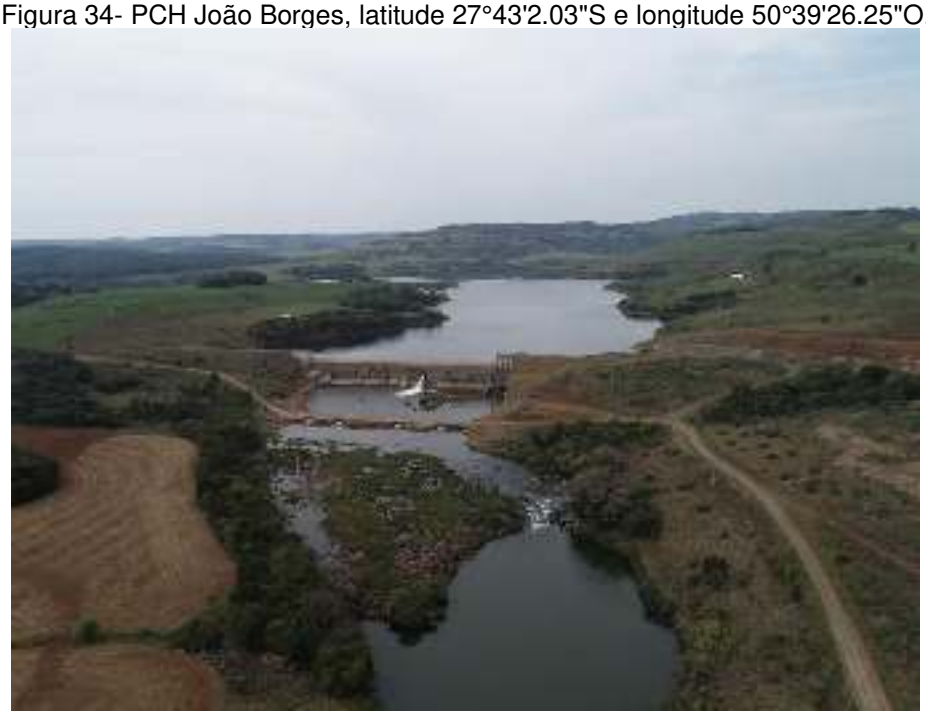
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 33- Queda d'água e corredeira no TVR da PCH João Borges, latitude 27°42'46.13"S e longitude 50°40'9.94"O.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 34- PCH João Borges, latitude 27°43'2.03"S e longitude 50°39'26.25"O.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Além da influência nos aspectos cênico e paisagístico, os quais são valorizados, as barreiras naturais e artificiais tem importância relativa na manutenção

de ecossistemas aquáticos, principalmente no que diz respeito a ictiofauna. Algumas quedas d'água e barramentos artificiais existentes no rio Caveiras possuem extensão de margem a margem, além de alturas significativas, o que impede a transposição dos peixes. Em contrapartida, apesar de se tratar de um curso d'água com alto gradiente de altitude no sentido montante-jusante, boa parte das quedas d'água e corredeiras identificadas ainda permitem a manutenção da ictiofauna sem comprometer seu deslocamento ao longo do rio, especialmente em períodos de cheias.

7.1.3 Estudos Hidrológicos – Fluviometria

A fim de se ter uma base comum de dados entre todos empreendimentos, atualizados, possibilitando a utilização nos estudos de modelagem hidrodinâmica e de qualidade de água sem incrementais negativas, pelas diferentes metodologias utilizadas em cada projeto, e que certificassem os dados de cada projeto junto ao órgão ambiental, foi realizado este estudo hidrológico para bacia do rio Caveiras, englobando desde o empreendimento mais de montante, até a foz no rio Canoas.

Para tal foram determinadas as vazões médias mensais, curvas de permanência, vazões extremas para diferentes tempos de recorrência, vazões mínimas através da Q7,10.

A seguir apresenta-se um resumo dos resultados encontrados. O detalhamento do memorial descritivo encontra-se em anexo.

7.1.3.1 Fisiografia

A bacia do rio Caveiras desenvolve-se basicamente no sentido sul-norte, aproximadamente entre as coordenadas geográficas Latitude: 27°55'59.21"S e Longitude: 49°51'19.38"O à montante, Latitude: 27°34'58.51"S e Longitude: 50°55'39.77"O à jusante. As nascentes do rio Caveiras estão localizadas no município de Urupema – SC, em altitudes da ordem de 1650 m.

A bacia hidrográfica do rio Caveiras apresenta as seguintes características:

⇒ Extensão do curso principal de água (L) = 231,39 km

⇒ Área de drenagem (A) = 2.411,91 km²

⇒ Perímetro (P) = 408,50 km

⇒ Diferença de cotas (H) = 970,60 m

⇒ Comprimento axial da bacia (LA) = 112,98 km

⇒ Comprimento de todos os cursos de água da bacia (LT) = 4.247,45 km

Coeficiente de compacidade (Kc): é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia, ou seja:

$$A=\pi r^2 \rightarrow r = (A/\pi)^{0,5} \rightarrow Kc = P/(2\pi r) \rightarrow Kc = P/(2\pi\ x(A/\pi)^{0,5})$$
$$Kc = 0,28\ x(P/(A^{0,5}))$$

onde:
P = perímetro da bacia (km);
A = área de drenagem da bacia (km²).

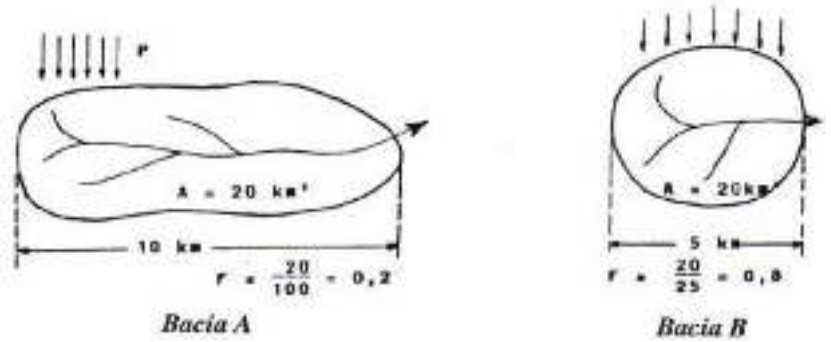
O índice de compacidade Kc é uma medida do grau de irregularidade da bacia, já que para uma bacia completamente circular o valor do índice de compacidade é igual a 1.0. Desde que outros fatores não interfiram, quanto mais próximo da unidade for o índice de compacidade maior será a potencialidade de ocorrência de picos elevados de enchentes.

Fator de forma (Kf): é a relação entre a área da bacia hidrográfica e o quadrado de seu comprimento axial, medido ao longo do curso de água principal, desde a foz (ou barramento) até a cabeceira mais distante, próxima do divisor de águas, ou seja:

$$Kf = A/L_A^2$$

onde:
A =área de drenagem da bacia (km²);
L_A= comprimento axial da bacia (km).

Figura 35 – Determinação do fator de forma para duas bacias de mesma área



O índice de conformação relaciona a forma da bacia com um quadrado. O escoamento direto de uma chuva na bacia (A) não se concentra tão rapidamente

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

como em (B), além do fato de que numa bacia estreita e longa (A), a possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo, ao mesmo tempo toda sua extensão, é menor que em bacias largas e curtas (B). Portanto, para bacias de mesmo tamanho, estará sujeita a enchentes menores aquela que possuir menor fator de forma.

Declividade média da bacia (S): considerada como sendo a relação entre o desnível entre a nascente e o eixo do barramento pela extensão do curso de água principal até o barramento, ou seja:

$$S = H/L$$

A declividade dos terrenos controla em boa parte a velocidade com que se dá o escoamento superficial, afetando o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias. A magnitude dos picos de enchente, e a maior ou a menor oportunidade de infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos, dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia.

Tempo de Concentração (Tc): o tempo necessário para que toda a bacia contribua com o escoamento superficial numa seção considerada, ou seja, é o tempo em que a gota que se precipita no ponto mais distante da seção considerada de uma bacia, leva para atingir esta seção. Para o cálculo do tempo de concentração adotou-se a fórmula do *Soil Conservation Service*:

$$Tc(min) = 57 \times L^{1,155} x H^{-0,385}$$

Densidade de Drenagem (DD): relação entre o comprimento total dos cursos de água de uma bacia e a sua área total:

$$DD = L_T/A$$

A DD é um índice importante, pois reflete a influência da geologia, topografia, do solo e da vegetação da bacia hidrográfica, e está relacionado com o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia.

As tabelas a seguir apresentam as características fisiográficas da bacia do rio Caveiras e das bacias até o eixo de cada empreendimento em estudo.

Pelos dados a seguir percebe-se a variação do tempo de concentração para cada empreendimento, variando de 5,6 horas para a CGH Santo Antônio, mais a montante, até 30,8 horas no local da PCH Portão. Isto indica que para os aproveitamentos mais de montante, por serem a fio de água, ou seja, sem capacidade de reservação, a operação dos mesmos deve estar mais atenta aos eventos pluviométricos, a fim de otimizar sua operação.

Ressalta-se que o volume significativo do reservatório da atual CGH Caveiras impacta no tempo de propagação da onda de cheia na bacia, sendo um benefício no abaulamento dos picos de cheias para jusante, e influência nos tempos de concentração da bacia. Nesta etapa foi desconsiderado este efeito, a fim de se ter noção de como seria o rio natural, porém este efeito está incluso nos estudos de modelagem hidrodinâmica, onde o efeito de retardo da onda de cheia em cada reservatório estudado está computado.

Por fim, observa-se que o índice de compacidade e o fator forma corroboram com o formato alongado da bacia, e demonstram que a distribuição espaço temporal de entrada dos afluentes no rio Caveiras apresenta uma tendência de não formação de picos extremos, quando comparado com bacias de mesma dimensão e formatos arredondados, onde há uma tendência maior da convolução dos hidrogramas apresentar tempos de picos próximos, acarretando em picos mais altos.

Tabela 43- Características Fisiográficas

Empreendimento	Área de Drenagem (km²)	Comprimento Rio Principal (km)	Cota Foz (m)	Cota Nascente (m)	Comprimento Axial (km)	Perímetro (km)	Comprimento de todos os Rios (km)
Bacia do Rio Caveiras	2411,91	231,39	685,00	1655,61	112,98	408,50	4247,45
PCH Portão	2213,50	200,22	704,00	1655,61	96,24	374,79	3910,16
PCH João Borges	1695,33	171,08	754,00	1655,61	82,19	316,27	3029,39
PCH Itararé	1360,45	151,02	792,00	1655,61	73,10	281,85	2457,47
PCH Pinheiro	1242,19	137,67	817,00	1655,61	68,12	267,70	2235,71
CGH Caveiras	1031,09	126,08	851,00	1655,61	62,79	246,10	1838,31
CGH Hoppen	686,91	94,06	866,00	1655,61	50,04	182,47	1256,96
CGH São Paulo	317,86	51,02	926,00	1655,61	30,52	112,43	576,66
PCH A.M. Dias	299,07	48,99	973,50	1655,61	29,15	106,03	542,98
CGH Santo Antônio	129,02	39,69	1039,00	1655,61	23,83	68,97	235,07

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 44- Índices Fisiográficos

Empreendimento	Diferença de Cotas (H)	Índice de Compacidade (Kc)	Fator de Forma (Kf)	Declividade Média (S)	Tempo de Concentração (Tc)	Tempo de Concentração (Tc) em horas	Densidade de Drenagem
Bacia do Rio Caveiras	970,6	2,33	0,19	0,0042	2171,1	36,2	1,76
PCH Portão	951,6	2,23	0,24	0,0048	1851,0	30,8	1,77
PCH João Borges	901,6	2,15	0,25	0,0053	1575,9	26,3	1,79
PCH Itararé	863,6	2,14	0,25	0,0057	1387,3	23,1	1,81
PCH Pinheiro	838,6	2,13	0,27	0,0061	1260,9	21,0	1,80
CGH Caveiras	804,6	2,15	0,26	0,0064	1157,4	19,3	1,78
CGH Hoppen	789,6	1,95	0,27	0,0084	831,1	13,9	1,83
CGH São Paulo	729,6	1,77	0,34	0,0143	422,7	7,0	1,81

Empreendimento	Diferença de Cotas (H)	Índice de Compacidade (Kc)	Fator de Forma (Kf)	Declividade Média (S)	Tempo de Concentração (Tc)	Tempo de Concentração (Tc) em horas	Densidade de Drenagem
PCH A.M. Dias	682,1	1,72	0,35	0,0139	414,0	6,9	1,82
CGH Santo Antônio	616,6	1,70	0,23	0,0155	337,4	5,6	1,82

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

7.1.3.2 Estações Utilizadas

Para a determinação das séries de descargas médias mensais, assim como para a determinação das cheias de projeto e vazões mínimas, foram consideradas as estações fluviométricas do Banco de Dados da ANA - HIDROWEB (Agência Nacional de Águas), conforme tabelas a seguir.

Pode-se observar nas tabelas a seguir, que a grande maioria das estações apresentou área de drenagem muito próxima da publicada pela ANA no site HIDROWEB, endereço eletrônico de obtenção dos dados, quando comparadas as calculadas neste estudo através de MDT, porém foram utilizados os dados calculados para coerência do estudo.

Ressalta-se que as estações CGH Caveiras Jusante, PCH João Borges Jusante e UHE Campos Novo Rio Caveiras foram analisadas quanto aos dados disponíveis por telemetria, porém são estações recentes, onde a ANA não dispõe todos os dados para análise de consistência no HIDROWEB, e os dados de vazão obtidos não apresentavam coerência, logo foram descartadas do estudo.

Tabela 45 – Estações Fluviométricas – Rio Canoas

Estações Fluviométricas - Rio Canoas													
Código	**Nome Estação**	**Bacia**	**Sub Bacia**	**Rio**	**Estado**	**Município**	**Responsável**	**Operadora**	**Latitude**	**Longitude**	**Altitude (m)**	**AD (Km²)**	**AD Calculada (Km²)**
71250000	PONTE DO RIO JOÃO PAULO	7	71	RIO JOÃO PAULO	SC	BOM RETIRO	ANA	CPRM	-27,8297	-49,6269	900	489	486,07
71200000	VILA CANOAS	7	71	RIO CANOAS	SC	BOCAINA DO SUL	ANA	CPRM	-27,8028	-49,7786	837	1010	1007,87
71300000	RIO BONITO	7	71	RIO CANOAS	SC	BOCAINA DO SUL	ANA	CPRM	-27,7022	-49,8400	840	2000	1987,66
71320000	JOANA	7	71	RIO CANOAS	SC	BOCAINA DO SUL	ANA	ANA	-27,6675	-49,9058	900	2320	2326,04
71350000	ENCRUZILHADA	7	71	RIO CANOAS	SC	OTACÍLIO COSTA	ANA	ANA	-27,5003	-50,1331	840	3230	3150,80
71350001	ENCRUZILHADA II	7	71	RIO CANOAS	SC	OTACÍLIO COSTA	ANA	CPRM	-27,5078	-50,1128	824	3230	3139,02
71380000	CANOAS	7	71	RIO CANOAS	SC	PONTE ALTA	ANA	ANA	-27,5503	-50,3678	820	4410	4510,17
71383000	PONTE ALTA DO SUL	7	71	RIO CANOAS	SC	PONTE ALTA	ANA	CPRM	-27,4858	-50,3917	815	4610	4712,76
71550000	PASSO CARU	7	71	RIO CANOAS	SC	SÃO JOSÉ DO CERRITO	ANA	ANA	-27,5381	-50,8600	720	10000	10109,06
71800000	COLÔNIA SANTANA	7	71	RIO CANOAS	SC	ANITA GARIBALDI	ANA	ANA	-27,6500	-51,0500	680	13200	13360,24

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 46 – Estações Fluviométricas – Rio Marombas

Estações Fluviométricas - Rio das Marombas													
Código	**Nome Estação**	**Bacia**	**Sub Bacia**	**Rio**	**Estado**	**Município**	**Responsável**	**Operadora**	**Latitude**	**Longitude**	**Altitude (m)**	**AD (Km²)**	**AD Calculada (Km²)**
71490000	PONTE MAROMBAS	7	71	RIO DAS MAROMBAS	SC	SÃO CRISTOVÃO DO SUL	ANA	ANA	-27,2156	-50,4661	920	354	362,58
71498000	PASSO MAROMBAS	7	71	RIO DAS MAROMBAS	SC	CURITIBANOS	ANA	CPRM	-27,3339	-50,7539	829	3680	3681,85

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 47 – Estações Fluviométricas – rio Caveiras

Estações Fluviométricas - rio Caveiras													
Código	**Nome Estação**	**Bacia**	**Sub Bacia**	**Rio**	**Estado**	**Município**	**Responsável**	**Operadora**	**Latitude**	**Longitude**	**Altitude (m)**	**AD (Km²)**	**AD Calculada (Km²)**

Estações Fluviométricas - rio Caveiras													
Código	**Nome Estação**	**Bacia**	**Sub Bacia**	**Rio**	**Estado**	**Município**	**Responsável**	**Operadora**	**Latitude**	**Longitude**	**Altitude (m)**	**AD (Km²)**	**AD Calculada (Km²)**
71630000	CAPÃO ALTO	7	71	RIO CAVEIRAS	SC	CAPÃO ALTO	ANA	ANA	-27,8806	-50,3825	920	800	796,73
71621500	CGH CAVEIRAS JUSANTE	7	71	RIO CAVEIRAS	SC	LAGES	CELESC	CELESC	-27,8050	-50,4811	870	1080	1033,32
71645000	PCH JOÃO BORGES JUSANTE	7	71	RIO CAVEIRAS	SC	SÃO JOSÉ DO CERRITO	ELETROSUL	ELETROSUL	-27,7161	-50,6758	734	1710	1700,22
71647000	UHE CAMPOS NOVOS RIO CAVEIRAS	7	71	RIO CAVEIRAS	SC	SÃO JOSÉ DO CERRITO	ENERCAN	ENERCAN	-27,6711	-50,7097	742	2050	2048,77
71650000	TRAVESSÃO	7	71	RIO CAVEIRAS	SC	CAMPO BELO DO SUL	ANA	ANA	-27,6722	-50,7228	750	2120	2116,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

7.1.3.3 Análise de Consistência

A análise de consistência dos dados das estações fluviométricas foi realizada nas seguintes etapas:

⇒ Análise das Curvas de Descarga;

⇒ Análise dos Cotagramas e Fluviogramas;

⇒ Análise dos Gráficos de Flutuação das Vazões Médias Mensais Específicas;

⇒ Preenchimento de Falhas: Correlações de Vazões Médias Mensais entre as Estações.

Ressalta-se que os descritivos da análise de consistência encontram-se no texto completo em Anexo.

7.1.3.4 Regionalização

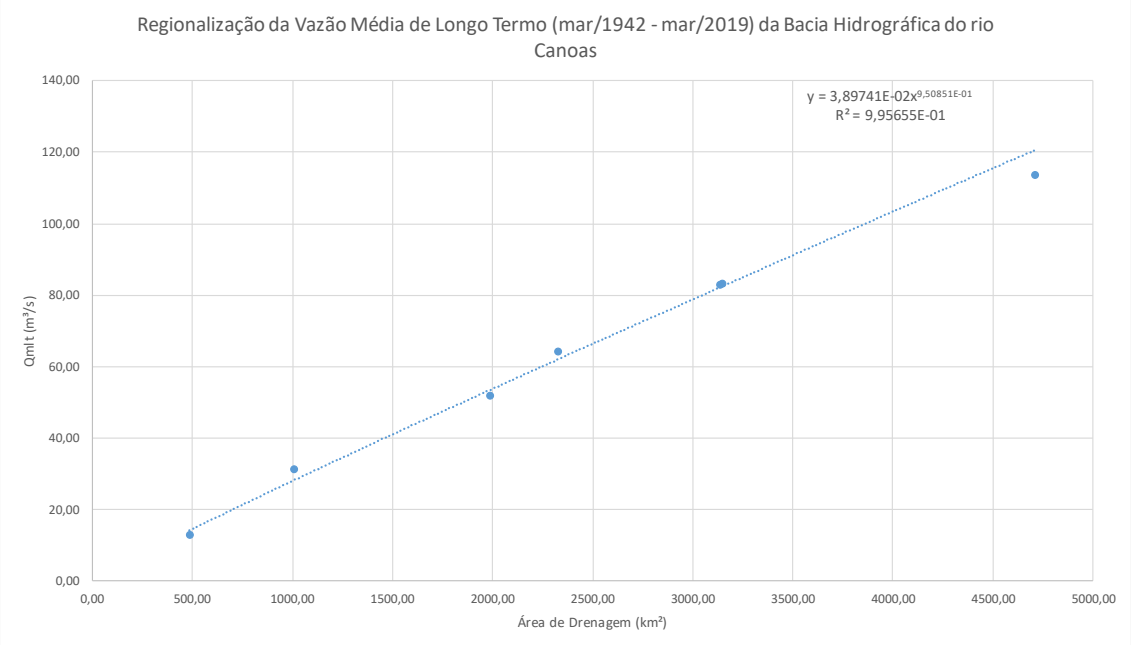
Devido ao rio Caveiras ter poucas estações, com períodos curtos de dados, e as estações implantadas pelas PCHs não serem consistentes, valeu-se da regionalização da bacia do rio Canoas para transferências de dados ao local das PCHs. Foram utilizadas três estações base para isso, Ponte Rio João Paulo, Vila Canoas e Rio Bonito, de acordo com a área de drenagem do AHE em questão, o subitem a seguir apresenta a tabela de referência da estação base utilizada para cada AHE, com o coeficiente de correção para vazão específica.

Tabela 48 – Regionalização Bacia do Rio Canoas

Est Flu	PRJP	VC	RB	JOA	ENC	ENC II	PAS	PC	CS	PTM	PSM	CA	TRA
Área Drenag. (km²)	486,07	1007,87	1987,66	2326,04	3150,80	3139,02	4712,76	10109,06	13360,24	362,58	3681,85	796,73	2116
Média (42/19)	13,14	31,46	51,95	64,43	83,35	83,04	113,84	252,33	297,37	10,44	83,51	18,45	70,51
Média esp (l/s.km²)	27,03	31,22	26,14	27,70	26,45	26,45	24,16	24,96	22,26	28,80	22,68	23,15	33,32

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 36 – Regionalização Bacia do Rio Canoas 1942-2019



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

7.1.3.5 Vazões Médias nos Locais dos AHEs

Como descrito, para determinação das séries de vazões médias mensais nos locais dos AHEs estudados na bacia do rio Caveiras valeu-se da regionalização da bacia do rio Canoas. A tabela a seguir apresenta as equações de transferência e as estações base utilizadas para cada AHE, as quais variaram de acordo com a área de drenagem, a fim de manter o mesmo padrão de permanência das vazões médias mensais.

Tabela 49 – Coeficiente de Transferência - Regionalização

AHEs	AD AHE (km²)	q AHE (l/s.km²)	Qmlt AHE (m³/s)	Estação Base	AD Estação (km²)	q Estação (l/s.km²)	Coeficiente de Transf.
CGH Santo Antônio	129,02	30,69	3,96	PRJP	486,07	27,03	0,30
PCH A. M. Dias	299,07	29,45	8,81	PRJP	486,07	27,03	0,67
CGH São Paulo	317,86	29,36	9,33	PRJP	486,07	27,03	0,71
CGH Hoppen	686,91	28,27	19,42	VC	1007,87	31,22	0,62
CGH Caveiras	1031,09	27,71	28,57	VC	1007,87	31,22	0,91
PCH Pinheiro	1242,19	27,46	34,11	VC	1007,87	31,22	1,08
PCH Itararé	1360,45	27,34	37,19	VC	1007,87	31,22	1,18
PCH João Borges	1695,33	27,04	45,85	RB	1987,66	26,14	0,88
PCH Portão	2213,50	26,69	59,08	RB	1987,66	26,14	1,14

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Como este é um texto resumo do capítulo de Hidrologia, que se encontra-se em anexo, apresenta-se uma tabela resumo das vazões características de cada AHE. Ressalta-se que as tabelas completas das vazões nas estações, assim como nos locais dos AHEs está no texto completo no anexo supracitado.

Percebe-se o crescimento da vazão média de longo termo com o aumento da área de drenagem, respeitando a variação da vazão específica encontrada na curva de regionalização. Salienta-se que a bacia do rio Canoas tem uma vazão específica levemente inferior, quando comparada as bacias em direção a oeste (rio do Peixe, Rio Irani, Rio Chapecó, Rio das Antas, entre outros), devido a menor chuva média total anual de longo termo para região, quando comparada as demais descritas.

Porém é uma bacia com excelente média e permanência de vazões, haja visto a quantidade de empreendimentos hidrelétricos projetados e instalados na bacia, sendo esta uma característica do sul do Brasil, onde não período seco muito bem definido, há uma distribuição de volumes pluviométricos semelhante ao longo dos meses, mudando de acordo com as estações os tipos de eventos, sendo no verão chuvas de alta intensidade e curta duração e nos meses mais frios de baixa intensidade e longo duração. Devido a este fato, os meses de outono e inverno apresentam as maiores cheias em bacias com áreas de drenagem maiores, onde o tempo de concentração é maior do que 2 horas, caso destes aproveitamentos em estudo.

Tabela 50 – Resumo das Vazões Características Médias Mensais nos Locais dos AHEs

AHEs		Médias Mensais												Média de Longo Termo
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
CGH Santo Antônio	Méd	4.23	4.65	3.82	2.72	3.18	3.48	4.17	4.28	5.31	5.02	3.49	3.16	3.96
	Máx	14.68	20.69	14.12	9.00	12.68	14.02	18.03	15.92	18.61	16.17	11.00	11.05	8.17
	Mín	0.36	0.63	0.61	0.57	0.36	0.51	0.68	0.23	0.49	0.74	0.56	0.41	1.14
PCH A.M. Dias	Méd	9.41	10.35	8.50	6.05	7.08	7.75	9.26	9.51	11.80	11.17	7.77	7.03	8.81
	Máx	32.65	46.03	31.41	20.02	28.19	31.19	40.11	35.40	41.39	35.98	24.47	24.58	18.18
	Mín	0.81	1.40	1.36	1.27	0.79	1.13	1.51	0.50	1.09	1.65	1.25	0.92	2.53
CGH São Paulo	Méd	9.97	10.97	9.01	6.41	7.51	8.21	9.82	10.08	12.51	11.84	8.23	7.45	9.33
	Máx	34.60	48.77	33.29	21.21	29.88	33.05	42.50	37.51	43.86	38.12	25.93	26.05	19.26
	Mín	0.86	1.48	1.44	1.34	0.84	1.20	1.60	0.53	1.15	1.75	1.32	0.97	2.68
CGH Hoppen	Méd	20.01	23.39	18.29	13.36	16.04	16.74	19.95	21.05	25.55	25.23	17.68	15.76	19.42
	Máx	68.70	79.25	56.70	33.43	64.10	120.36	117.71	93.97	95.72	145.39	57.99	66.04	42.56
	Mín	1.83	2.85	2.34	2.31	0.99	1.61	3.50	1.04	2.47	3.75	1.40	1.36	5.76
PCH Caveiras	Méd	29.45	34.42	26.91	19.66	23.60	24.64	29.36	30.97	37.59	37.12	26.01	23.19	28.57
	Máx	101.09	116.60	83.42	49.19	94.31	177.10	173.20	138.26	140.85	213.93	85.32	97.17	62.63
	Mín	2.70	4.19	3.45	3.40	1.45	2.37	5.15	1.53	3.63	5.52	2.06	2.01	8.47
PCH Pinheiro	Méd	35.15	41.09	32.12	23.47	28.17	29.41	35.05	36.97	44.88	44.31	31.05	27.68	34.11
	Máx	120.67	139.19	99.59	58.72	112.59	211.42	206.75	165.05	168.14	255.38	101.86	115.99	74.76
	Mín	3.22	5.00	4.12	4.06	1.73	2.83	6.14	1.82	4.34	6.59	2.46	2.40	10.12
PCH Itararé	Méd	38.33	44.80	35.02	25.59	30.72	32.06	38.21	40.31	48.93	48.31	33.86	30.18	37.19
	Máx	131.57	151.77	108.58	64.02	122.75	230.51	225.43	179.96	183.32	278.44	111.06	126.47	81.51
	Mín	3.51	5.45	4.49	4.42	1.89	3.09	6.70	1.99	4.73	7.18	2.68	2.61	11.03
PCH João Borges	Méd	45.34	52.84	42.69	31.56	37.64	40.74	48.74	50.57	59.16	61.19	43.03	36.72	45.85
	Máx	135.25	152.71	116.36	74.93	145.02	182.41	220.75	199.77	201.06	207.35	131.47	130.78	96.77

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

AHEs		Médias Mensais												Média de Longo Termo
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
	Mín	4.24	10.14	9.08	8.51	5.67	6.77	8.69	4.83	5.71	8.67	10.01	4.83	13.31
PCH Portão	Méd	58.43	68.09	55.02	40.67	48.51	52.49	62.80	65.17	76.23	78.85	55.44	47.32	59.08
	Máx	174.28	196.78	149.94	96.56	186.88	235.07	284.47	257.43	259.10	267.21	169.41	168.53	124.70
	Mín	5.46	13.07	11.70	10.97	7.31	8.72	11.20	6.22	7.35	11.17	12.91	6.23	17.15

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

7.1.3.6 Curvas de Permanência nos Locais dos AHEs

Com base na série de descargas médias mensais, determinou-se a curva de permanência de descargas para os locais das barragens. Esta curva foi obtida considerando o critério de Kimball, que determina a ordenação, em ordem decrescente, das descargas médias mensais do período histórico, atribuindo-se a cada valor uma percentagem calculada pela relação entre o seu número de ordem e o número total de valores da série acrescido de 1. Desta forma, uma curva de permanência representa a percentagem do tempo em que uma determinada descarga é superada no histórico.

A tabela e o gráfico a seguir apresentam os valores das curvas de permanência de descargas médias mensais para os locais das AHEs, para o período compreendido entre 1942 e 2019.

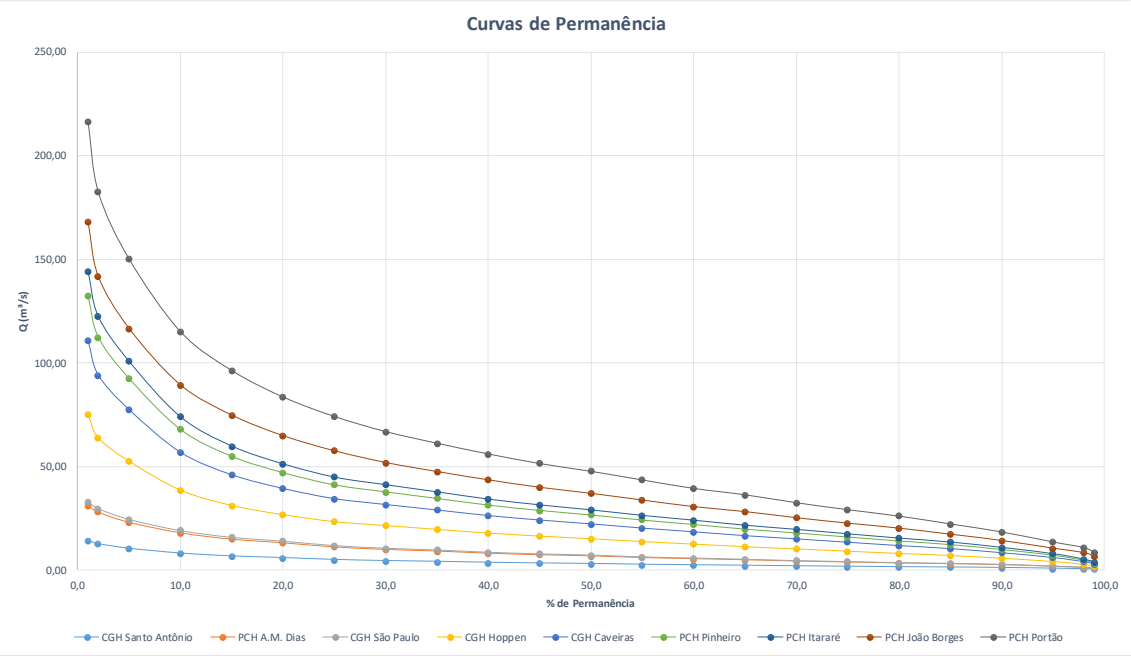
Tabela 51 – Curvas de Permanência Mensal - AHEs

Curvas de Permanência Mensal - AHEs									
% de Perma.	CGH Santo Antônio	PCH A.M. Dias	CGH São Paulo	CGH Hoppen	CGH Caveiras	PCH Pinheiro	PCH Itararé	PCH João Borges	PCH Portão
1,0	14,10	31,36	33,23	75,39	110,92	132,42	144,38	168,16	216,70
2,0	12,67	28,18	29,86	64,01	94,18	112,43	122,59	141,78	182,71
5,0	10,46	23,27	24,65	52,70	77,54	92,57	100,93	116,67	150,35
10,0	8,15	18,13	19,21	38,73	56,98	68,02	74,16	89,48	115,31
15,0	6,77	15,06	15,96	31,34	46,12	55,05	60,03	74,92	96,54
20,0	5,97	13,29	14,08	26,86	39,52	47,18	51,44	64,98	83,74
25,0	5,07	11,28	11,96	23,52	34,61	41,31	45,04	57,69	74,34
30,0	4,53	10,08	10,68	21,60	31,78	37,94	41,37	52,03	67,05
35,0	4,17	9,28	9,83	19,80	29,13	34,78	37,92	47,67	61,43
40,0	3,71	8,25	8,74	17,98	26,45	31,58	34,43	43,66	56,26
45,0	3,37	7,50	7,95	16,52	24,31	29,02	31,64	40,08	51,64
50,0	3,13	6,97	7,38	15,26	22,45	26,80	29,22	37,15	47,88
55,0	2,75	6,12	6,49	13,87	20,41	24,37	26,57	33,92	43,71
60,0	2,51	5,59	5,92	12,66	18,63	22,24	24,25	30,76	39,64
65,0	2,27	5,05	5,35	11,39	16,76	20,01	21,82	28,36	36,55
70,0	1,99	4,42	4,69	10,34	15,22	18,17	19,81	25,40	32,73
75,0	1,79	3,98	4,22	9,23	13,59	16,22	17,69	22,79	29,37
80,0	1,57	3,49	3,70	8,15	11,99	14,32	15,61	20,38	26,26
85,0	1,42	3,15	3,34	7,15	10,52	12,56	13,70	17,45	22,49
90,0	1,21	2,70	2,86	5,80	8,53	10,19	11,11	14,45	18,62

Curvas de Permanência Mensal - AHEs									
% de Perma.	CGH Santo Antônio	PCH A.M. Dias	CGH São Paulo	CGH Hoppen	CGH Caveiras	PCH Pinheiro	PCH Itararé	PCH João Borges	PCH Portão
95,0	0,86	1,90	2,02	4,23	6,23	7,43	8,10	10,70	13,78
98,0	0,60	1,33	1,41	2,85	4,19	5,00	5,45	8,59	11,07
99,0	0,49	1,09	1,16	2,11	3,11	3,71	4,05	6,84	8,82

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 37 – Curvas de Permanência Mensal – AHEs



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Percebe-se pelo gráfico a seguir que as vazões de 99% de permanência são praticamente 10% ou mais da média de longo termo, o que indica que é uma bacia que mantém bem as vazões mínimas, até pelas características geológicas do local, onde há uma mistura de basalto e arenito, e algumas regiões planas, tanto para bacia do rio Canoas, quanto para a do Caveiras. Isto influência de forma positiva tanto na questão energética, quanto usos múltiplos da água.

7.1.3.7 Vazões Máximas

O estudo de frequência de cheias para os AHEs no rio Caveiras foi definido através de transferência direta por relação de área de drenagem a partir do posto fluviométrico base Ponte Rio João Paulo, dado que a mesma mostrou as maiores

cheias entre as estações utilizadas como base de transferência para as médias. Como não se tem uma estação no rio Caveiras, optou-se por ser conservador e utilizar a estação com maior vazão específica de cheias para transferência de dados para todos os AHEs.

Cabe salientar que, é usualmente considerado para região sul do Brasil como período úmido ou anual de maio a abril do ano seguinte (ano hidrológico), e período seco, de novembro a abril do ano seguinte, sendo assim feito neste estudo. Conforme já descrito, isto é devido a característica do sul do Brasil, onde não período seco muito bem definido, há uma distribuição de volumes pluviométricos semelhante ao longo dos meses, mudando de acordo com as estações os tipos de eventos, sendo no verão chuvas de alta intensidade e curta duração, e nos meses mais frios de baixa intensidade e longo duração. Devido a este fato, os meses de outono e inverno apresentam as maiores cheias em bacias com áreas de drenagem maiores, onde o tempo de concentração é maior do que 2 horas, caso destes aproveitamentos em estudo.

Inicialmente determinou-se as cheias máximas médias diárias de cada mês para as estações fluviométricas base.

O quadro a seguir apresenta as cheias máximas médias diárias de cada ano e suas respectivas estatísticas e parâmetros da Distribuição de Gumbel e Exponencial.

Tabela 52 – Vazões Máximas Médias Diárias – Estações Base – Período Úmido

Data		Ponte Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
Ano (i)	Ano (f)	486,07	1007,87	1987,66
1942	1943			81,157
1943	1944			243,02
1944	1945			78,276
1945	1946			129,857
1946	1947			177,401
1947	1948			154,234
1948	1949			201,468
1949	1950			113,943
1950	1951			195,37
1951	1952			131,48
1952	1953			149,432
1953	1954			134,745

Data		Ponte Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
Ano (i)	Ano (f)	486,07	1007,87	1987,66
1954	1955			282,747
1955	1956			228,861
1956	1957			159,194
1957	1958		230,317	280,543
1958	1959		169,139	208,952
1959	1960	97,447	151,145	156,342
1960	1961	106,209	162,698	206,859
1961	1962	132,392	193,06	250,305
1962	1963	122,015	193,06	223,098
1963	1964	133,451	201,61	247,221
1964	1965	65,076	109,237	119,039
1965	1966	146,082	237,598	309,747
1966	1967	124,06	158,30	173,97
1967	1968	111,04	160,95	193,85
1968	1969	105,38	185,20	179,77
1969	1970	43,19	108,23	121,56
1970	1971	104,68	176,20	167,44
1971	1972	113,24	173,75	180,96
1972	1973	113,96	166,74	218,20
1973	1974	110,71	233,63	229,88
1974	1975	59,05	112,05	116,55
1975	1976	99,50	169,78	194,46
1976	1977	122,50	232,64	248,53
1977	1978	142,53	232,64	290,33
1978	1979	98,14	136,55	137,19
1979	1980	91,49	166,13	175,33
1980	1981	123,26	227,38	271,75
1981	1982	78,88	127,68	130,25
1982	1983	115,79	193,63	204,77
1983	1984	191,34	323,18	363,64
1984	1985	198,48	266,87	342,36
1985	1986	61,71	97,48	118,48
1986	1987	141,72	176,20	189,66
1987	1988	65,81	242,58	270,19
1988	1989	77,93	169,78	197,93
1989	1990	119,00	235,08	251,85
1990	1991	108,61	216,78	541,68
1991	1992	109,83	172,68	182,91
1992	1993	149,72	261,88	308,47
1993	1994	64,62	270,75	272,07
1994	1995	100,09	204,38	247,84
1995	1996	73,00	204,07	175,33

Data		Ponte Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
Ano (i)	Ano (f)	486,07	1007,87	1987,66
1996	1997	130,67	214,29	257,11
1997	1998	124,32	215,22	227,65
1998	1999	90,60	163,57	234,95
1999	2000	89,98	157,47	173,88
2000	2001	126,21	208,08	242,30
2001	2002	167,22	192,45	308,15
2002	2003	92,47	150,57	161,77
2003	2004	76,76	163,57	359,69
2004	2005	98,81	138,68	202,39
2005	2006	154,79	259,27	307,19
2006	2007	73,86	143,75	167,80
2007	2008	79,69	119,94	224,01
2008	2009	109,83	181,60	212,55
2009	2010	109,53	180,11	238,01
2010	2011	106,95	204,07	206,86
2011	2012	158,21	279,69	321,95
2012	2013	96,89	160,37	155,77
2013	2014	141,40	236,36	283,69
2014	2015	139,42	237,96	270,50
2015	2016	128,11	380,56	278,34
2016	2017	98,27	203,50	174,31
2017	2018	141,40	467,33	330,02
2018	2019	88,93	226,88	188,48
Média		110,77	198,97	216,73
Máximo		198,48	467,33	541,68
Mínimo		43,19	97,48	78,28
Desvio Padrão		31,32	62,44	75,36
Assimetria		0,41	1,66	1,11
Curtose		0,46	5,27	3,30
Área de Drenagem		486,07	1007,87	1987,66
Fuller		1,4158	1,3341	1,2725
α - Dist. Gumbel		24,43	48,70	58,78
μ - Dist. Gumbel		96,67	170,86	182,80
X0 - Dist. Exponencial		79,45	136,53	141,37

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 53 – Vazões Máximas Médias Diárias – Estações Base – Período Seco

Data		Ponte Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
Ano (i)	Ano (f)	486,07	1007,87	1987,66
1942	1943			43,644
1943	1944			84,323
1944	1945			78,276
1945	1946			129,857

Data		Ponte Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
Ano (i)	Ano (f)	486,07	1007,87	1987,66
1946	1947			126,627
1947	1948			154,234
1948	1949			145,79
1949	1950			113,943
1950	1951			130,127
1951	1952			118,654
1952	1953			120,766
1953	1954			134,745
1954	1955			170,98
1955	1956			196,151
1956	1957			113,064
1957	1958		114,827	179,694
1958	1959		169,139	208,952
1959	1960	97,447	151,145	142,494
1960	1961	106,209	152,578	206,859
1961	1962	132,392	193,06	250,305
1962	1963	122,015	193,06	223,098
1963	1964	104,303	172,087	182,671
1964	1965	29,541	37,204	67,139
1965	1966	126,81	206,327	273,633
1966	1967	86,10	129,39	133,82
1967	1968	21,17	101,44	116,55
1968	1969	105,38	185,20	179,77
1969	1970	37,96	108,23	121,56
1970	1971	104,68	176,20	167,44
1971	1972	103,98	173,75	180,96
1972	1973	99,16	166,74	153,95
1973	1974	94,46	233,63	229,88
1974	1975	53,91	112,05	116,55
1975	1976	83,19	131,67	169,19
1976	1977	122,50	232,64	248,53
1977	1978	75,87	149,09	152,08
1978	1979	98,14	136,55	137,19
1979	1980	88,25	159,80	173,88
1980	1981	49,72	227,38	271,75
1981	1982	78,88	127,68	130,25
1982	1983	115,79	193,63	204,77
1983	1984	70,89	118,69	131,91
1984	1985	73,80	170,08	164,93
1985	1986	29,43	97,48	118,48
1986	1987	141,72	169,17	189,66
1987	1988	30,71	97,75	148,68
1988	1989	55,85	110,68	197,93
1989	1990	78,22	173,57	195,56
1990	1991	81,18	115,63	226,74
1991	1992	68,76	172,68	176,78
1992	1993	35,36	147,72	170,11
1993	1994	51,52	160,37	247,84
1994	1995	100,09	204,38	208,65
1995	1996	73,00	204,07	175,33
1996	1997	130,67	214,29	257,11

Data		Ponte Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
Ano (i)	Ano (f)	486,07	1007,87	1987,66
1997	1998	124,32	215,22	227,65
1998	1999	53,80	83,84	105,83
1999	2000	75,02	156,03	147,56
2000	2001	86,91	167,38	169,82
2001	2002	85,99	144,03	165,21
2002	2003	92,47	150,57	161,77
2003	2004	76,76	163,57	359,69
2004	2005	53,29	135,33	156,06
2005	2006	30,09	84,83	152,65
2006	2007	73,86	143,75	167,80
2007	2008	79,69	119,94	130,53
2008	2009	54,82	150,57	208,05
2009	2010	104,64	180,11	192,01
2010	2011	70,45	141,49	172,14
2011	2012	85,08	116,17	130,81
2012	2013	96,89	160,37	155,77
2013	2014	78,51	122,11	128,05
2014	2015	82,93	160,68	138,72
2015	2016	105,79	259,92	208,20
2016	2017	87,60	178,45	149,53
2017	2018	91,16	208,49	182,76
2018	2019	47,17	119,59	121,47
Média		81,61	155,70	166,57
Máximo		141,72	259,92	359,69
Mínimo		21,17	37,20	43,64
Desvio Padrão		28,72	41,95	51,36
Assimetria		-0,17	-0,02	0,75
Curtose		-0,44	0,25	1,87
Área de Drenagem		486,07	1007,87	1987,66
Fuller		1,4158	1,3341	1,2725
α - Dist. Gumbel		22,40	32,72	40,06
μ - Dist. Gumbel		68,68	136,81	143,45
X0 - Dist. Exponencial		52,89	113,75	115,21

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Salienta-se que, conforme já descrito, a bacia do rio Canoas, assim como a do rio Caveiras, tem características fisiográficas, geóligicas e de declividade, de não formarem grandes picos de cheias, sendo estas umas de menores vazões específicas de cheia na vertente oeste do estado de santa Catarina. Porém, isto não quer dizer que não possa haver problemas de cheias e inundações, é apenas uma comparação numérica com as demais bacias, a questão de problemas de inundação está mais atrelada a topografia e ocupação pela população em locais inapropriados, do que com a magnitude propriamente dita de uma cheia. De qualquer forma, devido

ao baixo uso e ocupação ao longo do rio Caveiras, este não é um problema encontrado.

A seleção da distribuição de probabilidade, para determinação da curva frequência de cheias foi realizada com base nos estudos elaborados pela Eletrobrás, que recomendam a utilização da Distribuição Gumbel ou Exponencial 2. Estas distribuições de probabilidade são consideradas mais “robustas”, ou seja, aquelas que produzem resultados mais confiáveis e fisicamente mais aceitáveis. Também se recomenda que seja utilizada a Distribuição Exponencial 2 sempre que a assimetria da amostra for superior a 1,5. Para assimetrias amostrais inferiores a 1,5, deve ser utilizada a Distribuição Gumbel. Como para o período úmido a assimetria foi superior a 1,5 utilizou-se a distribuição Exponencial, já para o período seco a assimetria foi inferior a 1,5, logo deveria ser utilizada a Distribuição de Gumbel, porém por segurança, devido a distribuição exponencial levar a cheias maiores, optou-se por utilizar esta última, pelo fato de ser um rio sem registros grande de cheias em seu histórico.

Tabela 54 – Curva de Frequência de Cheias – Estações Fluviométricas – Período Úmido

Curva de Frequência de Cheias - Estações Fluviométricas			
TR	Período Úmido - Média Diária		
	Pte. Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
2	101,16	179,81	193,60
2,33	105,94	189,35	205,11
5	129,86	237,03	262,65
10	151,57	280,31	314,88
25	180,27	337,52	383,93
50	201,99	380,80	436,17
100	223,70	424,08	488,40
250	252,40	481,29	557,45
500	274,11	524,57	609,68
1000	295,82	567,86	661,92
2500	324,53	625,07	730,97
5000	346,24	668,35	783,20
10000	367,95	711,63	835,43

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 55 – Curva de Frequência de Cheias – Estações Fluviométricas – Período Seco

Curva de Frequência de Cheias - Estações Fluviométricas			
TR	Período Seco - Média Diária		
	Pte. Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
2	72,79	142,83	150,81
2,33	77,18	149,23	158,65
5	99,11	181,27	197,87
10	119,01	210,35	233,47
25	145,33	248,79	280,53
50	165,23	277,87	316,13
100	185,14	306,95	351,73
250	211,45	345,40	398,78
500	231,36	374,48	434,38
1000	251,26	403,56	469,98
2500	277,58	442,00	517,04
5000	297,48	471,08	552,64
10000	317,39	500,16	588,24

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Ressalta-se que para determinação da vazão de pico instantâneo foi utilizada a equação de Fuller.

$$Fuller = 1 + \left(\frac{2{,}66}{AD\,(km^2)^{0{,}3}}\right)$$

Tabela 56 – Curva de Frequência de Cheias – CGH Santo Antônio

Curva de Frequência de Cheias - CGH Santo Antônio				
TR	**Cheia Período Úmido**		**Cheia Período Seco**	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2	26,85	43,47	19,32	31,28
2,33	28,12	45,53	20,49	33,17
5	34,47	55,81	26,31	42,59
10	40,23	65,14	31,59	51,14
25	47,85	77,47	38,57	62,45
50	53,61	86,80	43,86	71,01
100	59,38	96,13	49,14	79,56
250	67,00	108,46	56,13	90,87
500	72,76	117,80	61,41	99,42
1000	78,52	127,13	66,69	107,98
2500	86,14	139,46	73,68	119,28
5000	91,90	148,79	78,96	127,84
10000	97,67	158,12	84,25	136,39

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 57 – Curva de Frequência de Cheias – PCH A. M. Dias

Curva de Frequência de Cheias - PCH A.M. Dias				
TR	Cheia Período Úmido		Cheia Período Seco	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2	62,24	92,18	44,79	66,33
2,33	65,18	96,54	47,49	70,33
5	79,90	118,33	60,98	90,31
10	93,26	138,12	73,23	108,45
25	110,92	164,27	89,42	132,43
50	124,28	184,06	101,66	150,56
100	137,64	203,84	113,91	168,70
250	155,30	229,99	130,10	192,68
500	168,66	249,78	142,35	210,82
1000	182,01	269,56	154,60	228,96
2500	199,67	295,72	170,79	252,94
5000	213,03	315,50	183,03	271,08
10000	226,39	335,29	195,28	289,21

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 58 – Curva de Frequência de Cheias – CGH São Paulo

Curva de Frequência de Cheias - CGH São Paulo				
TR	**Cheia Período Úmido**		**Cheia Período Seco**	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2	66,15	97,39	47,60	70,08
2,33	69,28	102,00	50,47	74,31
5	84,92	125,03	64,81	95,42
10	99,12	145,93	77,83	114,58
25	117,89	173,57	95,03	139,92
50	132,09	194,47	108,05	159,08
100	146,28	215,37	121,07	178,25
250	165,05	243,01	138,28	203,58
500	179,25	263,91	151,29	222,75
1000	193,45	284,81	164,31	241,91
2500	212,22	312,45	181,52	267,25
5000	226,42	333,35	194,53	286,41
10000	240,62	354,26	207,55	305,58

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 59 – Curva de Frequência de Cheias – CGH Hoppen

Curva de Frequência de Cheias - CGH Hoppen				
TR	**Cheia Período Úmido**		**Cheia Período Seco**	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2	142,96	196,54	102,87	141,43
2,33	149,72	205,83	109,07	149,95

Curva de Frequência de Cheias - CGH Hoppen				
TR	Cheia Período Úmido		Cheia Período Seco	
	Média Diária	Pico	Média Diária	Pico
5	183,52	252,30	140,06	192,55
10	214,20	294,48	168,19	231,22
25	254,76	350,25	205,37	282,35
50	285,44	392,43	233,50	321,02
100	316,13	434,61	261,63	359,70
250	356,69	490,38	298,82	410,82
500	387,37	532,56	326,95	449,49
1000	418,05	574,74	355,08	488,17
2500	458,61	630,51	392,27	539,29
5000	489,30	672,69	420,40	577,97
10000	519,98	714,87	448,53	616,64

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 60 – Curva de Frequência de Cheias – CGH Caveiras

Curva de Frequência de Cheias - CGH Caveiras				
TR	Cheia Período Úmido		Cheia Período Seco	
	Média Diária	Pico	Média Diária	Pico
2	214,59	285,79	154,41	205,65
2,33	224,73	299,30	163,72	218,04
5	275,47	366,87	210,23	279,99
10	321,53	428,21	252,46	336,23
25	382,41	509,30	308,28	410,57
50	428,47	570,64	350,50	466,80
100	474,52	631,98	392,73	523,04
250	535,41	713,06	448,55	597,38
500	581,46	774,40	490,77	653,61
1000	627,52	835,74	533,00	709,85
2500	688,41	916,83	588,81	784,19
5000	734,46	978,17	631,04	840,43
10000	780,52	1039,50	673,26	896,66

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 61 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Pinheiro

Curva de Frequência de Cheias - PCH Pinheiro				
TR	Cheia Período Úmido		Cheia Período Seco	
	Média Diária	Pico	Média Diária	Pico
2	258,52	339,64	186,03	244,40
2,33	270,74	355,70	197,23	259,12
5	331,87	436,00	253,27	332,75
10	387,35	508,90	304,14	399,58

Curva de Frequência de Cheias - PCH Pinheiro				
TR	Cheia Período Úmido		Cheia Período Seco	
	Média Diária	Pico	Média Diária	Pico
25	460,70	605,26	371,39	487,93
50	516,19	678,16	422,26	554,76
100	571,68	751,06	473,13	621,59
250	645,02	847,42	540,38	709,94
500	700,51	920,32	591,25	776,77
1000	756,00	993,21	642,12	843,60
2500	829,35	1089,58	709,37	931,95
5000	884,83	1162,47	760,24	998,78
10000	940,32	1235,37	811,11	1065,61

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 62 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Itararé

Curva de Frequência de Cheias - PCH Itararé				
TR	Cheia Período Úmido		Cheia Período Seco	
	Média Diária	Pico	Média Diária	Pico
2	283,13	369,58	203,74	265,94
2,33	296,52	387,06	216,01	281,97
5	363,46	474,44	277,39	362,08
10	424,23	553,76	333,10	434,81
25	504,56	658,62	406,75	530,94
50	565,33	737,95	462,46	603,67
100	626,10	817,27	518,17	676,39
250	706,43	922,13	591,82	772,53
500	767,20	1001,45	647,54	845,25
1000	827,97	1080,78	703,25	917,98
2500	908,30	1185,64	776,90	1014,11
5000	969,07	1264,96	832,61	1086,84
10000	1029,84	1344,29	888,33	1159,56

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 63 – Curva de Frequência de Cheias – PCH João Borges

Curva de Frequência de Cheias - PCH João Borges				
TR	Cheia Período Úmido		Cheia Período Seco	
	Média Diária	Pico	Média Diária	Pico
2	352,82	453,67	253,89	326,46
2,33	369,51	475,12	269,18	346,12
5	452,93	582,39	345,67	444,47
10	528,66	679,76	415,09	533,74
25	628,76	808,48	506,87	651,75
50	704,49	905,85	576,30	741,02
100	780,22	1003,23	645,72	830,29

Curva de Frequência de Cheias - PCH João Borges				
TR	Cheia Período Úmido		Cheia Período Seco	
	Média Diária	Pico	Média Diária	Pico
250	880,32	1131,94	737,50	948,30
500	956,05	1229,32	806,93	1037,57
1000	1031,78	1326,69	876,36	1126,85
2500	1131,88	1455,41	968,14	1244,86
5000	1207,61	1552,78	1037,56	1334,13
10000	1283,34	1650,15	1106,99	1423,40

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 64 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Portão

Curva de Frequência de Cheias - PCH Portão				
TR	Cheia Período Úmido		Cheia Período Seco	
	Média Diária	Pico	Média Diária	Pico
2	460,66	582,21	331,49	418,95
2,33	482,45	609,74	351,46	444,19
5	591,37	747,40	451,32	570,40
10	690,24	872,36	541,96	684,96
25	820,94	1037,55	661,79	836,41
50	919,81	1162,51	752,44	950,97
100	1018,69	1287,47	843,09	1065,54
250	1149,39	1452,66	962,92	1216,98
500	1248,26	1577,62	1053,56	1331,55
1000	1347,14	1702,58	1144,21	1446,11
2500	1477,84	1867,77	1264,04	1597,56
5000	1576,71	1992,73	1354,69	1712,12
10000	1675,58	2117,69	1445,34	1826,69

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

7.1.3.8 Vazões Mínimas

As características do escoamento de vazão mínima são dependentes da topografia, geologia, clima e usos do solo, sendo difícil apenas um desses fatores explicar a sua variabilidade.

A análise de probabilidade de vazões mínimas é estabelecida para os menores valores médios de um período de “d” dias, no caso deste estudo 7 dias, por recomendação do IBAMA. O importante na análise de probabilidade de vazões mínimas é o entendimento de que o escoamento durante a estiagem depende fundamentalmente do aquífero e lençol freático no qual a bacia está inserida.

Para a determinação da $Q_{7,10}$ foram analisados por primeiro os dados das vazões mínimas médias de 7 dias de duração de cada ano no local das estações fluviométricas base, para o período de operação das mesmas. As tabelas a seguir apresentam as vazões mínimas médias anuais.

Tabela 65 – Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Ponte Rio João Paulo

Vazões Mínimas médias de 7 dias consecutivos - E . F. Ponte Rio João Paulo					
Ano	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**
1959	1,53	1982	0,79	2005	1,91
1960	1,59	1983	4,19	2006	1,20
1961	1,61	1984	2,07	2007	2,12
1962	2,53	1985	2,29	2008	2,21
1963	1,61	1986	1,96	2009	1,77
1964	1,69	1987	3,16	2010	2,59
1965	1,17	1988	1,71	2011	2,48
1966	2,27	1989	2,43	2012	2,75
1967	1,87	1990	1,07	2013	2,55
1968	0,38	1991	3,38	2014	3,48
1969	1,60	1992	1,03	2015	2,73
1970	1,28	1993	5,21	2016	3,23
1971	0,99	1994	2,49	2017	2,05
1972	1,18	1995	0,83	2018	2,10
1973	1,74	1996	2,03	2019	3,78
1974	1,72	1997	0,53	Parâmetros	Valor
1975	1,65	1998	3,26	Média	2,09
1976	1,49	1999	2,06	Máximo	5,21
1977	1,75	2000	1,67	Mínimo	0,38
1978	1,25	2001	3,83	DP	0,97
1979	1,28	2002	4,62	Var	0,9348
1980	2,43	2003	1,37	Ass	1,0393
1981	2,12	2004	1,64	Kurt	1,3465

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 66 – Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Vila Canoas

Vazões Mínimas médias de 7 dias consecutivos - E . F. Vila Canoas					
Ano	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**
1957	8,40	1981	6,30	2005	10,45
1958	6,95	1982	5,87	2006	3,09
1959	4,67	1983	12,13	2007	6,61
1960	5,50	1984	10,19	2008	7,98
1961	5,50	1985	4,61	2009	6,85
1962	3,65	1986	4,20	2010	7,59
1963	3,32	1987	7,31	2011	8,60
1964	5,93	1988	4,18	2012	4,98
1965	4,76	1989	7,20	2013	6,18
1966	2,26	1990	12,06	2014	8,67
1967	4,95	1991	4,15	2015	12,00
1968	0,96	1992	9,43	2016	7,78
1969	1,09	1993	10,89	2017	4,64
1970	0,64	1994	3,45	2018	6,24

Vazões Mínimas médias de 7 dias consecutivos - E . F. Vila Canoas					
Ano	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**
1971	0,70	1995	5,82	2019	11,61
1972	1,62	1996	5,85	Parâmetros	Valor
1973	9,68	1997	4,10	Média	6,40
1974	5,11	1998	11,11	Máximo	12,13
1975	5,50	1999	8,08	Mínimo	0,64
1976	5,81	2000	9,75	DP	2,99
1977	5,21	2001	12,01	Var	8,9699
1978	3,09	2002	10,08	Ass	0,1722
1979	5,41	2003	5,68	Kurt	-0,4910
1980	8,04	2004	6,92		

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 67 – Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Rio Bonito

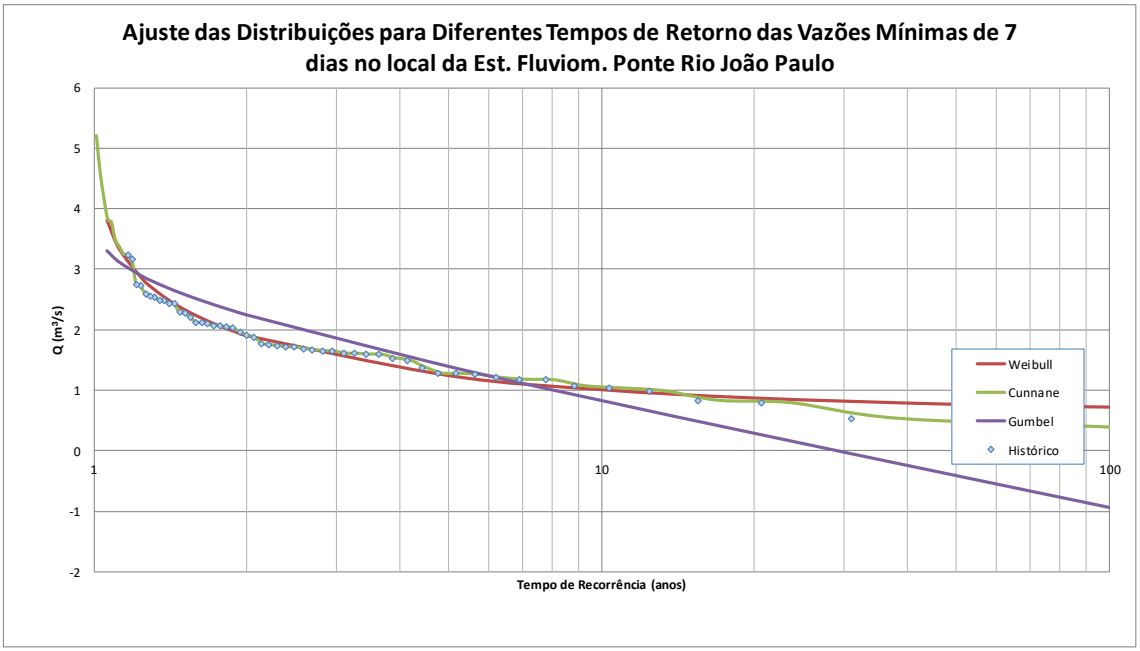
Vazões Mínimas médias de 7 dias consecutivos - E . F. Rio Bonito					
Ano	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**
1942	8,47	1971	5,93	2000	13,36
1943	5,68	1972	8,57	2001	22,01
1944	3,41	1973	15,20	2002	18,65
1945	2,04	1974	9,21	2003	9,21
1946	6,67	1975	9,58	2004	12,07
1947	9,91	1976	11,20	2005	13,17
1948	6,97	1977	9,55	2006	5,53
1949	7,83	1978	6,22	2007	12,84
1950	10,37	1979	7,48	2008	14,52
1951	3,63	1980	12,29	2009	11,34
1952	5,01	1981	9,73	2010	14,00
1953	7,06	1982	9,34	2011	14,45
1954	14,07	1983	22,08	2012	9,75
1955	12,34	1984	19,71	2013	11,47
1956	12,00	1985	9,02	2014	13,64
1957	13,76	1986	7,62	2015	19,62
1958	11,39	1987	13,45	2016	15,36
1959	10,85	1988	8,59	2017	9,70
1960	10,30	1989	10,55	2018	11,90
1961	10,40	1990	26,00	2019	22,16
1962	10,15	1991	9,21	Parâmetros	Valor
1963	8,45	1992	15,06	Média	11,25
1964	12,67	1993	15,00	Máximo	26,00
1965	10,05	1994	11,89	Mínimo	2,04
1966	13,96	1995	7,55	DP	4,54
1967	12,22	1996	9,80	Var	20,5853
1968	4,82	1997	6,79	Ass	0,8461
1969	10,37	1998	18,74	Kurt	1,1845
1970	8,49	1999	14,43		

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Por seguinte calculou-se as vazões mínimas médias de 7 dias de duração para diferentes períodos de retorno através das distribuições de Weibull e Gumbel.

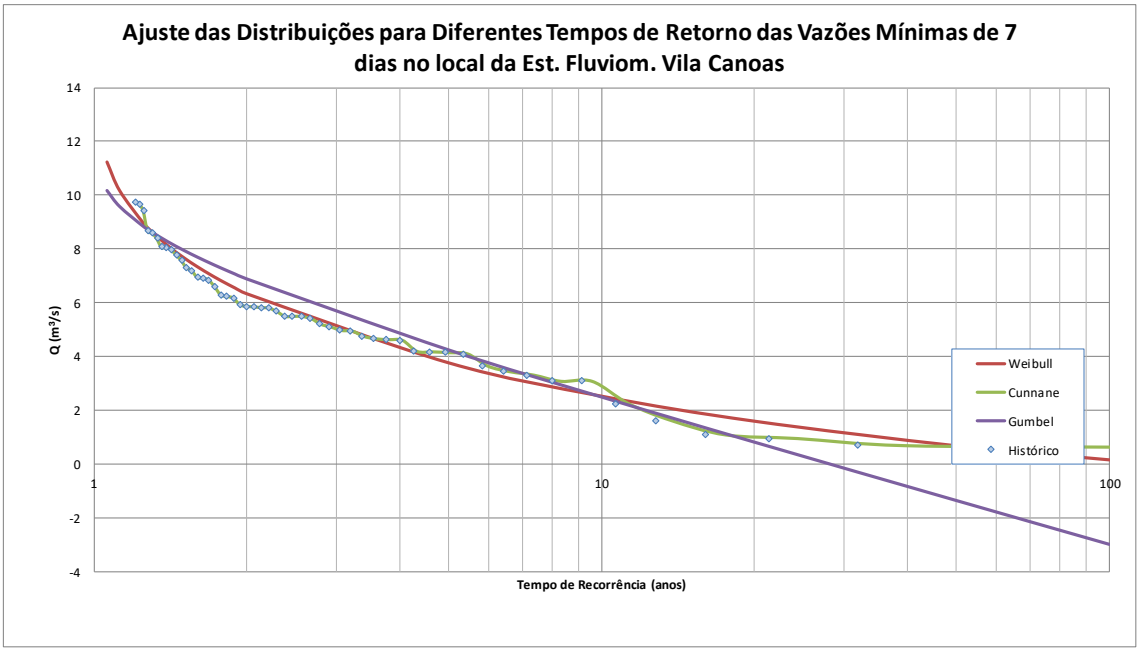
Pelo ajuste mostrado nos gráficos a seguir foi definida a distribuição de Weibull para este estudo.

Figura 38 – Ajuste das Distribuições para Diferentes Tempos de Retorno das Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Ponte Rio João Paulo



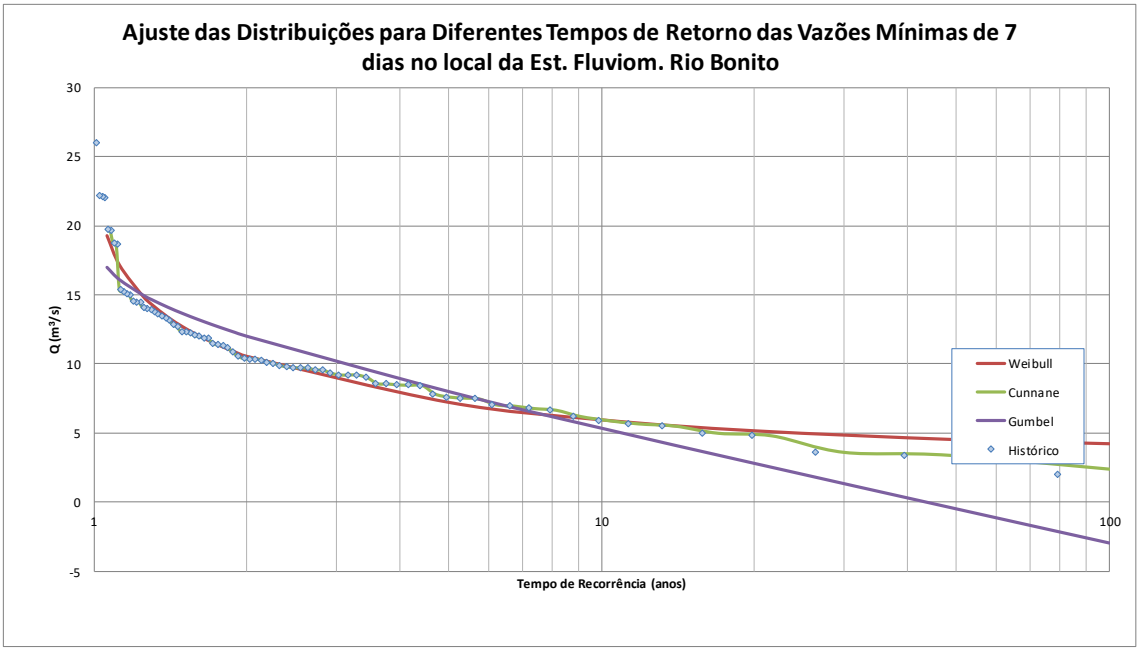
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 39 – Ajuste das Distribuições para Diferentes Tempos de Retorno das Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Vila Canoas



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 40 – Ajuste das Distribuições para Diferentes Tempos de Retorno das Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Rio Bonito



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 68 – Q7,10 – 01/03

Parâmetros de Q (m³/s)	Estação Fluviométrica Ponte Rio João Paulo	CGH Santo Antônio	PCH A.M. Dias	CGH São Paulo
Q7,10 Cunnane	1,05	0,28	0,65	0,69
Q7,10 Gumbel	0,83	0,22	0,51	0,54
Q7,10 Weibull	1,01	0,27	0,62	0,66

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 69 – Q7,10 – 02/03

Parâmetros de Q (m³/s)	Estação Fluviométrica Vila Canoas	CGH Hoppen	PCH Caveiras	PCH Pinheiro	PCH Itararé
Q7,10 Cunnane	2,88	1,96	2,95	3,55	3,55
Q7,10 Gumbel	2,50	1,70	2,56	3,08	3,08
Q7,10 Weibull	2,52	1,72	2,58	3,11	3,11

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 70 – Q7,10 – 03/03

Parâmetros de Q (m³/s)	Estação Fluviométrica Rio Bonito	PCH João Borges	PCH Portão
Q7,10 Cunnane	6,00	5,12	6,68
Q7,10 Gumbel	5,34	4,56	5,95
Q7,10 Weibull	5,97	5,09	6,65

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Salienta-se que a Q7,10 é uma vazão estatística e variável, quando analisada em termos de vazão específica, com o aumento ou diminuição da área de drenagem, ou seja, com o aumento da área de drenagem as bacias aumentam sua capacidade de escoamento sub-superficial e subterrâneo, que mantém as mínimas, com isso há influência nas curvas de permanência com o aumento da área de drenagem, em outros termos elas diminuem sua amplitude. Logo é esperado que uma vazão específica de Q7,10 menor nas áreas de drenagem menores, e é o que foi entrado nas tabelas anteriores, as usinas mais de montante apresentam uma relação com média na ordem de 7%, já as usinas mais de jusante esta relação vai a 11% da média, devido a esta variação na capacidade de mantimento do escoamento de base. Conforme já salientado, estes são bons números quando comparados a outras bacias no estado que tem maior declividade e estão inteiramente em cima do basalto.

7.1.4 Estudos dos Reservatórios

Para os estudos dos reservatórios utilizou-se os volumes dos reservatórios no N.A. máximo normal de operação, conforme quadro a seguir.

Tabela 71 – Volumes dos Reservatórios

APROVEITAMENTO	Comprimento Reservatório (km)	NA Normal (m)	Volume (hm³)
CGH Santo Antônio	0,71	1045,00	0,04
PCH A.M. Dias Reservatório	5,63	990,00	3,36
CGH São Paulo	0,47	935,00	0,05
CGH Hoppen (*)	0,00	870,00	0,00
CGH Caveiras	27,06	859,70	46,96
PCH Pinheiro Reservatório	0,46	819,75	0,69
PCH Itararé (*)	0,52	794,60	0,00
PCH João Borges	12,82	771,50	38,50
PCH Portão	13,42	726,50	23,66

(*) Pequena soleira, volume praticamente inexistente

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

7.1.4.1 Tempo de Residência

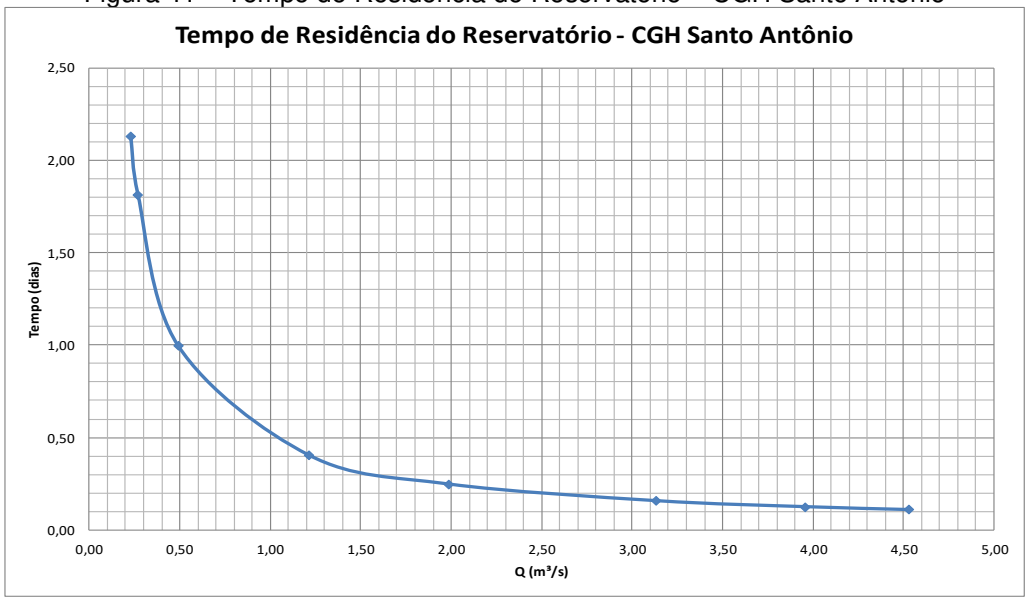
É importante conhecer o tempo de residência, ou tempo de retenção hidráulica – intervalo de tempo durante o qual uma determinada massa d'água permanece no reservatório desde a chegada até a saída, a fim de se ter noção da alteração promovida em relação a qualidade da água na região do futuro reservatório. Conforme o uso do reservatório, controla-se o tempo de residência, o que afeta: a reciclagem e acúmulo de nutrientes, crescimento do fitoplâncton (requer tempo de residência de 2 a 3 semanas), desenvolvimento de macrófitas aquáticas, depósito de detritos químicos e estado trófico do reservatório.

Tabela 72 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Santo Antônio

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	**Q (m³/s)**	**Dias**
Min média Mensal	0,23	2,13
Q7,10	0,27	1,81
Q 99% mensal	0,49	1,00
Q 90% mensal	1,21	0,40
Q 70% mensal	1,99	0,25
Q 50% mensal	3,13	0,16
Média mensal	3,96	0,12
Q 30% mensal	4,53	0,11

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 41 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Santo Antônio



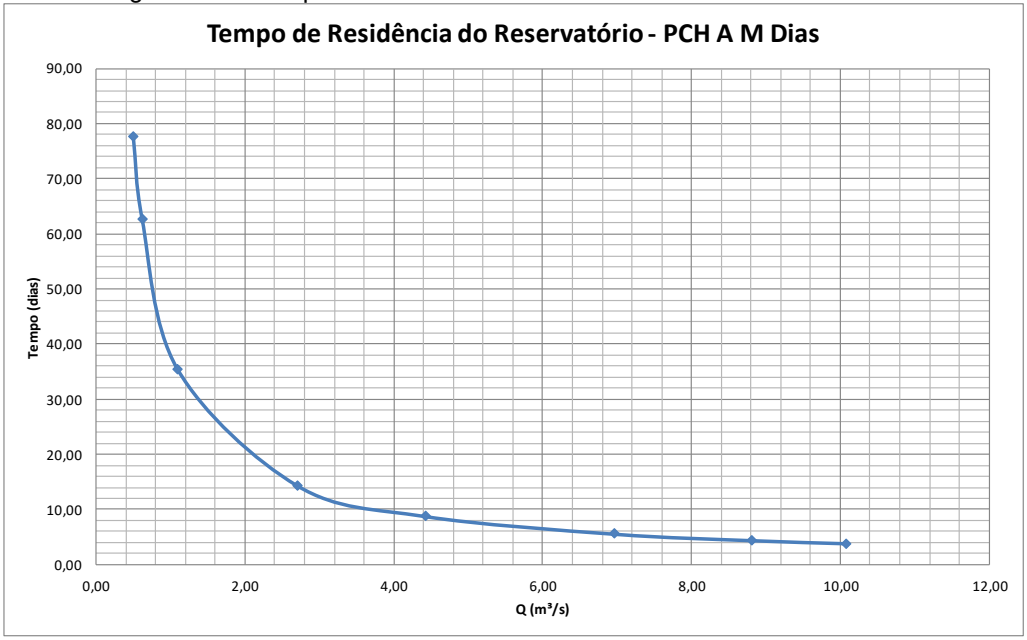
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 73 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH A. M. Dias

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	**Q (m³/s)**	**Dias**
Min média Mensal	0,50	77,66
Q7,10	0,62	62,63
Q 99% mensal	1,09	35,49
Q 90% mensal	2,70	14,39
Q 70% mensal	4,42	8,78
Q 50% mensal	6,97	5,57
Média mensal	8,81	4,41
Q 30% mensal	10,08	3,85

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 42 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH A. M. Dias



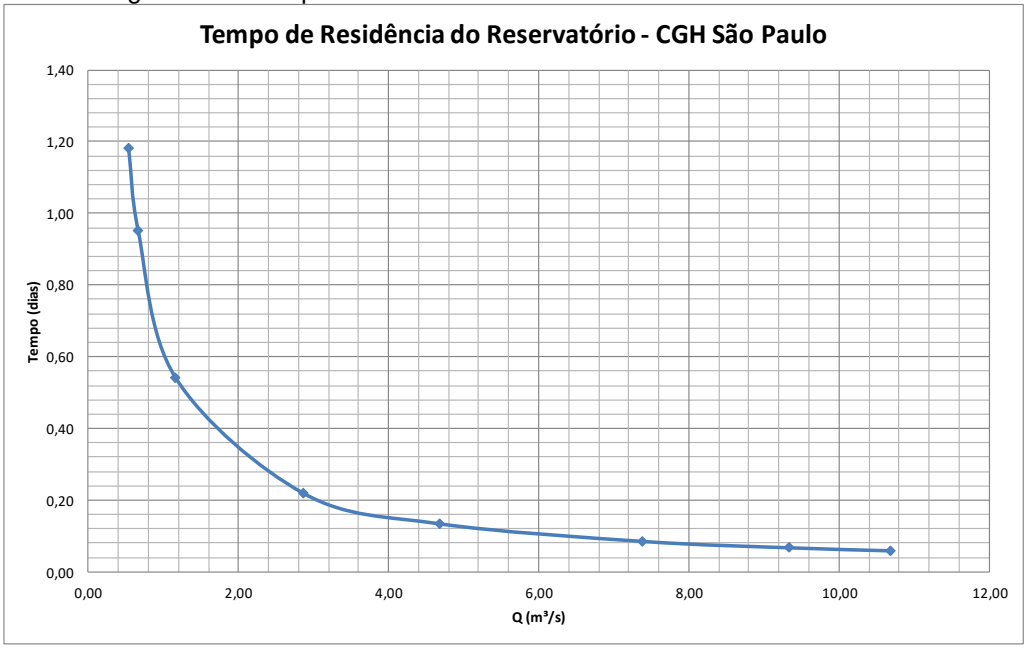
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 74 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH São Paulo

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	**Q (m³/s)**	**Dias**
Min média Mensal	0,53	1,18
Q7,10	0,66	0,95
Q 99% mensal	1,16	0,54
Q 90% mensal	2,86	0,22
Q 70% mensal	4,69	0,13
Q 50% mensal	7,38	0,08
Média mensal	9,33	0,07
Q 30% mensal	10,68	0,06

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 43 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH São Paulo



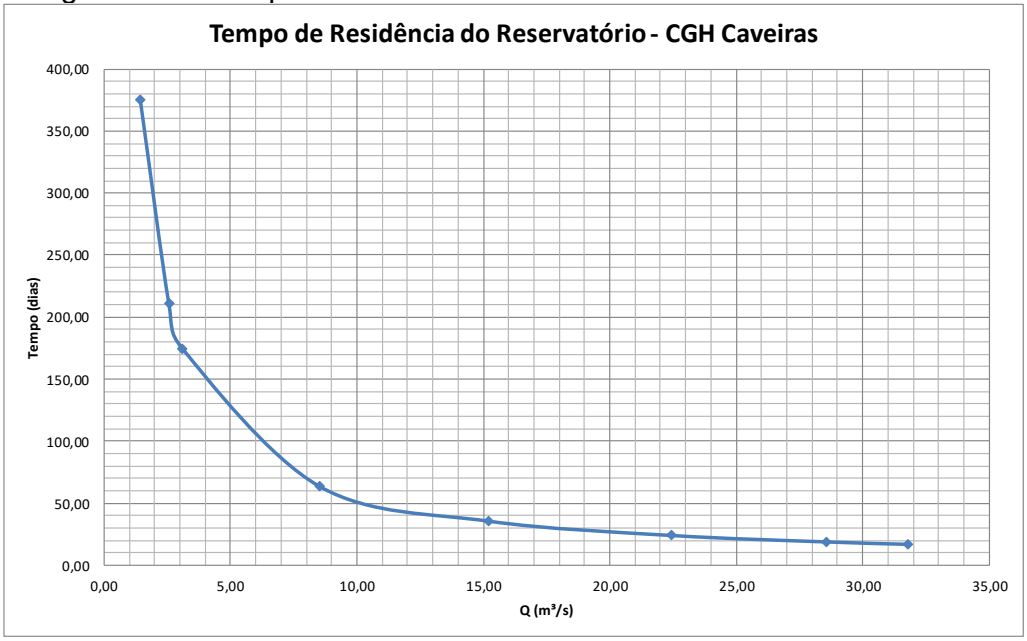
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 75 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Caveiras

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	**Q (m³/s)**	**Dias**
Min média Mensal	1,45	374,84
Q7,10	2,58	210,67
Q 99% mensal	3,11	174,74
Q 90% mensal	8,53	63,69
Q 70% mensal	15,22	35,71
Q 50% mensal	22,45	24,21
Média mensal	28,57	19,02
Q 30% mensal	31,78	17,10

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 44 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Caveiras



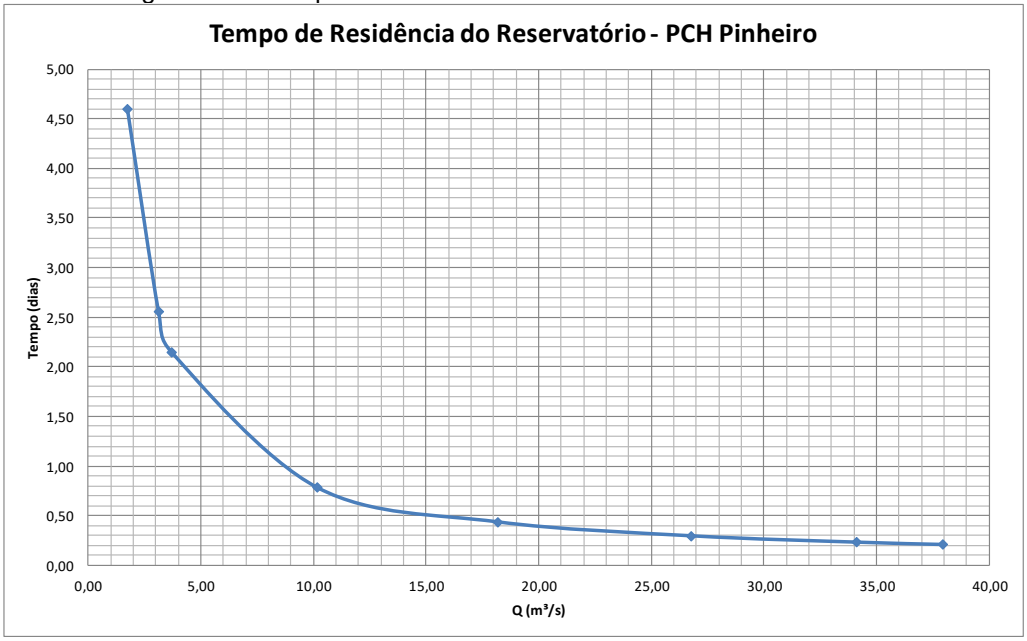
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 76 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Pinheiro

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	**Q (m³/s)**	**Dias**
Min média Mensal	1,73	4,60
Q7,10	3,11	2,56
Q 99% mensal	3,71	2,14
Q 90% mensal	10,19	0,78
Q 70% mensal	18,17	0,44
Q 50% mensal	26,80	0,30
Média mensal	34,11	0,23
Q 30% mensal	37,94	0,21

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 45 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Pinheiro



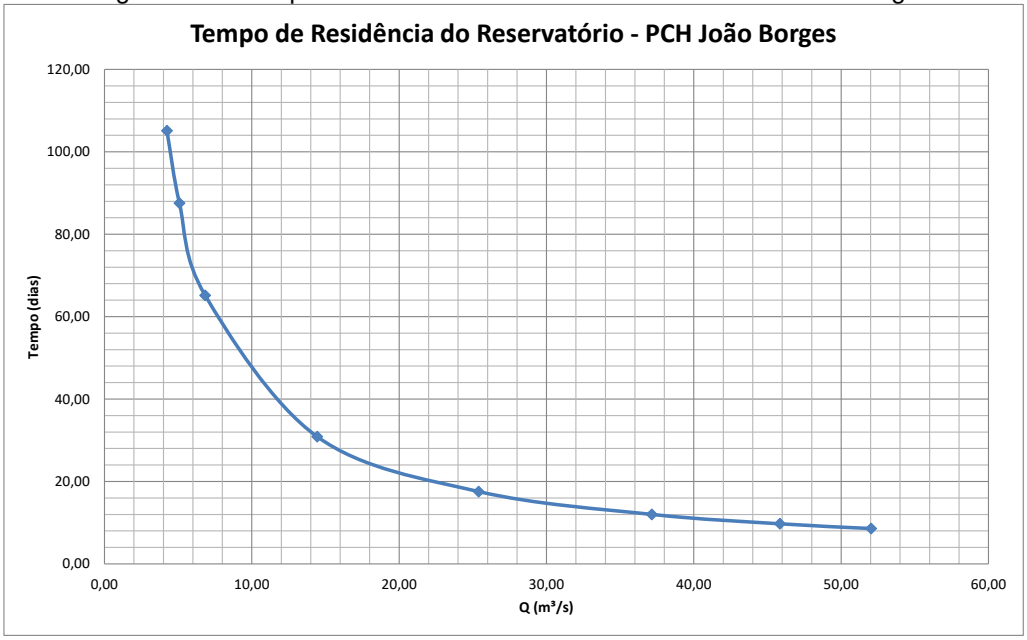
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 77 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH João Borges

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	**Q (m³/s)**	**Dias**
Min média Mensal	4,24	105,09
Q7,10	5,09	87,54
Q 99% mensal	6,84	65,14
Q 90% mensal	14,45	30,84
Q 70% mensal	25,40	17,55
Q 50% mensal	37,15	11,99
Média mensal	45,85	9,72
Q 30% mensal	52,03	8,56

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 46 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH João Borges



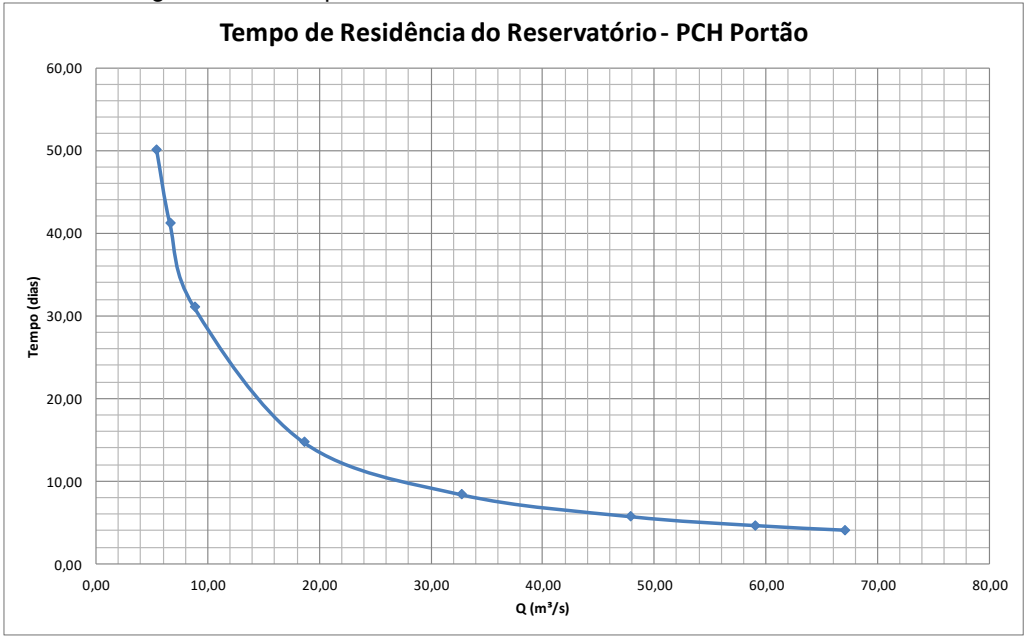
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 78 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Portão

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	**Q (m³/s)**	**Dias**
Min média Mensal	5,46	50,15
Q7,10	6,65	41,18
Q 99% mensal	8,82	31,06
Q 90% mensal	18,62	14,71
Q 70% mensal	32,73	8,37
Q 50% mensal	47,88	5,72
Média mensal	59,08	4,64
Q 30% mensal	67,05	4,08

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 47 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Portão



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

7.1.4.2 Tempo de Enchimento

Foi estimado o tempo de enchimento/formação do reservatório de acordo com vazão afluente. Este tempo é a relação do volume do reservatório pela vazão afluente do rio.

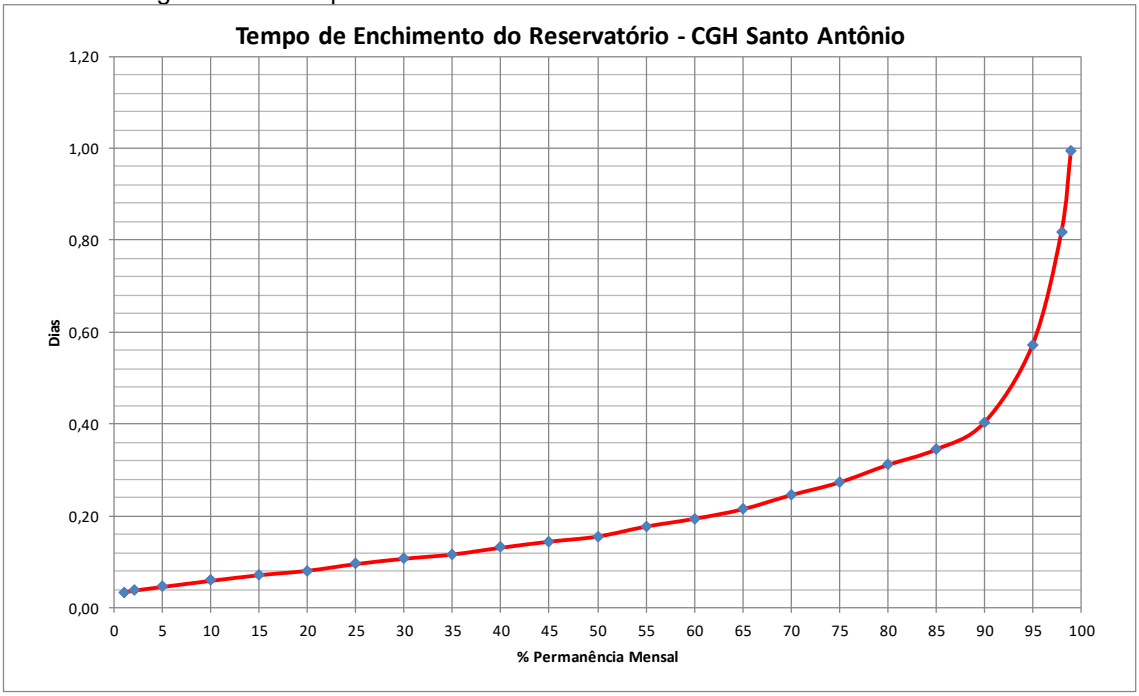
Tabela 79 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Santo Antônio

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	**Q (m³/s)**	**Dias**	**Horas**
1,00	14,10	0,03	0,83
2,00	12,67	0,04	0,93
5,00	10,46	0,05	1,12
10,00	8,15	0,06	1,44
15,00	6,77	0,07	1,74
20,00	5,97	0,08	1,97
25,00	5,07	0,10	2,32
30,00	4,53	0,11	2,59
35,00	4,17	0,12	2,82
40,00	3,71	0,13	3,17
45,00	3,37	0,15	3,49
50,00	3,13	0,16	3,75
55,00	2,75	0,18	4,27
60,00	2,51	0,19	4,68
65,00	2,27	0,22	5,17
70,00	1,99	0,25	5,91
75,00	1,79	0,27	6,57
80,00	1,57	0,31	7,48

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
85,00	1,42	0,35	8,29
90,00	1,21	0,40	9,69
95,00	0,86	0,57	13,73
98,00	0,60	0,82	19,62
99,00	0,49	1,00	23,90

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 48 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Santo Antônio



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

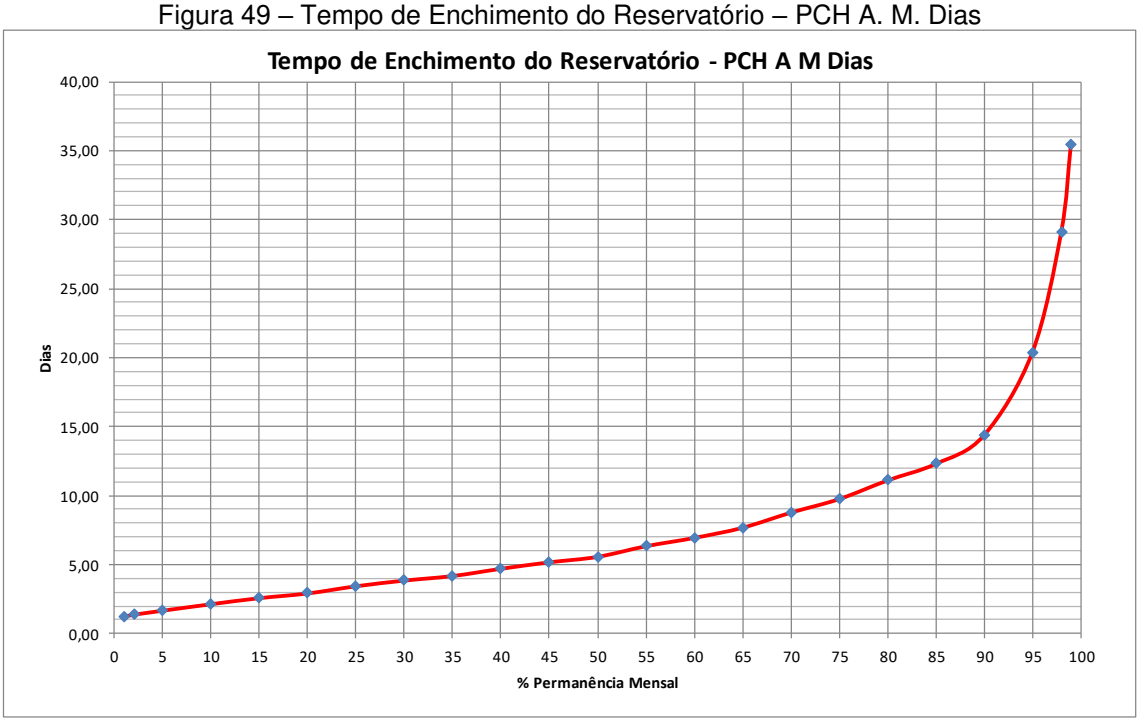
Tabela 80 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH A. M. Dias

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
1,00	31,36	1,24	29,72
2,00	28,18	1,38	33,08
5,00	23,27	1,67	40,05
10,00	18,13	2,14	51,40
15,00	15,06	2,58	61,89
20,00	13,29	2,92	70,13
25,00	11,28	3,44	82,60
30,00	10,08	3,85	92,47
35,00	9,28	4,19	100,45
40,00	8,25	4,71	112,99
45,00	7,50	5,18	124,25

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
50,00	6,97	5,57	133,78
55,00	6,12	6,34	152,26
60,00	5,59	6,95	166,71
65,00	5,05	7,68	184,42
70,00	4,42	8,78	210,67
75,00	3,98	9,76	234,29
80,00	3,49	11,11	266,72
85,00	3,15	12,31	295,52
90,00	2,70	14,39	345,26
95,00	1,90	20,39	489,26
98,00	1,33	29,13	699,10
99,00	1,09	35,49	851,75

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 49 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH A. M. Dias



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

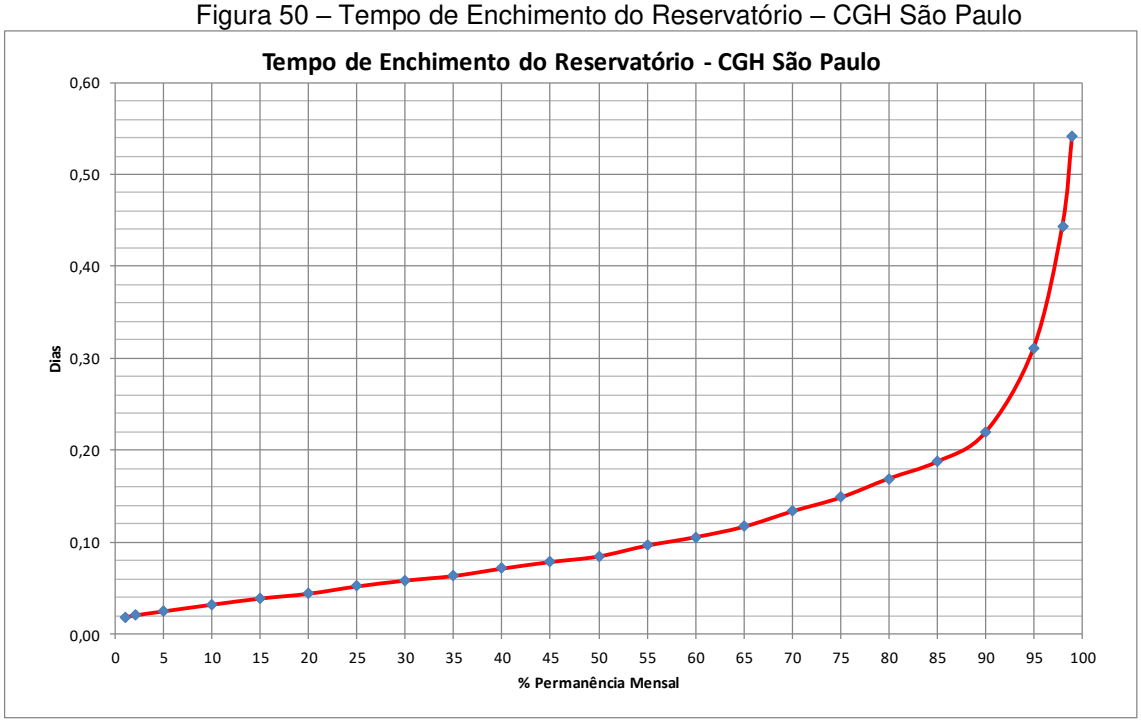
Tabela 81 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH São Paulo

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
1,00	33,23	0,02	0,45
2,00	29,86	0,02	0,50
5,00	24,65	0,03	0,61
10,00	19,21	0,03	0,78
15,00	15,96	0,04	0,94

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
20,00	14,08	0,04	1,07
25,00	11,96	0,05	1,26
30,00	10,68	0,06	1,41
35,00	9,83	0,06	1,53
40,00	8,74	0,07	1,72
45,00	7,95	0,08	1,89
50,00	7,38	0,08	2,04
55,00	6,49	0,10	2,32
60,00	5,92	0,11	2,54
65,00	5,35	0,12	2,81
70,00	4,69	0,13	3,21
75,00	4,22	0,15	3,57
80,00	3,70	0,17	4,07
85,00	3,34	0,19	4,50
90,00	2,86	0,22	5,26
95,00	2,02	0,31	7,46
98,00	1,41	0,44	10,66
99,00	1,16	0,54	12,98

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 50 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH São Paulo



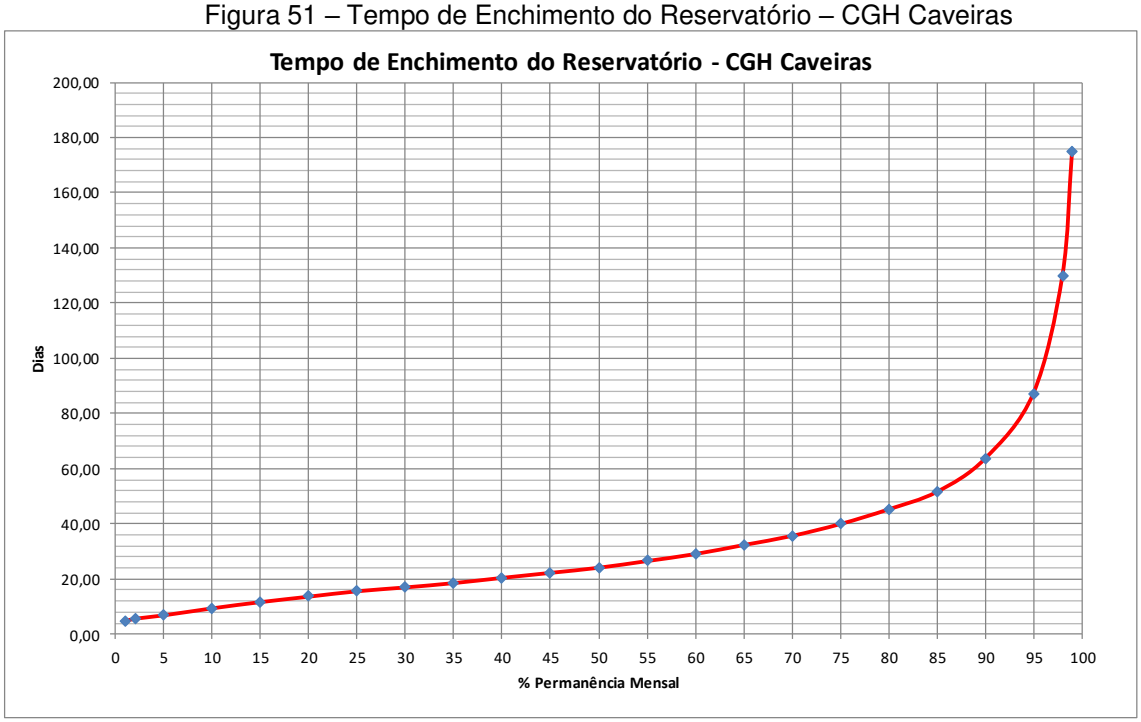
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 82 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Caveiras

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
1,00	110,92	4,90	117,60
2,00	94,18	5,77	138,50
5,00	77,54	7,01	168,22
10,00	56,98	9,54	228,93
15,00	46,12	11,79	282,84
20,00	39,52	13,75	330,06
25,00	34,61	15,71	376,93
30,00	31,78	17,10	410,41
35,00	29,13	18,66	447,75
40,00	26,45	20,55	493,09
45,00	24,31	22,36	536,60
50,00	22,45	24,21	581,08
55,00	20,41	26,63	639,01
60,00	18,63	29,17	700,15
65,00	16,76	32,42	778,13
70,00	15,22	35,71	857,06
75,00	13,59	40,00	960,03
80,00	11,99	45,32	1087,73
85,00	10,52	51,64	1239,38
90,00	8,53	63,69	1528,55
95,00	6,23	87,29	2095,00
98,00	4,19	129,75	3113,90
99,00	3,11	174,74	4193,74

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 51 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Caveiras



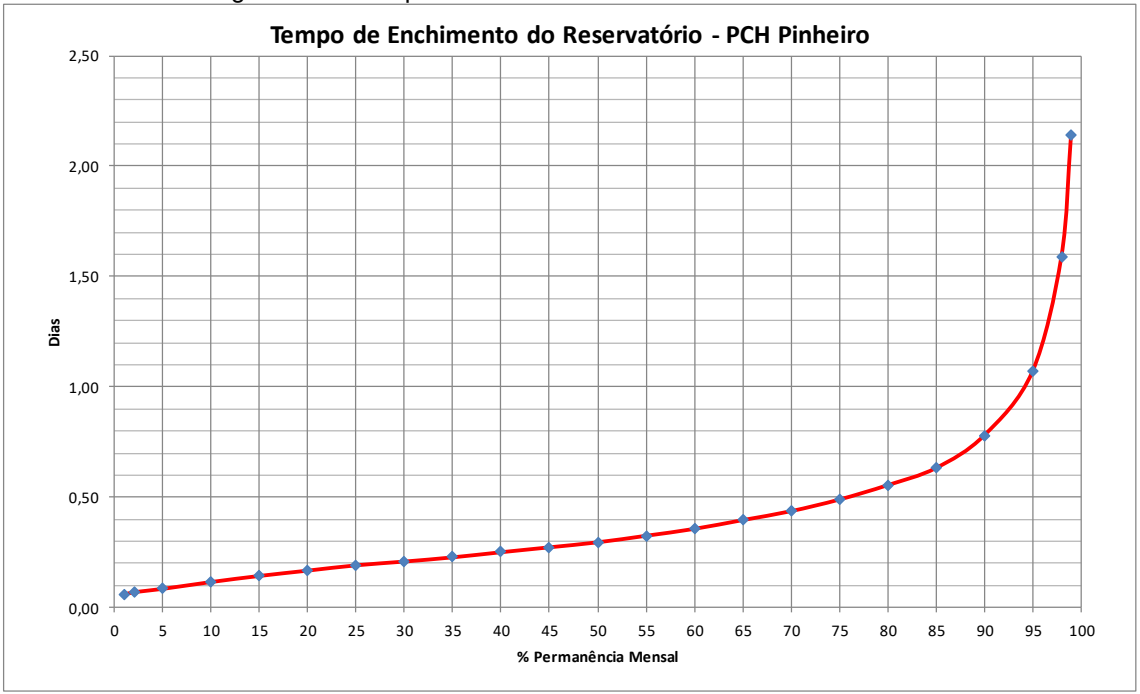
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 83 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Pinheiro

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	**Q (m³/s)**	**Dias**	**Horas**
1,00	132,42	0,06	1,44
2,00	112,43	0,07	1,70
5,00	92,57	0,09	2,06
10,00	68,02	0,12	2,81
15,00	55,05	0,14	3,47
20,00	47,18	0,17	4,04
25,00	41,31	0,19	4,62
30,00	37,94	0,21	5,03
35,00	34,78	0,23	5,49
40,00	31,58	0,25	6,04
45,00	29,02	0,27	6,58
50,00	26,80	0,30	7,12
55,00	24,37	0,33	7,83
60,00	22,24	0,36	8,58
65,00	20,01	0,40	9,54
70,00	18,17	0,44	10,50
75,00	16,22	0,49	11,77
80,00	14,32	0,56	13,33
85,00	12,56	0,63	15,19
90,00	10,19	0,78	18,73
95,00	7,43	1,07	25,67
98,00	5,00	1,59	38,16
99,00	3,71	2,14	51,39

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 52 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Pinheiro



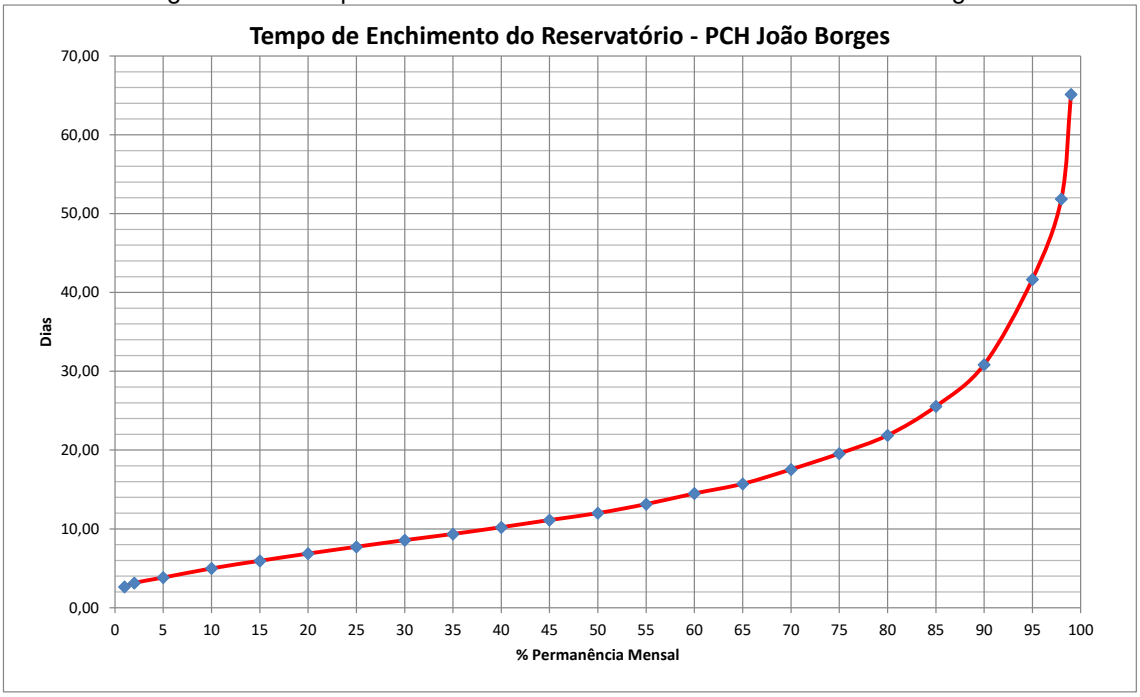
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 84 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH João Borges

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	**Q (m³/s)**	**Dias**	**Horas**
1,00	168,16	2,65	63,60
2,00	141,78	3,14	75,43
5,00	116,67	3,82	91,66
10,00	89,48	4,98	119,52
15,00	74,92	5,95	142,75
20,00	64,98	6,86	164,57
25,00	57,69	7,72	185,38
30,00	52,03	8,56	205,53
35,00	47,67	9,35	224,35
40,00	43,66	10,21	244,95
45,00	40,08	11,12	266,86
50,00	37,15	11,99	287,85
55,00	33,92	13,14	315,30
60,00	30,76	14,49	347,68
65,00	28,36	15,71	377,06
70,00	25,40	17,55	421,09
75,00	22,79	19,55	469,24
80,00	20,38	21,87	524,77
85,00	17,45	25,54	612,91
90,00	14,45	30,84	740,19
95,00	10,70	41,66	999,95
98,00	8,59	51,85	1244,39
99,00	6,84	65,14	1563,30

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 53 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH João Borges



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

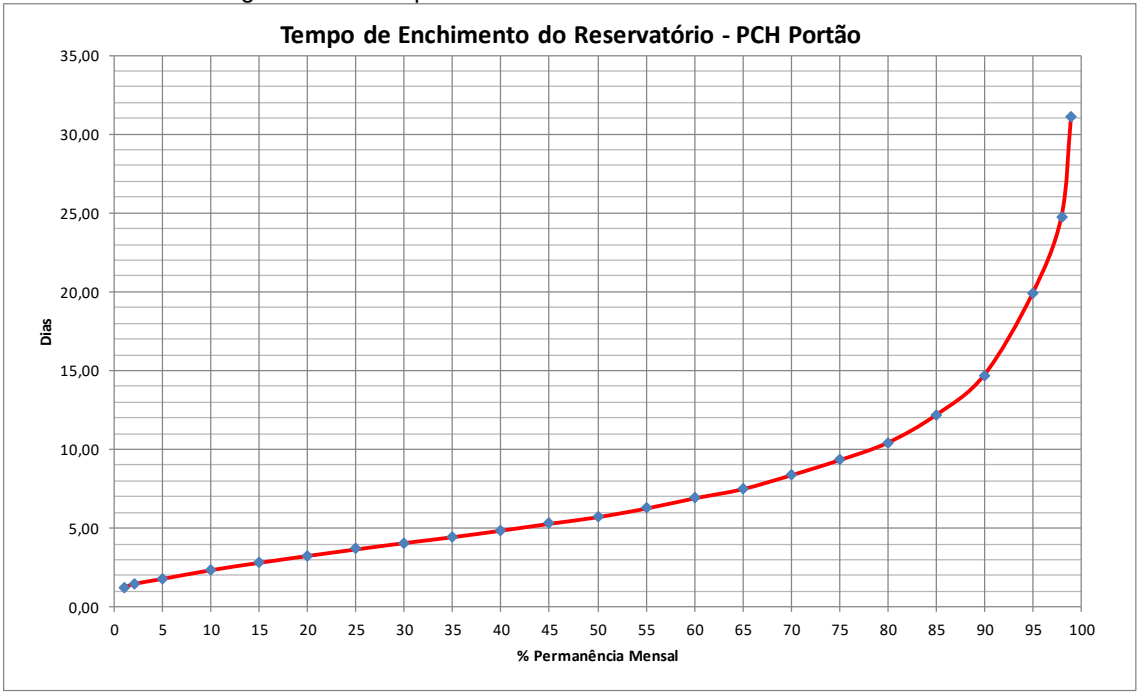
Tabela 85 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Portão

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	**Q (m³/s)**	**Dias**	**Horas**
1,00	216,70	1,26	30,33
2,00	182,71	1,50	35,97
5,00	150,35	1,82	43,71
10,00	115,31	2,37	57,00
15,00	96,54	2,84	68,08
20,00	83,74	3,27	78,48
25,00	74,34	3,68	88,41
30,00	67,05	4,08	98,02
35,00	61,43	4,46	106,99
40,00	56,26	4,87	116,82
45,00	51,64	5,30	127,26
50,00	47,88	5,72	137,27
55,00	43,71	6,27	150,37
60,00	39,64	6,91	165,81
65,00	36,55	7,49	179,82
70,00	32,73	8,37	200,82
75,00	29,37	9,32	223,78
80,00	26,26	10,43	250,26
85,00	22,49	12,18	292,29
90,00	18,62	14,71	352,99
95,00	13,78	19,87	476,87

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
98,00	11,07	24,73	593,44
99,00	8,82	31,06	745,53

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 54 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Portão



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

7.1.5 Hidrossedimentologia

Os estudos de transporte sólido no rio Canoas visaram estimar o tempo de vida útil dos AHEs no rio Caveiras, por transposição de dados para este afluente do rio Canoas, dado que no rio Caveiras não estação sedimentométrica.

Para realização dos estudos foram utilizadas informações existentes na estação fluviométrica base Ponte Alta do Sul, conforme quadro a seguir.

Ressalta-se que foi utilizado o método de Colby Simplificado para determinação da descarga sólida total.

$$Q_{SM} = 0{,}0864 * Q * C_S'$$

$$Q_{NM} = q_{NM}' * K * L$$

Onde:

Q_{SM} - descarga sólida medida (ton/dia)

Q - descarga líquida na hora da medição da descarga sólida (m³/s)

C_S - concentração medida (mg/l)

Q_{NM} - descarga sólida não medida (ton/dia)

q'_{NM} - descarga sólida não medida aproximada (ton/dia.m)

K - fator de correção

L - largura do rio (m)

Tabela 86 – Descarga Sólida – E. F. Ponte Alta do Sul

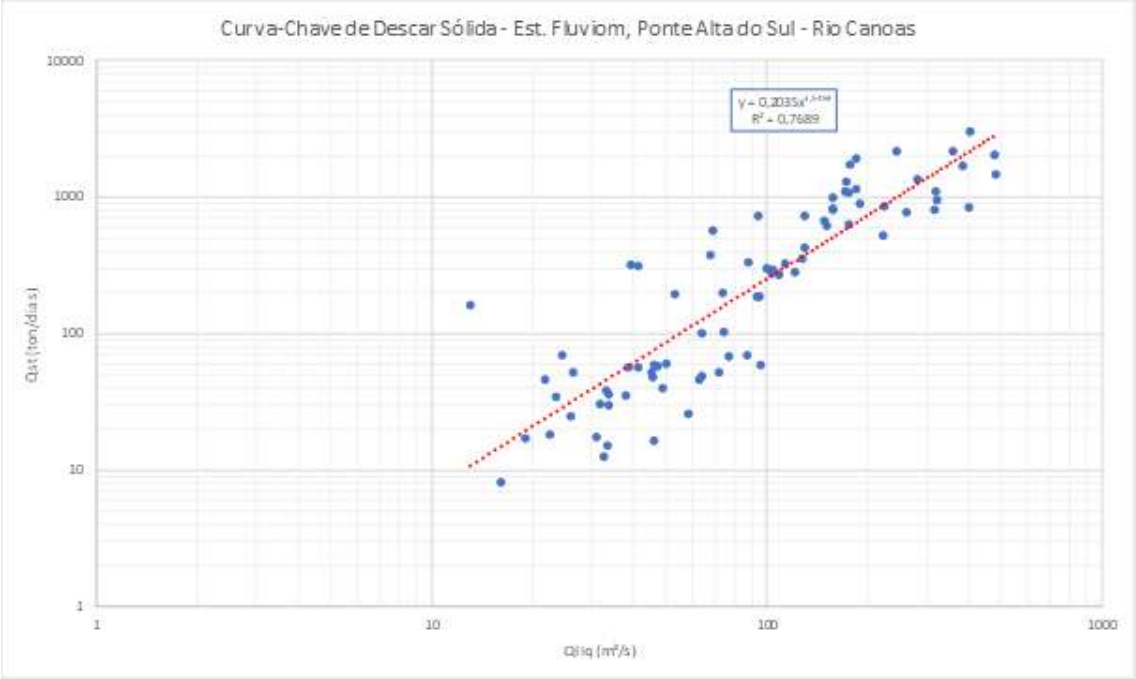
Data	Cota	Vazão	Área Molhada	Largura	Vel. Média	Concentração	Concentração Relativa	Qsnm	Qsm	Qst
ddmmaaaa	m	m³/s	m2	m	m/s	mg/l	mg/l	ton/dia	ton/dia	ton/dia
12/07/1978	57,00	13,00	58,70	72,50	0,22	121,84	65,83	26,67	136,85	163,52
21/09/1978	294,00	177,00	349,00	70,00	0,51	94,48	94,54	322,92	1444,86	1767,78
15/12/1978	98,00	41,20	204,00	65,00	0,20	83,17	35,16	19,82	296,06	315,88
22/03/1979	105,00	39,20	275,00	60,00	0,43	64,72	152,13	101,14	219,20	320,34
16/05/1979	300,00	175,00	374,00	70,00	0,47	31,57	76,61	159,89	477,34	637,23
15/01/1980	146,00	68,00	223,00	67,00	0,31	55,39	56,49	54,23	325,43	379,66
26/01/1981	180,00	94,60	270,00	69,00	0,35	17,19	62,85	48,31	140,50	188,81
22/05/1981	81,00	23,40	174,00	65,00	0,14	15,50	18,41	3,09	31,54	34,63
22/07/1981	76,00	21,80	177,00	65,50	0,12	23,18	16,21	2,91	43,66	46,57
20/11/1981	106,00	41,30	201,00	65,00	0,20	13,51	33,56	8,92	48,21	57,13
27/06/1985	78,00	26,40	160,00	65,00	0,17	20,48	28,44	5,64	46,71	52,35
23/11/1985	98,00	38,00	186,00	67,00	0,20	8,61	35,87	7,06	28,27	35,33
26/04/1986	73,00	19,00	167,00	66,00	0,11	9,59	14,47	1,57	15,74	17,31
30/07/1986	86,00	33,20	178,00	66,00	0,19	11,47	33,23	6,05	32,90	38,95
28/10/1986	130,00	53,00	197,00	67,00	0,27	36,15	48,28	31,12	165,54	196,66
27/07/1987	177,00	95,50	217,00	69,00	0,44	2,94	105,91	35,35	24,26	59,61
14/11/1987	123,00	58,10	196,00	68,00	0,30	2,94	62,20	11,62	14,76	26,38
19/03/1989	122,00	49,00	192,00	67,00	0,25	6,72	45,88	11,87	28,45	40,32
26/06/1989	92,00	32,70	177,00	66,00	0,19	3,26	31,03	3,36	9,21	12,57
27/09/1989	493,00	399,00	472,00	84,00	0,85	10,21	218,39	502,07	351,98	854,05
29/10/1993	297,00	223,00	312,00	69,60	0,71	13,31	209,29	273,49	256,45	529,94
07/05/1994	148,00	69,00	189,00	64,00	0,37	81,25	81,98	95,77	484,38	580,15
21/03/1997	131,00	62,90	204,00	66,00	0,31	5,43	63,78	17,12	29,51	46,63
29/06/1997	146,00	87,60	265,00	82,30	0,33	5,71	66,87	27,01	42,72	69,73
23/09/1997	158,00	77,20	219,00	65,30	0,35	6,19	71,54	26,85	41,29	68,14
20/03/1998	348,00	261,00	365,00	72,10	0,71	19,12	186,02	356,62	431,16	787,78
01/07/1998	192,00	121,00	241,00	70,00	0,50	16,47	131,82	114,49	172,18	286,67
30/09/1998	420,00	317,00	409,00	71,40	0,77	15,19	197,17	404,31	416,04	820,35
11/12/1998	150,00	71,70	214,00	67,50	0,34	5,03	67,38	21,86	31,16	53,02

Data	Cota	Vazão	Área Molhada	Largura	Vel. Média	Concentração	Concentração Relativa	Qsnm	Qsm	Qst
ddmmaaaa	m	m³/s	m2	m	m/s	mg/l	mg/l	ton/dia	ton/dia	ton/dia
26/03/1999	115,00	47,30	188,00	67,40	0,25	10,70	47,40	14,12	43,73	57,85
19/06/1999	168,00	99,50	233,00	68,00	0,43	24,94	103,13	88,14	214,40	302,54
21/09/1999	126,00	64,00	196,00	67,40	0,33	13,02	74,97	30,14	72,00	102,14
13/12/1999	138,00	73,80	204,00	67,80	0,36	23,28	85,67	53,06	148,44	201,50
07/04/2000	78,00	31,10	133,00	55,00	0,23	4,53	57,11	5,43	12,17	17,60
03/07/2000	226,00	151,00	250,00	63,50	0,60	30,47	174,87	228,54	398,83	627,37
21/09/2000	528,00	478,94	490,27	78,00	0,98	25,02	302,92	1012,71	1035,34	2048,05
19/12/2000	202,00	129,50	220,89	62,00	0,59	44,52	179,98	240,58	498,13	738,71
26/06/2001	238,00	149,00	245,00	62,50	0,61	33,32	171,04	243,64	428,95	672,59
26/09/2001	211,00	130,00	231,00	62,50	0,56	24,08	156,44	164,72	270,47	435,19
07/12/2001	261,00	184,00	269,00	70,00	0,68	45,77	207,23	427,68	727,63	1155,31
03/05/2002	140,00	74,70	217,00	67,00	0,34	11,14	76,36	33,06	71,09	104,15
21/08/2002	212,00	128,00	260,00	68,00	0,49	21,12	115,55	123,80	233,57	357,37
15/11/2002	306,00	224,00	325,00	70,00	0,69	26,18	190,14	358,23	506,68	864,91
07/02/2003	93,00	33,70	148,00	56,00	0,23	7,81	46,96	7,21	22,74	29,95
01/05/2003	106,00	45,90	154,00	57,50	0,30	10,73	72,41	17,39	42,55	59,94
10/09/2003	70,00	24,40	65,40	72,00	0,37	15,58	154,17	37,77	32,85	70,62
14/09/2004	177,00	94,50	208,00	61,50	0,45	71,24	112,88	155,44	581,66	737,10
10/11/2004	194,00	113,00	231,00	64,00	0,49	22,03	123,90	114,19	215,08	329,27
21/07/2005	174,00	109,00	192,00	62,00	0,57	15,82	186,20	127,42	148,99	276,41
20/10/2005	438,00	385,00	392,00	72,50	0,98	25,06	343,12	890,48	833,60	1724,08
28/08/2006	94,00	45,20	173,00	68,00	0,26	9,90	61,24	13,67	38,66	52,33
19/07/2007	279,00	190,00	305,00	69,50	0,63	35,52	160,23	314,76	583,10	897,86
20/05/2008	122,00	50,30	197,00	66,60	0,25	10,53	45,88	14,64	45,76	60,40
09/09/2008	252,00	175,00	279,00	69,50	0,63	48,82	174,81	355,44	738,16	1093,60
19/05/2009	91,00	26,00	168,00	66,00	0,15	9,64	21,61	3,60	21,66	25,26
26/03/2010	379,00	185,00	306,00	70,40	0,60	89,69	115,38	515,14	1433,60	1948,74
21/07/2010	237,00	157,00	259,00	69,50	0,61	50,00	169,05	323,64	678,24	1001,88
08/10/2010	181,00	103,00	235,00	68,00	0,44	21,58	101,89	89,47	192,04	281,51
29/01/2011	438,00	359,00	415,00	74,00	0,87	42,61	251,18	888,14	1321,66	2209,80
12/05/2011	248,00	157,00	277,00	70,00	0,57	42,51	139,98	263,32	576,64	839,96
04/08/2011	373,00	281,00	374,00	72,00	0,75	33,74	198,99	534,81	819,50	1354,31
20/10/2011	184,00	104,00	233,00	68,20	0,45	22,21	106,15	97,06	199,57	296,63
23/01/2012	244,00	172,00	251,00	70,20	0,68	56,30	218,03	462,25	836,66	1298,91
25/04/2012	62,00	16,10	151,00	65,50	0,11	5,30	14,89	0,93	7,37	8,30
25/07/2012	110,00	46,10	190,00	65,94	0,24	2,60	45,91	6,29	10,36	16,65
25/10/2012	353,00	243,00	357,00	70,35	0,68	75,40	163,11	603,30	1583,04	2186,34
05/03/2013	94,00	38,60	179,00	65,49	0,22	14,10	41,71	9,87	47,02	56,89
01/06/2013	71,00	22,50	164,00	63,92	0,14	8,40	21,36	2,21	16,33	18,54
09/10/2013	398,00	323,00	391,00	72,42	0,82	17,00	238,84	488,13	474,42	962,55
20/02/2014	102,00	45,60	187,00	66,37	0,23	9,90	43,39	9,95	39,00	48,95

Data	Cota	Vazão	Área Molhada	Largura	Vel. Média	Concentração	Concentração Relativa	Qsnm	Qsm	Qst
ddmmaaaa	m	m³/s	m2	m	m/s	mg/l	mg/l	ton/dia	ton/dia	ton/dia
09/06/2014	493,00	403,00	459,00	74,52	0,88	56,00	240,52	1095,00	1949,88	3044,88
09/10/2014	395,00	320,00	388,00	72,08	0,82	20,80	238,69	530,94	575,08	1106,02
21/02/2015	252,00	157,00	286,00	69,65	0,55	42,10	128,28	243,68	571,08	814,76
01/06/2015	254,00	171,00	289,00	69,71	0,59	53,50	152,22	327,55	790,43	1117,98
07/10/2015	526,00	482,00	487,00	78,13	0,99	15,90	311,65	833,46	662,15	1495,61
27/02/2016	168,00	93,70	235,00	69,05	0,40	15,90	88,48	61,14	128,72	189,86
21/06/2016	131,00	63,80	207,00	67,10	0,31	5,80	63,78	17,96	31,97	49,93
04/10/2016	89,00	33,80	181,00	66,33	0,19	10,30	32,62	5,93	30,08	36,01
21/03/2017	86,00	31,90	173,00	66,56	0,18	9,20	32,52	5,34	25,36	30,70
28/06/2017	173,00	87,80	235,00	69,46	0,37	34,10	75,30	77,56	258,68	336,24
25/07/2017	88,00	33,40	178,00	67,18	0,19	4,00	33,30	3,85	11,54	15,39

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 55 – Curva Chave de Descarga E. F. Ponte Alta do Sul



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

A equação encontrada foi a seguinte:

$$Q_{ST} = 0{,}2035 \times Q_L^{1{,}5464}$$

onde:

Q_{ST} é a descarga sólida total (ton/dia);

Q_L é a descarga líquida (m^3/s).

Utilizando a equação de transformação entre descarga líquida e sólida descrita acima, foi obtida a série de descargas sólidas diárias no local da estação fluviométrica Ponte Alta do Sul. Calculou-se então as descargas médias de longo termo para o local do posto e transportou-se por relação de área de drenagem para os locais dos AHEs no rio Caveiras.

As tabelas a seguir apresentam os dados dos reservatórios para a determinação da sua vida útil. Os dados correspondentes à cota e volume foram obtidos das curvas Cota x Área x Volume apresentados no item anterior de Estudos dos Reservatórios.

Tabela 87 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – CGH Santo Antônio

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	CGH Santo Antônio
Área de Drenagem	A	km²	129,02
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	3,96
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	124,88
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	1,71
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	1045,00
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	42324,90

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 88 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH A. M. Dias

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	PCH A M Dias
Área de Drenagem	A	km²	299,07
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	8,81
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	277,83
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	5,98
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	990,00
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	3355000,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 89 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – CGH São João

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	CGH São Paulo
Área de Drenagem	A	km²	317,86
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	9,33
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	294,23
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	6,54
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	935,00
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	54196,73

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 90 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – CGH Caveiras

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	CGH Caveiras
Área de Drenagem	A	km²	1031,09
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	28,57
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	900,98
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	36,87
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	859,70
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	46960000,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 91 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH Pinheiro

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	PCH Pinheiro
Área de Drenagem	A	km²	1242,19
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	34,11
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	1075,69
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	48,50
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	819,75
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	687000,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 92 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH João Borges

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	PCH João Borges
Área de Drenagem	A	km²	1695,33
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	45,85
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	1445,93
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	76,57
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	771,50

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	PCH João Borges
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	38500000,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 93 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH Portão

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	PCH Portão
Área de Drenagem	A	km²	2213,50
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	59,08
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	1863,15
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	113,30
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	726,50
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	23660000,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Para calcular a quantidade de sedimentos retidos no reservatório, foi necessário determinar a eficiência de retenção de sedimentos (ER). Diferentes métodos são utilizados para a obtenção deste índice, como pode ser observado no quadro a seguir.

Tabela 94 – Classificação do reservatório para obtenção da ER

Porte do Reservatório	Classificação em volume (m^3)	Cálculo do ER
Pequeno	$< 10 \times 10^6$	Churchill
Médio	$10 – 100 \times 10^6$	Churchill ou Brune
Grande	$> 100 \times 10^6$	Brune

Fonte: CARVALHO, 2008.

Para reservatórios de pequeno e médio porte a eficiência de retenção de sedimentos é obtida a partir da curva de Churchill, já para reservatórios de médio a grande porte é utilizada a curva de Brune. Neste estudo somente será utilizado a curva de Churchill.

A curva de Churchill utiliza o conceito de Índice de Sedimentação que é a relação entre o período de retenção e a velocidade média no reservatório definido por:

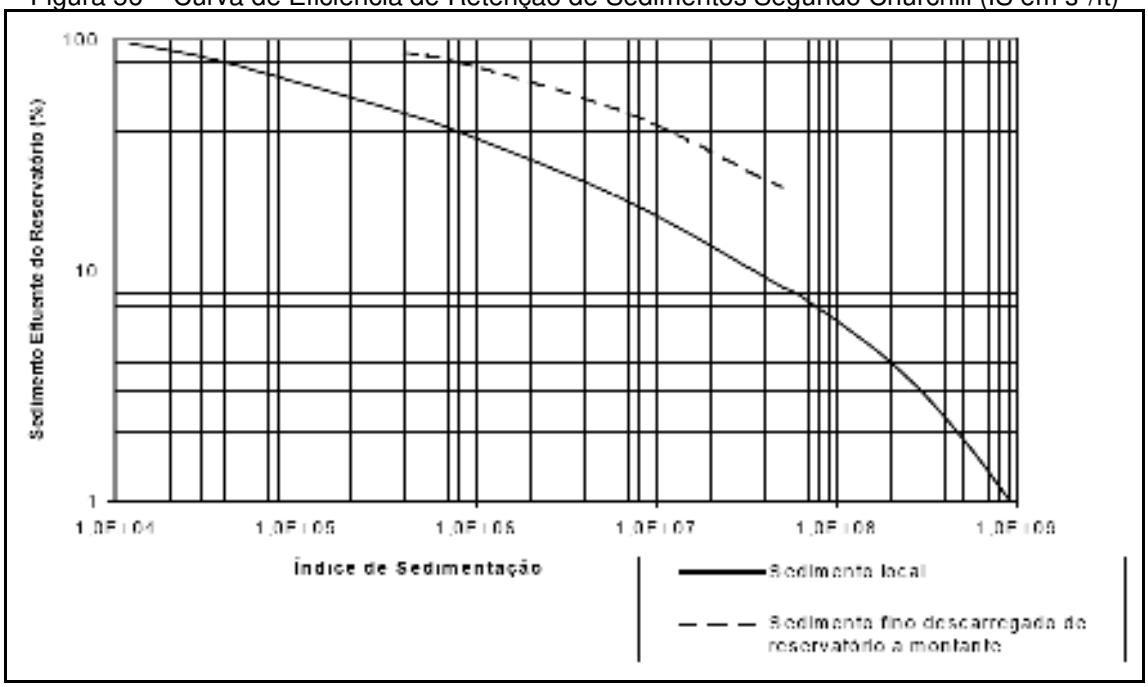
$$IS = \frac{Período\ de\ retenção}{Velocidade\ média\ no\ reservatório} = \frac{V_T^2}{Q^2 L}$$

Onde: V_T é o volume total do reservatório (m³);

Q é a vazão média afluente (m³/s);

L é o comprimento do reservatório (m).

Figura 56 – Curva de Eficiência de Retenção de Sedimentos Segundo Churchill (IS em s^2/ft)



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Os valores obtidos para o índice de sedimentação nos reservatórios dos AHEs, as porcentagens de sedimento efluentes dos reservatórios determinadas pela curva de Churchill e o valor da eficiência de retenção são apresentados nos quadros a seguir.

Os valores da eficiência de retenção foram considerados constantes (a favor da segurança), quando na realidade a eficiência da retenção de reservatórios diminui com o tempo. O valor médio anual da descarga sólida total (Q_{ST}) corresponde ao valor adotado para avaliação do assoreamento. O deflúvio sólido anual (D_{ST}) é obtido multiplicando Q_{ST} pelo número de dias do ano:

$$D_{ST} = Q_{ST} * 365$$

O volume de assoreamento em um ano pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$S = \frac{D_{ST}.ER}{G}$$

Onde: D_{ST} é o deflúvio sólido anual (ton/ano);

ER é a eficiência de retenção (adimensional);

G é o peso específico (ton/m^3).

O peso específico médio aparente de longo prazo de depósitos no reservatório em estudo para sedimento do tipo silto/argiloso é de 1,10 ton/m³ (ANEEL, 2000). Para o cálculo do tempo de assoreamento, ou vida útil do reservatório, foi utilizada a seguinte expressão:

$$T = \frac{V}{S}$$

Onde:

T é o tempo de assoreamento (anos);

V é o volume do reservatório correspondente à tomada de água (m³);

S é o volume anual total de sedimentos (m³/ano).

Os tempos necessários para os reservatórios sofrerem assoreamento até as cotas de operação normal são apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 95 – Cálculo da Vida Útil – CGH Santo Antônio

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	CGH Santo Antônio
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	623,93
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	103,23
Comprimento do Reservatório	m	L	0,71
Índice de Sedimentação	–	IS	160895,23
Eficiência de Retenção	%	ER	19,85
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	409,99
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	4,84

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 96 – Cálculo da Vida Útil – PCH A. M. Dias

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	PCH A M Dias
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	2181,09
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	1428,82
Comprimento do Reservatório	m	L	5,63
Índice de Sedimentação	–	IS	25758753,16
Eficiência de Retenção	%	ER	78,61
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	2348,09
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	PCH A M Dias
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	7,29

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 97 – Cálculo da Vida Útil – CGH São Paulo

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	CGH São Paulo
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	2385,57
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	73,88
Comprimento do Reservatório	m	L	0,47
Índice de Sedimentação	–	IS	71793,48
Eficiência de Retenção	%	ER	3,72
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	733,63
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	7,51

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 98 – Cálculo da Vida Útil – CGH Caveiras

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	CGH Caveiras
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	13457,45
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	9704,66
Comprimento do Reservatório	m	L	27,06
Índice de Sedimentação	–	IS	99840765,79
Eficiência de Retenção	%	ER	86,54
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	4838,91
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	13,05

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 99 – Cálculo da Vida Útil – PCH Pinheiro

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	PCH Pinheiro
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	17702,50
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	6849,45
Comprimento do Reservatório	m	L	0,46
Índice de Sedimentação	–	IS	881844,89
Eficiência de Retenção	%	ER	46,43
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	100,30
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	14,25

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 100 – Cálculo da Vida Útil – PCH João Borges

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	PCH João Borges
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	27949,78
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	19404,45
Comprimento do Reservatório	m	L	12,82

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	PCH João Borges
Índice de Sedimentação	–	IS	54998995,02
Eficiência de Retenção	%	ER	83,31
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	1984,08
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	16,49

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 101 – Cálculo da Vida Útil – PCH Portão

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	PCH Portão
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	41354,50
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	25180,91
Comprimento do Reservatório	m	L	13,42
Índice de Sedimentação	–	IS	11950772,84
Eficiência de Retenção	%	ER	73,07
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	939,60
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	18,68

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

7.1.6 Geologia, Geotecnia e Abalos Sísmicos

A geologia é a ciência responsável por estudar a origem e composição das características que formam o globo terrestre, desde a sua formação até as possíveis alterações que ocorrem ao longo dos anos. A geotecnia surge neste contexto como complemento à geologia, pois estuda o comportamento do solo e das rochas referente às alterações do homem, sendo relevante para qualquer construção, já que é aplicado na segurança de obras como barragens.

7.1.6.1 Geologia e Geotecnia

A área da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras insere-se integralmente no extremo sudeste da Bacia Geológica do Paraná, na qual predominam-se rochas sedimentares e vulcânicas.

Ecoa (2019) afirma que o relevo é formado basicamente pelo planalto da Bacia do Paraná e que, de maneira geral, são terrenos mais antigos, relativamente planos, situados em altitudes mais elevadas. Caracterizada por ser uma ampla bacia sedimentar intracratônica, localiza-se no interior de regiões tectônicas estáveis, ou seja, não há presença de abalos sísmicos recorrentes. Formada na pré-história, nos períodos Paleozoico e Mesozoico, apresenta rochas sedimentares e ígneas (vulcânicas ou magmáticas),

Vale ressaltar que a estratigrafia é o ramo da geologia que estuda as camadas de rochas que se sedimentaram com o passar do tempo. No caso da Bacia do Paraná, formada na pré-história, seu desenvolvimento estratigráfico abrange as Eras Mesozoica nos períodos Cretáceo, Jurássico e Triássico; e Paleozoica nos períodos Permiano, Carbonífero, Devoniano, Siluriano e Ordoviciano.

Segundo Milani (1997), a coluna estratigráfica ou registro sedimentar-magmático da Bacia do Paraná é representado por seis Supersequências deposicionais (camadas de depósitos de rochas), sendo estes o Rio Ivaí (Ordoviciano - Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero -

Eocretáceo), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico - Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo).

A bacia hidrográfica do rio Caveiras apresenta Formação de Serra Geral, Botucatu e Rio do Rastro. A tabela abaixo apresenta as unidades litoestratigráficas da Bacia de estudo de acordo com Miliani et al (1997).

Tabela 102- Coluna estratigráfica restrita a porção inventariada da bacia hidrográfica do rio Caveiras.

Período	**Unidade Litoestratigráfica**		**Litologias**
	Grupo	Formação	
Jurássico Cretáceo	São Bento	Serra Geral	Derrames e intrusões de lavas basálticas (forma de dique e soleiras).
		Botucatu	Arenitos médios e grosseiros com estratificação cruzada. Arenito e siltito vermelho argiloso.
Neo Permiano	Passa Dois	Rio do Rasto	Arenito violeta acinzentado, siltito e folhelhos marrom-avermelhados.

Fonte: Modificado de Milani et al, 1997.

De acordo com Milani et al (1997), na área de desenvolvimento do rio Caveiras há a Formação Serra Geral e Botucatu, inseridos no Grupo São Bento (Sequência Gondwana III), cujas litologias têm idade que remonta ao final do período Jurássico, indo até o início do Cretáceo, há aproximadamente 120 milhões de anos. Também no período Neo Permiano, há formação Rio do Rasto (Sequência Gondwana I).

Com a base nos dados disponibilizados pela CPRM (2014) realizou-se a confecção dos mapas apresentados abaixo, os quais representam as Formações Geológicas da área de estudo, bem como, sua caracterização litológica.

AIBH RIO CAVEIRAS - GEOLOGIA - FORMAÇÕES GEOLÓGICAS

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6950000

SÃO JOSÉ DO CERRITO

CORREIA PINTO

LAGES

CERRO NEGRO

BOCAINA DO SUL

CAMPO BELO DO SUL

CAPÃO ALTO

URUPEMA

PAINEL

LAGES

Rio Caveiras

RIO CANOAS

PCH Portão

PCH João Borges

PCH Itararé

PCH Pinheiro

CGH Caveiras

CGH Hoppen

CGH São Paulo

CGH Santo Antônio

PCH A. M. Dias

Rio Caveiras

Rio Caveiras

6900000 6900000

N
W E
S

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais
- Fraturas geológicas
- Falhas geológicas

Formação geológica

- Botucatu
- Serra Geral - Fácies Campos Novos
- Serra Geral - Fácies Gramado
- Rio do Rasto
- Serra Geral

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

550000 600000

AIBH RIO CAVEIRAS - GEOLOGIA - LITOLOGIA

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
URUPEMA
PAINEL
LAGES

Rio Caveiras
RIO CANOAS

PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
CGH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
PCH A. M. Dias
CGH Santo Antônio

N W E S

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais
- Fraturas geológicas
- Falhas geológicas

Litologia

- Basalto
- Basalto, Latito
- Dacito
- Quartzo arenito, Arenito fino
- Siltito, Argilito síltico, Argilito

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Pode-se afirmar que na área de estudo, se desenvolvem áreas de domínios dos derrames basálticos pertencentes à Formação Serra Geral, principalmente. A quantificação de área abrangida por essas classes está apresentada na tabela abaixo.

Tabela 103 - Dados levantados de geologia e geotecnia

Formação Geológica	Período	Litologia	Rocha	Área (km²)	Área (%)
Formação Botucatu	Jurássico	Quartzo arenito, Arenito fino	Sedimentar	321,266	13,143
Grupo Serra Geral	Cretáceo	Dacito	Ígnea	8,930	0,365
Grupo Serra Geral - Formação Campos Novos	Cretáceo	Basalto	Ígnea	161,837	6,621
Formação Rio do Rasto	Permiano	Siltito, Argilito síltico, Argilito	Sedimentar	159,961	6,544
Grupo Serra Geral - Formação Gramado	Cretáceo	Basalto, Latito	Ígnea	1952,210	79,867

Fonte: Adaptado CPRM, 2014

A Bacia Hidrográfica do rio Caveiras é predominantemente formada pelo grupo Serra Geral (86,85% da área total), na qual possui ainda duas ramificações denominadas de Campos Novos e Gramado. A Formação Serra Geral compõe-se por litologias de basaltos, basaltos andesitos principalmente, além dos riodacitos e riolitos, de filiação tholeiítica, com arenitos intertrápicos Botucatu na base e litarenitos e sedimentos vulcanogênicos na porção mediana ao topo da sequência.

O relevo da Serra Geral é acentuado com montanhas e vales profundos recortando a borda do planalto, formando cânions. As ondulações suaves são imediatamente substituídas por paredões verticais de rochas basálticas.

O fáceis Gramado predominante na região predominante da Serra Geral (79%) é composto por rochas de basaltos maciços com espessuras entre 15 a 35 metros, frequentes texturas de fluxo, zonas vesiculares bem desenvolvidas no topo (foto) e incipientes na base, e uma porção central formada por rocha granular homogênea, com disjunção colunar bem desenvolvida, textura microfanerítica, compacta e de coloração cinza-escuro a cinza-esverdeado. São comuns as zonas vesiculares pouco desenvolvidas na base e espessas de topo, preenchidas especialmente por zeólitas, carbonatos e apofilitas.

A área de afloramento da Formação Botucatu é a segunda maior em extensão na Bacia (13,14%). Essa área, de respectivamente 321,26 km² é relativamente pequena se comparada com a extensão, pois, em boa parte, os arenitos estão recobertos pela Formação Serra Geral. A espessura do pacote sedimentar é variável, sendo em alguns locais representado por uma única duna, em outros alcança espessuras de até 100 metros.

Os arenitos da Formação Botucatu têm o início de sua história na transição do Jurássico para o Cretáceo. O sentido de transporte das areias e migração das dunas se deu para nordeste, sugerindo que a área fonte estava a oeste/sudoeste. Na região terço médio a inferior da Bacia Hidrográfica, há uma maior proporção de pelitos, sendo comuns interlaminações areia-silte-argila, ocorrendo frequentes variações laterais de fácies.

A Formação Rio do Rasto, litologicamente é composta por uma espessa sequência rítmica de arenitos, siltitos e folhelhos. Nesta porção basal, há uma total predominância de camadas pelíticas (siltitos e folhelhos) sobre as camadas arenosas. Os siltitos e folhelhos possuem alta fissilidade, laminação fina plano-paralela ou ondulada. Os arenitos possuem granulação fina, cor cinza-avermelhada, aspecto maciço ou com estratificação acanalada, de pequeno porte. As camadas possuem geometria tabular ou lenticular e a espessura das camadas de arenito é gradativamente maior da base para o topo da Formação.

Além disso, a região compreende uma sequência de lavas de composição basáltica, dominante na porção basal da unidade, e outra sequência de lavas de composição riodacítica a riolítica. Além dos derrames de vulcanitos básicos e ácidos, fazem parte desta unidade diques e sills básicos intrusivos em formações sedimentares sotopostas, e arenitos intertrapianos, lentes e/ou camadas arenosas que evidenciam a continuidade do clima desértico da Formação Botucatu durante as manifestações vulcânicas dessa unidade litoestratigráfica.

Abaixo estão apresentadas as principais características das formações geológicas que compreendem a área de estudo.

⇒ Campos Novos: basaltos, microgranulares, textura microgranular, dominantemente pretos; comuns vesículas mili a centimétricas com opala preta e água, eventual presença de Cu nativo, alteração amarelo ovo (jarosita) característica;

⇒ Gramado: derrames basálticos onde predominam formas de lóbulos, melanocráticos cinza; horizontes vesiculares espessos e abundantes onde predominam zeolitas, carbonatos, apofilita e saponita, estruturas de fluxo e pahoehoe; intercalações frequentes com rochas sedimentares eólicas (intertrapicas) da Formação Botucatu;

⇒ Formação Botucatu: arenitos, eólicos de ambiente desértico, avermelhados, finos a médios, com estratificações cruzadas de médio a grande porte; localmente, arenitos argilosos mal selecionados de ambiente lacustre, mais frequentes na base da formação;

⇒ Formação Rio do Rasto: pelito e arenito com dominância de camadas tabulares ou lenticulares muito estendidas, ambiente lacustre (Mb. Serrinha); siltito tabular, arenito fino tabular ou lenticular, ambiente lacustre, deltaico, eólico e raros depósitos fluviais.

7.1.6.2 Aspectos Sismotectônicos

O território brasileiro está localizado no interior da Placa Sul-Americana do globo terrestre; onde o stress intraplacada é baixo. Os tremores de terra se dão em regiões preferências de limite de placa, onde os esforços são maiores. Sendo assim, a acomodação das placas para situações mais estáveis e a consequente geração de sismos não é um caso que esteja presente em nosso cotidiano, diferente de países como o Japão e a região oeste dos Estados Unidos que estão localizados nas bordas das placas tectônicas.

Apesar da localização geográfica privilegiada do Brasil em relação às placas tectônicas, já houve abalos sísmicos de pequena magnitude. Entretanto, a região de estudo é estável e afastada das falhas brasileiras e os registros sismológicos desde 1720.

7.1.7 Solo

Compreender a dinâmica do solo é fundamental para o processo de análise do ambiente. Para contribuir nessa etapa, o conhecimento das diferentes tipologias de uso e cobertura do solo se tornam essenciais, pois permitem uma visão mais ampla das inter-relações existentes entre o meio (CORDEIRO et al., 2014).

Sendo assim, o uso de imagens de satélite facilita os estudos de impactos ambientais, pois proporciona o trabalho simultâneo de grandes volumes de dados e a análise de áreas com grandes extensões, estabelecendo uma análise temporal e espacial a fim de compreender os processos dinâmicos que ocorrem nas bacias (FERREIRA, 2007).

A qualidade do solo é influenciada tanto pela formação geológica, quanto pela declividade, características geomorfológicas e pedológicas, uso do solo, entre outros. Neste capítulo está apresentado o potencial erosivo de solo de modo geral na Bacia do Rio Caveiras resultante dos fatores supracitados acima.

7.1.7.1 Topografia e Hipsometria

Ressalta-se que enquanto a hipsometria representa o relevo e pontos cotados em relação ao nível do mar, a declividade retrata as inclinações de uma área em relação a um eixo horizontal e indica possíveis áreas para uso e ocupação do terreno (COLAVITE; PASSOS, 2012).

A classificação da declividade foi realizada de acordo com a classificação da Embrapa (2004), com base no Modelo Digital de Terreno (MDT) disponibilizado pela Epagri em uma escala de 1:100.000

AIBH RIO CAVEIRAS - DECLIVIDADE

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA

Rio Caveiras
RIO CANOAS

PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
CGH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
CGH Santo Antônio
PCH A. M. Dias

N
W E
S

Legenda

- Hidrografia
- Aproveitamentos hidrelétricos
- Limites municipais
- Bacia do rio Caveiras

Declividade (%)

- 0 - 3 - Plano
- 3 - 8 - Suave-ondulado
- 8 - 20 - Ondulado
- 20 - 45 - Forte-ondulado

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Observa-se no mapa de declividade uma grande diversidade no tipo de relevo, apresentando uma preponderância pelo terreno mais de suave-ondulado a ondulado, com pequenas áreas de declividade elevada. A declividade na Bacia varia entre 0 e 38,30%, sendo detalhadas suas áreas de abrangência na tabela abaixo.

Tabela 104 - Dados de declividade

Declividade	Classificação	Área (km²)	Área (%)
0 - 3	Plano	482,470	19,769
3 - 8	Suave-ondulado	1157,420	47,425
8 - 20	Ondulado	783,638	32,110
20 - 45	Forte-ondulado	16,978	0,696

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

O relevo de classe suave-ondulado representou 47,42% da área total da bacia, sendo, portanto, significativamente representativo. Em sequência, há 32,11% da classe ondulado. Ambos são visivelmente bem distribuídos ao longo da bacia e são propícios e recomendados para uso do solo para atividades agrícolas semi-intensiva e silvicultura (JARBAS, 2011), entretanto, é uma região com maior tendência à suscetibilidade erosiva.

O relevo menos característico da região foi o forte-ondulado (0,69%) está concentrado na região da nascente do rio Caveiras. A área plana (19,76) distribui-se nas bordas da Bacia, entre o trecho das propostas CGH São Paulo e PCH Pinheiro, além de estarem presentes também na região sudoeste.

A hipsometria da Bacia está caracterizada no mapa abaixo.

AIBH RIO CAVEIRAS - HIPSOMETRIA

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6950000

6900000 6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA

RIO CANOAS

Rio Caveiras
PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
CGH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
CGH Santo Antônio
PCH A. M. Dias

N
W E
S

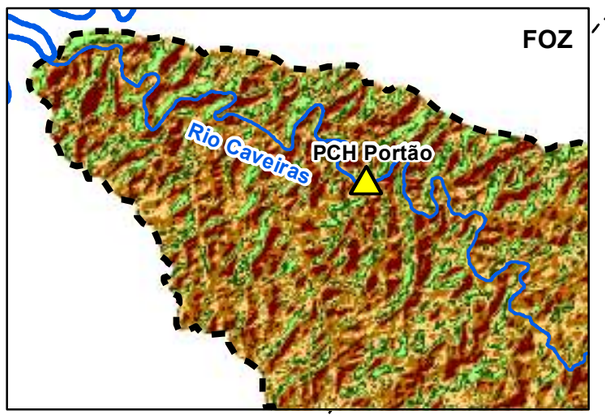
Legenda

- Hidrografia
- Aproveitamentos hidrelétricos
- Limites municipais
- Bacia do rio Caveiras

Hipsometria (m)

- < 143
- 143 - 163
- 163 - 178
- 178 - 194
- 194 - 247

FOZ



NASCENTE



0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

550000 600000

Tabela 105 - Dados de hipsometria

Hipsometria (m)	Área (km²)	Área (ha)	Área (%)
< 143	9371,87031	937187,031	3,860
143 - 163	29668,39227	2966839,227	12,219
163 - 178	59397,57683	5939757,683	24,464
178 - 194	96745,49849	9674549,849	39,846
194 - 247	47612,39841	4761239,841	19,610

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

A hipsometria da bacia hidrográfica do rio Caveiras varia entre 143 e 247 m, sendo estes bem distribuídos ao longo da bacia, sendo as maiores altitudes próximos à nascente do rio Caveiras. De maneira geral predominam-se cotas entre 178 e 194 metros, sendo dados representativos em aproximadamente 40%. Abaixo dos 143 m há 3,86% da área da bacia.

7.1.7.2 Potencial Erosivo

A falta de planejamento do uso do solo pode levar a processos erosivos em intensidade e velocidade que ultrapassam os limites de tolerância (Mello et al., 2006). A suscetibilidade erosiva pode ser determinada de acordo a uma série de variáveis, como o uso do solo, declividade, tipo de solo, nível médio de precipitação na região, relevo, entre outros. O uso e a ocupação de terras em áreas consideradas vulneráveis, sob o ponto de vista agrícola, têm aumentado o processo de perda de solo que ocorre naturalmente, em decorrência da associação do clima com os tipos de litologia, relevo, solo e cobertura vegetal (Spörl et al., 2004; Mota et al., 2011).

As características pedológicas de maior importância para caracterizar o potencial erosivo são aquelas relacionadas à capacidade de infiltração da água no solo e à capacidade do solo em resistir ao destacamento e arraste de partículas pelo escoamento. O relevo representa outro aspecto de fundamental importância ao entendimento e à quantificação do processo erosivo, em que a declividade e o comprimento de encosta são os principais fatores relacionados à erosão. A declividade influencia, principalmente, a energia de escoamento. Quanto maior a declividade do terreno, sob as mesmas condições de solo e precipitação, menor

será o volume de água que efetivamente se infiltrará no solo e, consequentemente, maior o volume e a energia associada ao escoamento (Reis et al., 2006).

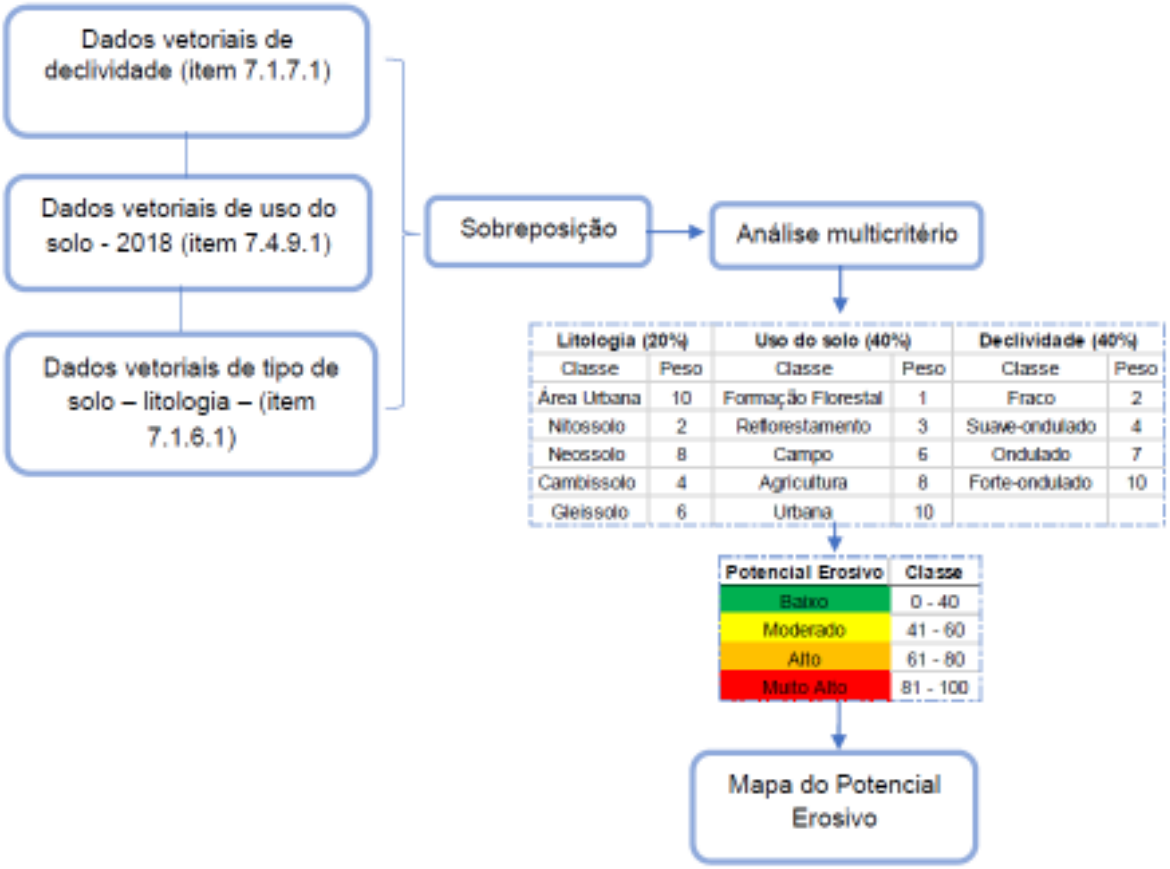
O uso e a cobertura das terras também são fatores que influenciam o risco de erosão, tanto pelo tipo de cobertura como pelo manejo ao qual o solo é submetido. A degradação ambiental gera processos erosivos que tornam os solos menos produtivos e o ambiente desequilibrado; portanto, o controle e o monitoramento da erosão são essenciais para o estabelecimento de qualquer uso do solo (Xavier et al., 2010).

A utilização do sistema de informação geográfica (SIG) facilita a manipulação e o cruzamento de dados especializados do meio físico, e favorece o diagnóstico e a caracterização de territórios de interesse. O mapa de suscetibilidade à erosão foi gerado por meio de método multicritério, tendo-se considerado peso de 20% para pedologia, de 40% para uso e cobertura das terras e de 40% para a declividade. As notas de suscetibilidade à erosão foram atribuídas às unidades de mapeamento em escala de 0 a 10, o que indicou que quanto maior a nota, maior o risco de erosão da unidade de mapeamento.

O esquema abaixo representa como foi feita a análise multicritério e as classes de potencial erosivo abrangidas. Em seguida, tem-se o mapa gerado.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 57 - Metodologia - Mapa de Potencial Erosivo



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

AIBH RIO CAVEIRAS - POTENCIAL EROSIVO

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6950000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
CERRO NEGRO
LAGES
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA

Rio Caveiras
RIO CANOAS

PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
CGH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
CGH Santo Antônio
PCH A. M. Dias

N
W E
S

6900000 6900000

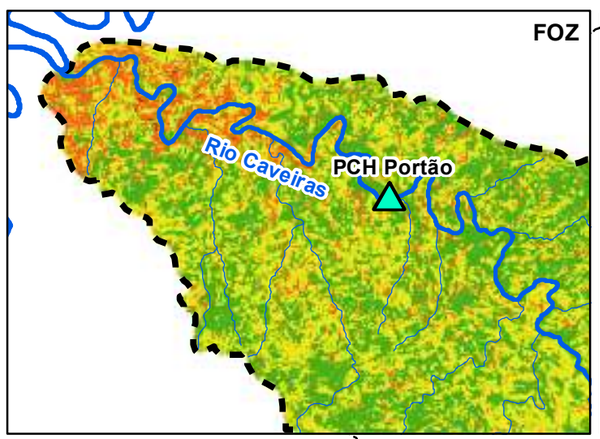
Legenda

- Hidrografia
- Aproveitamentos hidrelétricos
- Bacia do rio Caveiras
- Limites municipais

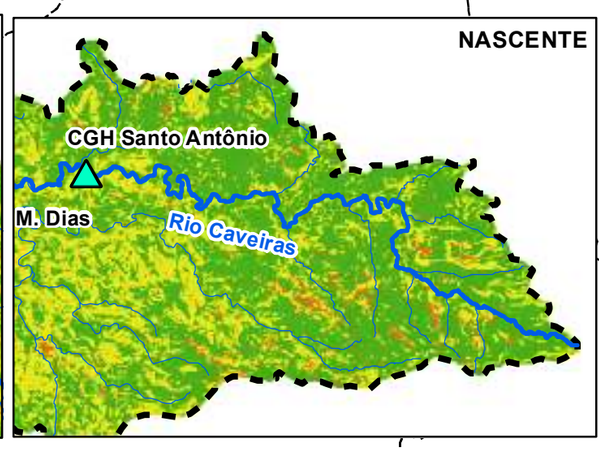
Potencial Erosivo

- 0 - 40 - Baixo
- 41 - 60 - Moderado
- 61 - 80 - Alto
- 81 - 100 - Muito alto

FOZ



NASCENTE



0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

550000 600000

De modo geral, pode-se afirmar que a Bacia Hidrográfica do Caveiras possui de baixa a moderada suscetibilidade erosiva. O maior potencial erosivo concentra-se na foz, especificamente à jusante da PCH Portão e também à montante da CGH Hoppen, onde há o município de Lages.

Os efeitos da instalação de aproveitamentos hidrelétricos estão associados principalmente à erosão fluvial, ou seja, erosão consequente da ausência de vegetação às margens dos cursos de água, que acabam sendo erodidas pela força das águas. A formação do reservatório influencia também na infiltração da água, pois há potencialização da movimentação das massas nas margens e uma variação no nível de água no trecho a jusante, por conta dos picos de geração energética ou manobras operacionais, entretanto, considerados impactos locais.

7.1.8 Geomorfologia

A geomorfologia é o estudo das formas de relevo de uma região, a partir dos processos geológicos que os formaram. Ele é um fator importante na vida do homem, pois influência desde a construção da sua moradia, o manejo de suas culturas agrícolas, a escolha do local para turismo, até a implantação de grandes obras de engenharia (FLORENZANO et al., 2008).

A geomorfologia é o estudo das formas de relevo de uma região, a partir dos processos geológicos que os formaram. Ele é um fator importante na vida do homem, pois influência desde a construção da sua moradia, o manejo de suas culturas agrícolas, a escolha do local para turismo, até a implantação de grandes obras de engenharia (FLORENZANO et al., 2008).

A caracterização geomorfológica de uma região tem associação direta à inúmeros fatores, como condição climática, nível de precipitação, tipo de solo, e principalmente declividade e hipsometria. As considerações apresentadas na tabela abaixo, baseiam-se nos trabalhos realizados pelo RADAMBRASIL e que constituem a base do levantamento geomorfológico constante do Atlas de Santa Catarina (Santa Catarina, 1986), que estabelece para o Estado quatro domínios morfoestruturais, sete regiões geomorfológicas e 13 unidades geomorfológicas, conforme representado na tabela a seguir.

Tabela 106- Levantamento geomorfológico de Santa Catarina.

Domínio Morfoestrutural	Região Geomorfológica	Unidade Geomorfológica
Depósitos Sedimentares Recente	Planície Costeira	Planície Litorânea
		Planície Colúvio-Aluvionar
Bacias e coberturas sedimentares	Planalto das Araucárias	Planalto dos Campos Gerais
		Planalto Dissecado Rio Iguaçu - Rio Uruguai
		Patamares da Serra Geral
		Serra Geral
	Depressão do Sudeste Catarinense	Depressão da Zona Carbonífera
	Planalto Centro Oriental de Santa Catarina	Patamares do Alto Rio Itajaí
		Planalto de Lages
	Planalto Oriental da Bacia do Paraná	Patamar de Mafra
Faixas de Dobramentos Remobilizados	Escarpas e Reserva da Serra do Mar	Serra do Mar
		Planalto de São Bento do Sul
Embasamento em Estilos Complexos	Serra do Leste Catarinense	Serra do Tabuleiro Itajaí

Fonte: Embrapa Solos, 2004.

Denomina-se domínios morfológicos ou domínios morfoestruturais relevos fisionomicamente semelhantes. A Bacia Hidrográfica do rio Caveiras encontra-se inserida no Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares da Província Paraná; abrange relevos esculpidos sobre litologias da fase sedimentar da bacia e relevos modelados em rochas da fase efusiva, além dos sedimentos (arenitos) de cobertura. Todo o conjunto apresenta uma inclinação geral para oeste, em direção à calha do Rio Paraná. Esta inclinação é representada pela variação das cotas altimétricas, superiores a 1.200 m na região leste e inferiores a 200 m na parte oeste. Os processos erosivos, associados aos controles estrutural e litológico, resultaram no aparecimento de planaltos, de um patamar intermediários e de “ilhas” de cuestas.

O mapa abaixo apresenta os resultados obtidos da base de dados cartográficas disponibilizadas pelo IBGE, em uma versão atualizada de 2019 referente a formação geomorfológica da área de estudo.

AIBH RIO CAVEIRAS - GEOMORFOLOGIA

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
BOCAINA DO SUL
CERRO NEGRO
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA

RIO CANOAS

Rio Caveiras
PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
CGH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
CGH Santo Antônio
PCH A. M. Dias

N
W E
S

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Planalto Dissecado do Rio Uruguai
- Planalto de Lages
- Planalto dos Campos Gerais
- Limites municipais
- Escarpa Erosiva
- Linha de Cumeada
- Ressalto
- Vale ou Sulco Estrutural

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Tabela 107 - Dados geomorfológicos

Geomorfologia	Área (km²)	Área (ha)	Área (%)
Planalto dos Campos Gerais	1717,60	171759,59	70,37
Planalto Dissecado do Rio Uruguai	521,34	52133,98	21,36
Planalto de Lages	191,87	19187,16	7,86
Corpo de água	9,91	991,31	0,41%

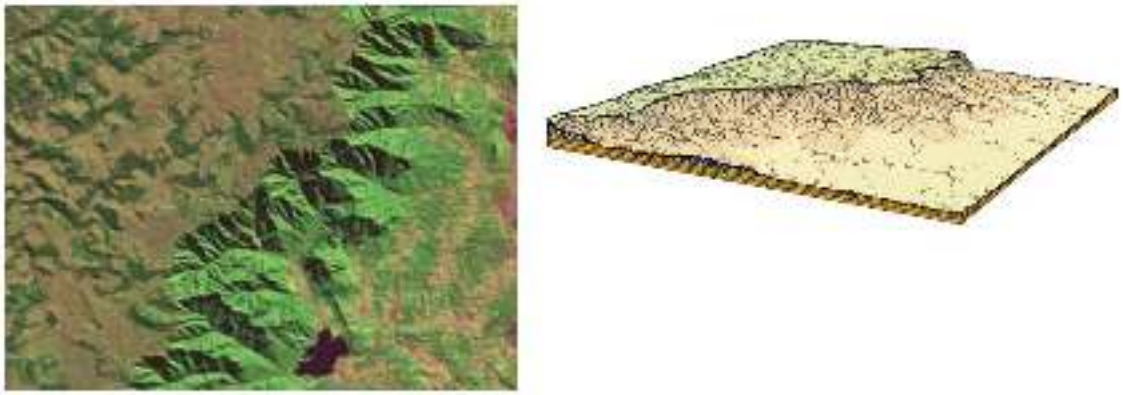
Fonte: Adaptado IBGE, 2019

A partir dos dados acima, pode-se afirmar que a bacia hidrográfica do rio Caveiras encontra-se inserida na região geomorfológica do Planalto das Araucárias (o qual contempla o Planalto dos Campos Gerais e o Planalto Dissecado do Rio Uruguai) e o Planalto Centro-Oriental de Santa Catarina (no qual insere-se o Planalto de Lages).

A principal unidade geomorfológica da Bacia é o Planalto de Campos gerais, na qual representa 70,37% da área total. Em seguida, tem-se o Planalto Dissecado do Rio Uruguai e o Planalto de Lages, com uma faixa de representatividade em 21,36% e 7,86% respectivamente.

As escarpas erosivas destacadas no cartograma compreendem uma forma de relevo formada em função da erosão e é caracterizada pela transição entre diferentes províncias fisiogeográficas, envolvendo uma área elevada, ou seja, com angulação maior. É um desnível abrupto limitando um tipo de modelado ou forma individualizada decorrente da atuação dos processos erosivos com o recuo das vertentes resultante das alternâncias climáticas (IBGE, 2006).

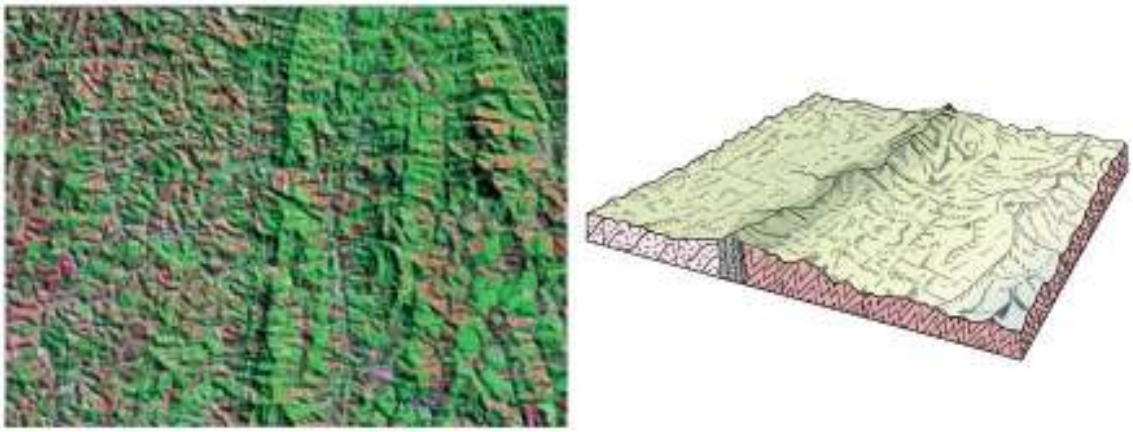
Figura 58 - Exemplo de escarpa erosiva



Fonte: IBGE, 2006.

É caracterizada apenas uma linha de cumeada, na parte litoral-sul da bacia hidrográfica. Esta representa uma forma de relevo alongada, resultante da interseção de vertentes de forte declividade, geralmente constituindo a direção geral de estruturas tectogênicas, formando grandes alinhamentos, em terrenos sujeitos a forte deformação.

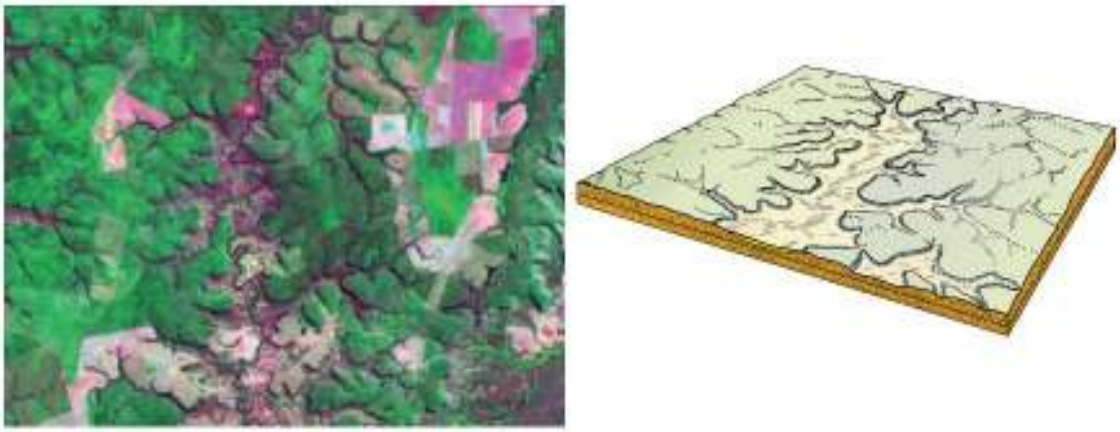
Figura 59 - Exemplo de linha de cumeada



Fonte: IBGE, 2006.

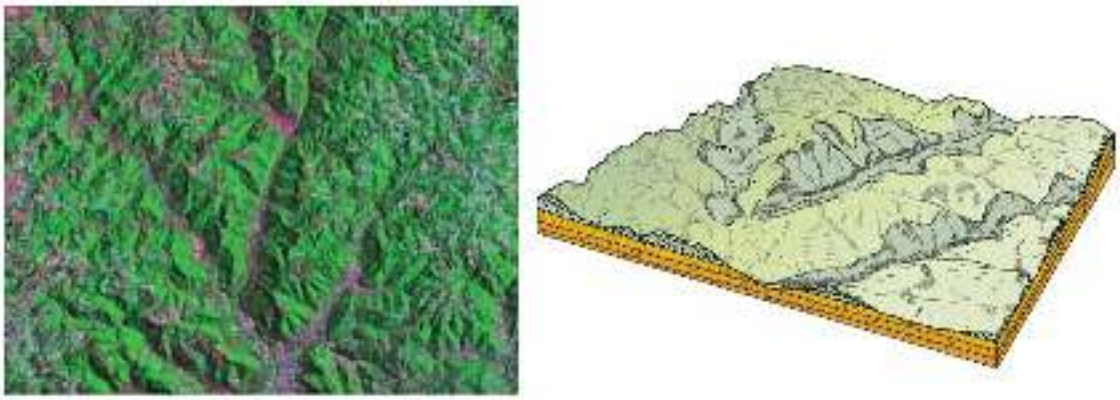
Já os ressaltos são bem característicos da região, bem como os vales ou sulcos estruturais. Enquanto o ressalto apresenta uma ruptura de declive que limita diferentes tipos de modelado ou diferentes níveis altimétricos cujo traçado pode ser relacionado a controle estrutural ou litológico, o vale é originado a partir de falha ou fratura, submetida à tectônica rúptil, de ocorrência litológica generalizada. Ocorre geralmente em rochas rígidas (quartzitos, granitos e metamórficas diversas) submetidas à tectônica.

Figura 60 - Exemplo de ressalto



Fonte: IBGE, 2006.

Figura 61 - Exemplo de vale ou sulco estrutural



Fonte: IBGE, 2006.

7.1.8.1 Planalto das Araucárias

O Planalto das Araucárias compreende áreas pertencentes aos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná se desenvolve, de leste a oeste, desde as escarpas em “cuestas” da Formação Serra Geral sobre as rochas do Grupo São Bento, até a divisa com a Argentina e o Paraguai.

A região é marcada por formas de relevo distintas, constituída por formas amplas e aplainadas, onde os relevos mais conservados correspondem àqueles assentados sobre as efusivas básicas, enquanto que, os modelados de dissecação, denotam na paisagem, relacionados às efusivas ácidas (Duzzioni, 2016).

A unidade de relevo Planalto das Araucárias é subdividida nas subunidades Planalto dos Campos Gerais, Planalto Dissecado do Rio Iguaçu - Rio Uruguai, Serra

Geral e Patamares da Serra Geral. A área de estudo abrange apenas as subunidades: Planalto dos Campos Gerais e Planalto Dissecado do Rio Iguaçu - Rio Uruguai.

A Unidade Geomorfológica dos Campos Gerais apresenta-se espacialmente descontínua, separadas por áreas de relevo mais dissecado, correspondentes às Unidades Geomorfológicas Planalto Dissecado Rio Iguaçu / Rio Uruguai e Serra Geral. Abrange uma área de 19.496km² e corresponde a restos de uma superfície de aplainamento e à fragmentação em blocos ou compartimentos, regionalmente conhecidos como Planalto de Palmas, Planalto do Capanema, Planalto de Campos Novos e Planalto de Chapecó (EMBRAPA, 2004).

Especificamente a região do Rio das Caveiras, próximo de São José do Cerrito, está situada na unidade geomorfológica do Planalto dos Campos Gerais. As cotas altimétricas mais elevadas ocorrem na porção leste da unidade, ultrapassando 1.200 m, nas proximidades da costa da Serra Geral, enquanto as menores correspondem à parte oeste do planalto do Chapecó, chegando a 600 m.

O Planalto dos Campos Gerais funciona, em seus compartimentos, como divisor de águas. Assim é que o planalto de Palmas e o de Capanema constitui divisores entre a drenagem do Rio Iguaçu e a do rio Uruguai. Os rios maiores, Pelotas, Canoas (foz do rio Caveiras) e Chapecó, ao drenarem áreas desta unidade, mostram geralmente vales encaixados, com patamares afetados por encostas e curso tortuosos, com algumas curvas meândricas. Estes rios apresentam, com muita frequência, corredeiras e pequenas cachoeiras resultantes das diferenças internas nos derrames das rochas efusivas.

Quanto ao contato com outras unidades geomorfológicas ele ocorre às vezes de forma gradativa, como em alguns trechos do planalto de Palmas, ou é marcado por escarpa de forte desnível, como na porção sul do planalto de Chapecó.

O Planalto Dissecado do Rio Iguaçu - Rio Uruguai, possui uma superfície de 27.567 km². Esta unidade geomorfológica é caracterizada por um relevo muito dissecado, com vales profundos e encostas em patamares, e com cotas altimétricas que ultrapassam os 1000 m na borda leste e decaem até cerca de 300m na parte oeste e nordeste, em direção ao eixo central da bacia sedimentar do rio Paraná. Os

principais solos identificados na área desta unidade pertencem às classes Terra Bruna/Roxa Estruturada, Cambissolo, Terra Roxa Estruturada e Solos Litólicos (EMBRAPA, 2004).

7.1.8.2 Planalto Centro-Oriental de Santa Catarina

O Planalto Centro-Oriental de Santa Catarina abrange parte de duas bacias hidrográficas: a bacia do alto-médio rio Canoas e a bacia do rio Itajaí-Açu. É constituído de litologias sedimentares da Bacia do Paraná, representadas por argilitos, siltitos, folhelhos e arenitos que integram o Supergrupo Tubarão e o Grupo Passa Dois. Ressalta-se na área a presença de intrusões alcalinas que compõem o domo de Lages, que não se apresenta como relevo positivo. Esta estrutura geológica juntamente com a diferenciação litológica representada por rochas mais resistentes à erosão, e pelos alinhamentos estruturais que ocorrem na área, direcionaram os cursos de água principais e a dissecação (FOLHA 22-RADAMBRASIL, 2018).

A região em estudo abrange o Planalto de Lages, este que compõe parte da região do estudo, caracteriza-se em quase toda sua extensão como um degrau entre os Patamares do Alto Rio Itajaí e o Planalto dos Campos Gerais exceção feita apenas à área das nascentes do rio Canoas.

Conforme Santa Cataria (1986), o Planalto de Lages é caracterizado em sua maior parte por um relevo de dissecação homogênea que configura formas colinosas. Esta homogeneidade de formas é quebrada pela presença de alguns relevos residuais, mapeados como morros testemunhos, onde se destaca o morro do Tributo que corresponde a uma intrusão alcalina. Em alguns trechos observa-se a presença de ressaltos topográficos, geralmente com frente voltada para sudeste.

Por ser o relevo bem destacado em imagens de satélite, a geomorfologia é uma das ciências que mais se beneficiam da tecnologia de sensoriamento remoto, pois é possível ampliar a visão espectral, espacial e temporal dos ambientes terrestres.

7.1.9 Recursos minerais

A partir da pesquisa de títulos minerários registrados no DNPM, órgão do Ministério Minas e Energia responsável pela gestão dos recursos minerais brasileiros, no dia 20 de fevereiro de 2020, foi constatado que há 76 processos minerais ativos dentro da área da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, dos quais prevalecem o interesse na exploração de jazidas de rochas basálticas para produção de brita utilizada na construção civil e argila utilizada na área industrial.

Tabela 108- Relação dos processos minerais ativos dentro da área de estudo

ID	Processo	Fase	Substância	Uso	Nome
0	815213/1988	Concessão de lavra	Basalto	Não informado	Britaplan Britagem Planalto Ltda
1	815281/1990	Concessão de lavra	Basalto	Construção civil	Britaplan Britagem Planalto Ltda
2	815537/1995	Concessão de lavra	Água mineral	Não informado	Ejc Gamborji Mineração Ltda
3	815538/1995	Concessão de lavra	Água mineral	Não informado	Ejc Gamborji Mineração Ltda
4	815069/1993	Concessão de lavra	Basalto	Não informado	Britaplan Britagem Planalto Ltda
5	815639/2002	Concessão de lavra	Basalto	Construção civil	Britaplan Britagem Planalto Ltda
6	815135/2003	Licenciamento	Argila	Industrial	G. Melegari e Cia Ltda
7	815273/2003	Autorização de pesquisa	Argila regratária	Industrial	Ernani José de Castro Gamborgi
8	815289/2006	Licenciamento	Areia	Construção civil	Extração de Areia Cruz de Malta Ltda
9	815544/2006	Autorização de pesquisa	Diamante	Industrial	Cristiani Schneider
10	815693/2006	Autorização de pesquisa	Água mineral	Engarrafamento	Grazielle Kuster
11	815031/2007	Autorização de pesquisa	Diamante	Industrial	Cristiani Schneider
12	815032/2007	Autorização de pesquisa	Diamante	Industrial	Cristiani Schneider
13	815710/2007	Autorização de pesquisa	Diamante	Industrial	David Pacheco dos Santos Lima
14	815862/2008	Licenciamento	Cascalho	Construção civil	Klabin S.A
15	815486/2009	Licenciamento	Cascalho	Construção civil	Klabin S.A
16	815506/2009	Autorização de pesquisa	Arenito	Construção civil	Volni Oscar do Amaral Antunes
17	815677/2009	Autorização de pesquisa	Argilito	Industrial	Vossko do Brasil Alimentos Congelados Ltda
18	815028/2007	Autorização de pesquisa	Diamante	Industrial	Cristiani Schneider
19	815033/2007	Autorização de pesquisa	Diamante	Industrial	Cristiani Schneider

ID	Processo	Fase	Substância	Uso	Nome
20	815543/2006	Direito de requerer a lavra	Diamante	Industrial	Cristiani Schneider
21	815448/1989	Concessão de lavra	Basalto	Não informado	Britagem Gaspar Ltda Epp
22	815806/2010	Concessão de lavra	Basalto	Brita	Britaplan Britagem Planalto Ltda
23	815184/1992	Requerimento de lavra	Basalto p/ brita	Não informado	Britaplan Britagem Planalto Ltda
24	815251/2010	Requerimento de lavra	Basalto	Brita	Britaplan Britagem Planalto Ltda
25	816107/2013	Autorização de pesquisa	Areia	Construção civil	Airton Bernardo Roveda
26	815107/2014	Autorização de pesquisa	Basalto	Brita	Geo Castro Consultoria Eireli
27	815243/2014	Autorização de pesquisa	Cascalho	Construção civil	MIGUEL SOMMARIVA JUNIOR
28	815686/1996	Requerimento de lavra	Basalto	Não informado	Britagem Gaspar Ltda Epp
29	815602/2014	Licenciamento	Basalto	Brita	Klabin S.A
30	815607/2015	Requerimento de lavra	Basalto	Brita	Britaplan Britagem Planalto Ltda
31	815737/2015	Registro de extração	Cascalho	Construção civil	Prefeitura de Capão Alto
32	815745/2015	Autorização de pesquisa	Argila	Industrial	Moacir José da Silva
33	815746/2015	Autorização de pesquisa	Argila	Industrial	Moacir José da Silva
34	815909/2015	Requerimento de registro de extração	Cascalho	Construção civil	Prefeitura Municipal de Painel
35	815973/2015	Autorização de pesquisa	Areia	Construção civil	Cerealista Cordova Ltda Me
36	815959/2015	Requerimento de registro de extração	Cascalho	Construção civil	Prefeitura Municipal de Painel
37	815334/2016	Requerimento de pesquisa	Cascalho	Construção civil	Corema Cia Revendedora de Motores e Automóveis
38	815400/2016	Autorização de pesquisa	Argila	Industrial	Mineradora Vargeão Ltda
39	815262/2012	Requerimento de lavra	Basalto	Brita	Beta Mineração e Transporte Ltda
40	815084/2017	Licenciamento	Areia	Construção civil	Cerealista Cordova Ltda Me
41	815111/2017	Autorização de pesquisa	Argila	Industrial	Britagem Gaspar Ltda Epp
42	815109/2017	Licenciamento	Areia	Construção civil	Areial Planalto Ltda Epp
43	815234/2017	Autorização de pesquisa	Argila	Industrial	Britaplan Britagem Planalto Ltda
44	815232/2017	Autorização de pesquisa	Siltito	Industrial	Miguel Sommariva Junior
45	815305/2017	Registro de extração	Cascalho	Construção civil	Prefeitura Municipal de Painel
46	815306/2017	Registro de	Cascalho	Construção civil	Prefeitura Municipal de Painel

ID	Processo	Fase	Substância	Uso	Nome
		extração			
47	815389/2017	Registro de extração	Cascalho	Construção civil	Prefeitura de Capão Alto
48	815390/2017	Registro de extração	Cascalho	Construção civil	Prefeitura de Capão Alto
49	815429/2017	Registro de extração	Cascalho	Construção civil	Prefeitura Municipal de Campo Belo do Sul
50	815430/2017	Registro de extração	Cascalho	Construção civil	Prefeitura Municipal de Campo Belo do Sul
51	815307/2017	Registro de extração	Cascalho	Construção civil	Prefeitura Municipal de Painel
52	815469/2017	Autorização de pesquisa	Basalto	Brita	Britagem Gaspar Ltda Epp
53	815580/2017	Licenciamento	Cascalho	Construção civil	Florestal Gateados Ltda.
54	815269/2016	Autorização de pesquisa	Argila	Industrial	consbrita ltda
55	815708/2017	Requerimento de lavra	Argila	Industrial	Britaplan Britagem Planalto Ltda
56	815709/2017	Requerimento de lavra	Argila	Industrial	Britaplan Britagem Planalto Ltda
57	815010/1991	Requerimento de lavra	Basalto	Brita	Britaplan Britagem Planalto Ltda
58	815871/2015	Requerimento de lavra	Argila	Industrial	Britaplan Britagem Planalto Ltda
59	815198/2018	Autorização de pesquisa	Argila	Industrial	Britagem Gaspar Ltda Epp
60	815286/2018	Licenciamento	Basalto	Brita	consbrita ltda
61	815227/2018	Autorização de pesquisa	Argila	Industrial	Britaplan Britagem Planalto Ltda
62	815398/2018	Requerimento de pesquisa	Areia	Construção civil	Mineradora Porto União Ltda EPP
63	815396/2018	Autorização de pesquisa	Areia	Construção civil	Mineradora Porto União Ltda EPP
64	815397/2018	Autorização de pesquisa	Areia	Construção civil	Mineradora Porto União Ltda EPP
65	816106/2013	Requerimento de lavra	Areia	Construção civil	Grandhis Artefatos de Concreto Ltda Me
66	815609/2018	Autorização de pesquisa	Argila	Industrial	Britaplan Britagem Planalto Ltda
67	815507/2018	Autorização de pesquisa	Água mineral	Balneoterapia	Chel Seven Participações, Logística Em Obras e Transportes Ltda Me
68	815177/2019	Requerimento de lavra garimpeira	Ametista	Pedra de coleção	Ronaldo Carlos Bonamigo
69	815353/2015	Autorização de pesquisa	Basalto	Revestimento	Britaplan Britagem Planalto Ltda
70	815545/2017	Requerimento de pesquisa	Argila	Industrial	Natanael Alonso do Nascimento
71	815358/2019	Autorização de pesquisa	Areia	Construção civil	Cerealista Cordova Ltda Me
72	301154/2010	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado

ID	Processo	Fase	Substância	Uso	Nome
73	300659/2016	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado
74	304114/2017	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado
75	300829/2018	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado
76	300830/2018	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado
77	300831/2018	Disponibilidade	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado	Dado não cadastrado

Fonte: DNPM, 2020.

De todos esses processos, alguns serão impactados pela possível implantação. É o caso da PCH A. M. Dias (impactada pelo processo ID 9) e CGH São Paulo (impactada pelo processo ID 9 e 72).

AIBH RIO CAVEIRAS - PROCESSOS MINERÁRIOS (DNPM)

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6950000

6900000 6900000

N W E S

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CERRO NEGRO
CORREIA PINTO
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
LAGES
PAINEL
URUPEMA
BOCAINA DO SUL

RIO CANOAS
Rio Caveiras
Rio Caveiras
Rio Caveiras

1 2 3 4 5 6 7 8 9

1 5 6 7 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 24 25 26 27 28 29 31 32 33 35 37 38 41 42 43 44 45 47 48 49 50 53 54 55 56 58 59 61 62 63 64 65 66 67 69 70 72 73 74 77

ID	NOME
1	CGH Santo Antônio
2	PCH A. M. Dias
3	CGH São Paulo
4	CGH Hoppen
5	CGH Caveiras
6	PCH Pinheiro
7	PCH Itararé
8	PCH João Borges
9	PCH Portão

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais
- Processos Minerários

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

7.1.10 Pedologia

A pedologia refere-se à formação, desenvolvimento, mapeamento e classificação do solo em seu ambiente natural. Para a bacia do rio Caveiras identificou-se principalmente, a presença de solo nas ordens Cambissolo, Nitossolo e Neossolo. Estes foram caracterizados levando-se em consideração, os dados de pedologia disponibilizados pelo IBGE, em parceria com a Embrapa (2006), dos dados vetoriais na versão 2019 e escala 1:250000, conforme indicado no mapa e tabela abaixo.

Tabela 109 - Caracterização pedológica da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras

Ordem	Subordem	Legenda	Textura	Área (km²)	Área (%)
Nitossolo	Bruno	NBd - Nitossolo Bruno Distrófico	muito argilosa	474,79	19,45
Nitossolo	Vermelho	NVef - Nitossolo Vermelho Eutroférrico	muito argilosa	67,19	2,75
Nitossolo	Vermelho	NVdf - Nitossolo Vermelho Distroférrico	muito argilosa	623,05	25,53
Cambissolo	Húmico	CHa - Cambissolo Húmico Alumínico	argilosa	1176,89	48,22
Neossolo	Litólico	RLm - Neossolo Litólico Chernossólico	média cascalhenta e média	45,75	1,87
		Área urbana		42,83	1,75
		Corpos d`água continental		10,23	0,42

Fonte: IBGE, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - PEDOLOGIA

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6950000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
URUPEMA
PAINEL

Rio Caveiras
PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
CGH Caveiras
CGH Hoppen
Rio Caveiras
RIO CANOAS
CGH São Paulo
CGH Santo Antônio
PCH A. M. Dias
Rio Caveiras

6900000 6900000

Legenda

Aproveitamentos hidrelétricos
Hidrografia
Limite da bacia hidrográfica
Limites municipais
Corpos d' água
Área urbana

Pedologia

CHa - Cambissolo Húmico Alumínico
NBd - Nitossolo Bruno Distrófico
NVdf - Nitossolo Vermelho Distroférrico
NVef - Nitossolo Vermelho Eutroférrico
RLm - Neossolo Litólico Chernossólico

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

550000 600000

A Bacia Hidrográfica do rio Caveiras é formada, em sua maioria de Ordem Cambissolo (*CHa1; CHa4; CHa6; CHa14; CHa7; CHa18*) os quais caracterizam-se por serem moderadamente drenados, pouco profundos a profundos, apesar de ocorrerem perfis rasos (< 50cm) ou muito profundos (> 200cm). Devido à influência do clima, bem como, da variedade do material de origem, tais solos possuem coloração e textura pouco uniforme.

Sendo assim, esse solo apresenta coloração brunada ou vermelho-amarelada, com horizonte superficial espesso e de cor escura por possuírem elevados teores de matéria orgânica. Os tipos identificados de cambissolo ocupam relevo suave ondulado, ondulado, forte ondulado e montanhoso. Caracterizam-se por solos de textura argilosa.

Associados a climas frios de altitude, são solos de baixa fertilidade, geralmente ácidos, sendo mais utilizados para cultivos de subsistência, pastagem e reflorestamento. Em especial, o Cambissolo Húmico Alumínico possui teor muito elevado de alumínio no solo, fato que afeta significativamente o desenvolvimento de raízes.

A grande maioria dos tipos de Cambissolo que ocorrem na região de estudo estão associados a solos litólicos, ou seja, com grande quantidade de blocos rochosos no corpo e na superfície do solo. Assim, existem dificuldades de mecanização e maior suscetibilidade a erosão.

Os Latossolos caracterizam-se por solos muito profundos, fortemente ácidos, baixa reserva de nutrientes, predominantemente nos horizontes sem influência da matéria orgânica. São muito argilosos, acentuadamente drenados, com sequência de horizontes A, B, C, através dos quais ocorre incremento da tonalidade avermelhada com a profundidade. São solos muito evoluídos, em função de enérgicas transformações sofridas pelo material de origem, predominando na sua constituição os óxidos de ferro e de alumínio e a caulinita (EMBRAPA, 1999).

Na Bacia Hidrográfica do Caveiras, há o solo do tipo Nitossolo Bruno Distrófico, Nitossolo Vermelho Distroférrico e Nitossolo Vermelho Eutroférrico. De acordo com a Agência Embrapa de Informação Tecnológica, os solos Nitossolo Bruno eram denominados anteriormente como Terra Bruna Estruturada. Estes são

caracterizados pela cor bruna amarelada pouco impressiva, diferenciação de horizontes pouco notável, argilosos/muito argilosos e por apresentam uma estrutura prismática que se desfaz em blocos quando seco.

A principal limitação deste solo é referente ao teor de alumínio, permeabilidade restrita e o impedimento à mecanização devido aos relevos ondulados ou fortes ondulado e à presença de pedras na superfície do solo. São comumente utilizados para fruticultura, como exemplo, maçã, pera, caqui e uva. Entretanto, na região de estudo tem-se o Nitossolo classificado no terceiro nível como Distrófico, ou seja, com baixa fertilidade.

Os Nitossolos Vermelhos, correspondem ao que se denominava anteriormente de Terra Roxa Estruturada. Este solo apresenta-se com cores vermelhas e vermelho-escuras; são argilosos e muito argilosos, contém estrutura em blocos fortemente desenvolvidos, derivados de rochas básicas e ultrabásicas, com diferenciação de horizontes pouco notável.

A maior diferença entre os Nitossolos Vermelhos encontrados na área de estudo, é que enquanto o Distroférrico é de baixa fertilidade, o Eutroférrico apresenta características positivas para alta taxa de fertilidade. Ambos possuem elevados teores de ferro.

De modo geral, apresentam alto risco de erosão devido aos relevos acidentados a que estes solos estão associados. Abstraindo-se o relevo, são aptos a todos os usos agropastoris e florestais adaptados às condições climáticas.

O Neossolo Litólico é característico da região próximo a foz do rio Caveiras, os quais representam solos bem a moderadamente drenados, muito pouco desenvolvidos, rasos, por vezes com espessura menor que 40 cm, onde o horizonte A apresenta-se assentado diretamente sobre a rocha, por isso é comum encontrar blocos e matacões na superfície desses solos, bem como cascalhos e calhaus no corpo dos mesmos.

Associado a relevos mais declivosos, suas limitações ao uso estão relacionadas a presença da rocha e aos declives acentuados associados às áreas de ocorrência destes solos. Estes fatores limitam o crescimento radicular, o uso de máquinas e elevam o risco de erosão. Além disso, são considerados muito ácidos e

suscetíveis a erosão, devido à espessura dos horizontes e a posição que ocupam na topografia.

Normalmente, são indicados para preservação da flora e fauna, mas em algumas regiões, verifica-se que estes solos são utilizados com milho, feijão e soja no estado de Santa Catarina.

7.2 ECOSSISTEMAS TERRESTRES

A fauna terrestre nativa, apresenta papel essencial para a manutenção dos ecossistemas, uma vez que realizam diversos papéis indispensáveis para o ciclo de vida da flora nativa, como por exemplo, a função de agentes dispersores de sementes ao se alimentarem dos frutos produzidos pelas plantas, além de contribuir com a polinização. Entretanto, a fragmentação e pressão antrópica sobre remanescentes florestais, resultam na perda de habitats, redução de recursos, fragmentação de rotas de deslocamento, levando ao afugentamento da fauna nativa, em especial as de grande porte. Ademais, tal cenário normalmente facilita a invasão de espécies exóticas e oportunistas da fauna, tornando a fauna terrestre mais pobre localmente. Neste cenário, é comum observar em locais alterados a dominância de uma ou duas espécies da mastofauna de pequeno porte, usualmente sinantrópicas (Paglia, 1995, Lessa, 1999), diminuindo a biodiversidade de determinada região.

O levantamento das espécies representantes da fauna que utilizam o ambiente terrestre (avifauna, herpetofauna e mastofauna), fornece importante indicativo do grau de preservação ou de antropização de determinadas áreas, sendo utilizado também como ferramenta para verificar a existência de espécies ameaçadas de extinção, com potenciais cinegéticos e endêmicas, além de realizar o reconhecimento da fauna do local.

Para a composição do estudo e caracterização da fauna terrestre ao longo da bacia do rio Caveiras, foi priorizada a busca por informações provenientes de estudos já realizados anteriormente. Para tal, foram utilizados os estudos de Cherem et al. (2004); Mazzolli (2006) e Cherem et al. (2007), lista de fauna da UHE Garibaldi, site WikiAves (2019), Coleção de Anfíbios do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, MCP; Coleção de Répteis do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, MCP; Coleção de Anfíbios do Centro de Coleções Taxonômicas da UFMG (UFMG-AMP); Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard (FNJV) e Coleção de Anfíbios do Museu de Zoologia da UNICAMP (ZUEC-AMP).

Além da utilização de dados secundários provenientes dos estudos acima citados, foi realizado uma campanha amostral no período de outono de 2019 em 12 áreas amostrais. Estas áreas contemplam também a amostragem de campanha única para a fauna aquática (ictiofauna, macroinvertebrados). Além disso, o perímetro amostral abrange cinco municípios, conforme indicado na tabela abaixo, em que cada um dos pontos foi caracterizado quanto a sua largura, profundidade, vegetação de entorno e dos diferentes usos e ocupação do solo.

Tabela 110 - Localização dos pontos amostrais para a fauna terrestre.

Ponto	Município	Coordenadas		Largura (m)	Prof. média (m)	Fluxo da água	Vegetação	Uso e ocupação do solo
		Lat.	Long.					
P1	Painel	27°51.160'S	50° 4.919'O	19,30	1,70	Remanso (semi-lêntico)	Vegetação ciliar densa. Presença de arbórea e arbustiva.	Agropecuária (gado) em ambas as margens.
P2	Lages/Painel	27°51.292'S	50° 8.551'O	42,00	5,80	Remanso (semi-lêntico)	Pouca vegetação ciliar, associada a área de campos.	Agropecuária (gado) em ambas as margens e agricultura para a margem esquerda.
P3	Lages/Painel	27°51.570'S	50° 9.370'O	38,20	1,72	Remanso (semi-lêntico)	Vegetação ciliar densa para a margem direita com presença de arbórea e arbustiva. Margem esquerda com significativa degradação da vegetação ciliar e ausência de arbórea e arbustiva.	Agropecuária (gado) na margem direita e silvicultura margem esquerda.
P4	Lages	27°50.194"S	50°21.536' O	35,44	7,03	Remanso (lêntico)	Faixa ciliar degradada na margem direita. Margem oposta com vegetação ciliar e melhor preservada associada a uma faixa de arbórea e arbustiva.	Agropecuária (gado), agricultura e silvicultura em ambas as margens.
P5	Lages/Capão Alto	27°51.591'S	50°28.571' O	341,15	3,35	Reservatório (lêntico)	Presença de arbóreas e arbustivas na faixa ciliar da margem direita, enquanto na margem esquerda a faixa de APP apresenta fase inicial de recuperação.	Agropecuária (gado), agricultura e silvicultura em ambas as margens.
P6	Lages/São José do Cerrito	27°46.485'S	50°31.762' O	77,44	2,61	Remanso (lêntico)	Vegetação ciliar com poucas arbóreas e arbustivas na margem direita e conservada na margem oposta.	Silvicultura e agricultura na margem esquerda e agropecuária (gado) para a direita.
P7	Lages/São José do Cerrito	27°43.867'S	50°33.927' O	59,30	4,99	Remanso (semi-lêntico)	Vegetação ciliar preservada, principalmente na margem esquerda, com presença de arbórea e arbustiva.	Agropecuária em ambas as áreas com trechos destinados a agropecuária na margem direita.
P8	Lages/São José do Cerrito	27°42.508'S	50°37.616' O	196,00	9,03	Reservatório (lêntico)	Vegetação ciliar presente na margem esquerda e em fase inicial de recuperação na margem direita.	Silvicultura em ambas as margens, com áreas de agricultura para a margem direita
P9	Campo Belo do Sul/São José do	27°40.397'S	50°43.385' O	62,55	4,60	Corredeira (semi-lótico)	Vegetação ciliar presente em ambas as margens com alguma degradação na margem esquerda. Presença de arbórea	Agropecuária (gado) e agricultura em ambas as margens.

Ponto	Município	Coordenadas		Largura (m)	Prof. média (m)	Fluxo da água	Vegetação	Uso e ocupação do solo
		Lat.	Long.					
	Cerrito						e arbustiva.	
P10	Campo Belo do Sul/São José do Cerrito	27°38.287'S	50°44.695' O	79,62	3,83	Remanso (semi-lótico)	Vegetação ciliar em ambas as margens com presença de poucas arbóreas e arbustivas.	Agricultura em ambas as margens.
P11	Campo Belo do Sul/São José do Cerrito	27°37.259'S	50°45.433' O	71,10	6,18	Corredeira (semi-lótico)	Vegetação ciliar preservada, principalmente na margem direita, com presença de arbórea e arbustiva.	Agropecuária (gado) em ambas as margens.
P12	Campo Belo do Sul/São José do Cerrito	27°37.131'S	50°47.200' O	55,55	4,70	Corredeira (semi-lótico)	Vegetação ciliar preservada em ambas as margens, com presença de arbórea e arbustiva.	Agropecuária (gado) para a margem direita com agricultura para a margem esquerda.

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 62 - Ponto amostral P1



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 63 - Ponto amostral P2



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 64 - Ponto amostral P3



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 65 - Ponto amostral P4



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 66 - Ponto amostral P5



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 67 - Ponto amostral P6



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 68 - Ponto amostral P7



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 69 - Ponto amostral P8



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 70 - Ponto amostral P9



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 71 - Ponto amostral P10



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 72 - Ponto amostral P11



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 73 - Ponto amostral P12



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

AIBH RIO CAVEIRAS - PONTOS AMOSTRAIS - FAUNA TERRESTRE

desenvolver
engenharia e meio ambiente

540000 600000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA

Rio Caveiras
RIO CANOAS

P12 P11 P10 P9 P8 P7 P6 P5 P4 P3 P2 P1

9 8 7 6 5 4 3 2 1

6900000

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais
- Pontos amostrais - Fauna terrestre (Avifauna, Mastofauna e Herpetofauna)

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

ID	NOME
1	CGH Santo Antônio
2	PCH A. M. Dias
3	CGH São Paulo
4	CGH Hoppen
5	PCH Caveiras
6	PCH Pinheiro
7	PCH Itararé
8	PCH João Borges
9	PCH Portão

7.2.1 Avifauna

7.2.1.1 Introdução

As aves são animais bípedes, vertebrados, homeotérmicos, caracterizados pela presença de penas, com origem a partir de dinossauros terópodes no período Jurássico da Era Mesozoica, ocorrendo em todos os ambientes da Terra (FAVRETTO, 2010). No planeta existem mais de 10000 espécies de aves descritas, sendo que para o Brasil há registros de 1919 espécies de aves (Piacentini et al., 2015), distribuídas em 33 ordens e 103 famílias, enquanto no estado de Santa Catarina, por sua vez, 705 espécies de aves já foram catalogadas (Rosário, 2019).

Devido a sua grande diversidade e diferentes especializações ecológicas as aves são utilizadas como bioindicadores de qualidade ambiental. Em geral locais com baixa riqueza de espécies de aves são considerados mais impactados e locais com maior riqueza são mais preservados, pois áreas com maiores efeitos antrópicos tendem a sofrer homogeneização de sua avifauna (KLEMANN-Jr., 2016; VOLPATO *et al.*, 2018). Além disso, aves atuam como representantes de respostas a outros grupos biológicos e a perturbações de seus *habitats* (Gardner et al., 2008). Ademais, são facilmente ser detectadas, não sendo necessária a captura dos indivíduos para sua identificação, reduzindo o stress ao animal, bem como os custos para a realização do levantamento (Costa-Pereira et al., 2013).

7.2.1.2 Materiais e Métodos

Os dados de avifauna foram obtidos de forma primária por meio de observações e registros visuais e auditivos em 12 pontos amostrais distribuídos ao longo do rio Caveiras, conforme apresentado anteriormente. Também foram obtidos dados secundários por meio do banco de dados de registros ornitológicos disponibilizado no site WikiAves (2019) e lista de fauna da UHE Garibaldi.

Figura 74 - Gravação de avifauna em transecto de varredura.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 75 - Gravação de avifauna em transecto de varredura.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Para avaliar a suficiência amostral foi determinada a curva do coletor através do cruzamento das informações entre o acumulado de espécies coletadas e o número de indivíduos capturados. As curvas de acumulação de espécies (curvas do coletor) permitem avaliar o quanto um estudo se aproxima de capturar a riqueza real de espécies do local. Com o resultado gerado pela curva do coletor, fez-se uma comparação com o estimador de riqueza de Jackknife de segunda ordem, que se baseia na ocorrência das espécies (Smith e Von Belle, 1984). Quando a curva estabiliza, ou seja, quando nenhuma espécie nova é adicionada, significa que a riqueza teórica total foi obtida (Colwell, 2006).

Para avaliar e caracterizar este grupo faunístico, foi realizada análise de agrupamento usando algoritmo UPGMA e distância do índice de similaridade de Jaccard para comparar a composição de espécies entre as áreas amostrais, além da análise NMDS para comparação dos dados primários e secundários. Ademais, foi também calculada a constância das espécies, consistindo na razão entre o número de municípios em que a espécie foi registrada pelo número total de municípios do trecho da bacia, em valor percentual. E considerou-se:

⇒ Espécie constante: presente em mais de 50% das áreas amostrais;

⇒ Espécie acessória: presente em 25% e 50% das áreas amostrais;

⇒ Espécie acidental: presente em menos de 25% das áreas amostrais.

Por fim, as espécies registradas por meio de dados primários e secundários, foram classificadas quanto a possíveis endemismos, ameaças de extinção e origem (nativa ou exótica). De forma conjunta, todas as análises acima citadas, permitiram caracterizar a avifauna ao longo do rio Caveiras, especialmente quanto a sua integridade e pressões externas.

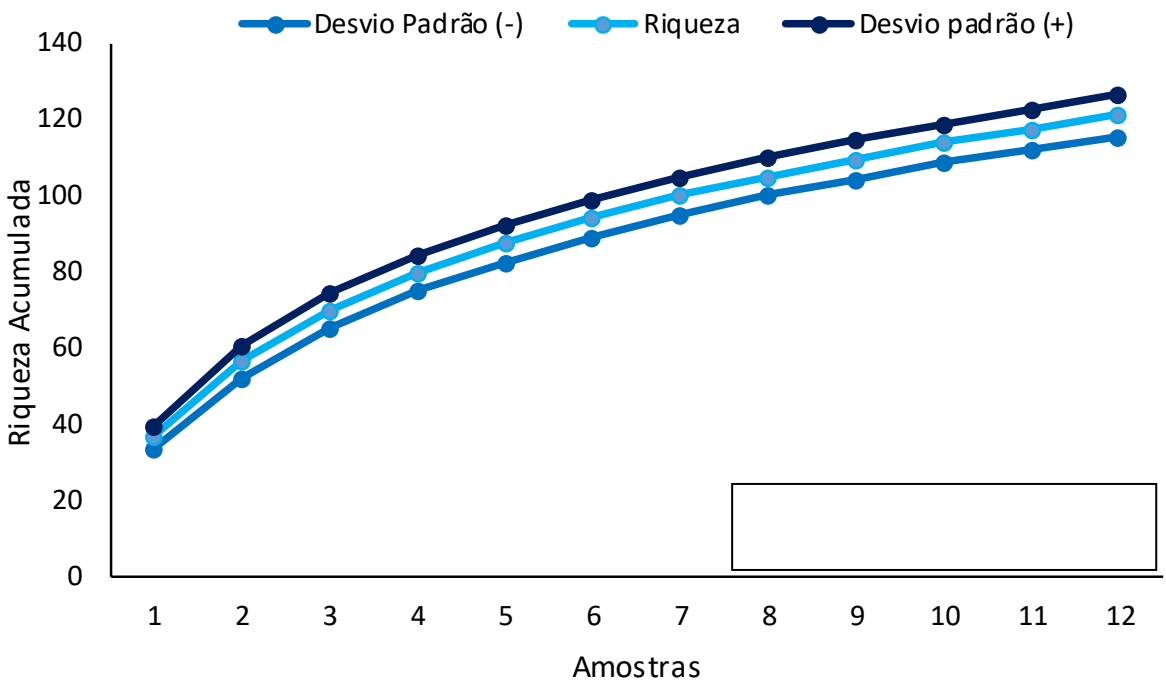
7.2.1.3 Resultados e Discussão

Foram registradas 122 espécies de aves por meio de dados primários (amostragens em campo), e somadas aos dados secundários o total de espécies de aves com possibilidade de ocorrência ao longo do rio Caveiras foi de 335 táxons. Essa riqueza total do trecho estudado pode ser considerada elevada quando comparada a outros ambientes com estudos publicados para o estado de Santa Catarina (Rio do Peixe, s = 209, FAVRETTO & GUZZI, 2008; Rio Cachoeira, s = 241, GROSE, 2017). Tal acréscimo para o presente estudo, pode ser creditado pela própria variação ambiental ao longo do rio Caveiras, em que seu trecho superior é caracterizado por áreas com campos associadas a presença de vegetação ripária ao longo de uma porção significativa do rio Caveiras, bem como pelo adensamento das formações florestais no trecho médio e inferior, possibilitando que um nicho maior de espécies explore ambientes com características que as beneficie ecologicamente. Ambientes com maior biomassa e heterogeneidade vegetal propiciam o aparecimento de espécies com maiores exigências ambientais (SICK 1997), além daquelas consideradas como especialistas, e diferindo em sua composição quando ocorre alguma alteração na vegetação (ALEIXO, 1999).

Considerando os resultados alcançados através da análise de suficiência amostral a partir dos dados primários, é possível perceber que a curva de rarefação permaneceu ascendente, indicando que um número maior de espécies possivelmente utilize o ambiente em alguma fase de seu ciclo ecológico e de vida. Tal resultado é corroborado pelo resultado proveniente do estimador de riqueza de Jackniffe de segunda ordem, o qual apontou uma riqueza de 179,34 espécies ao longo do rio Caveiras. Além disso, se considerado os dados secundários, a riqueza

ultrapassa significativamente o valor apontado pelo estimador Jackniffe de segunda ordem, o que possibilita inferir quanto a elevada riqueza deste grupo nesta região.

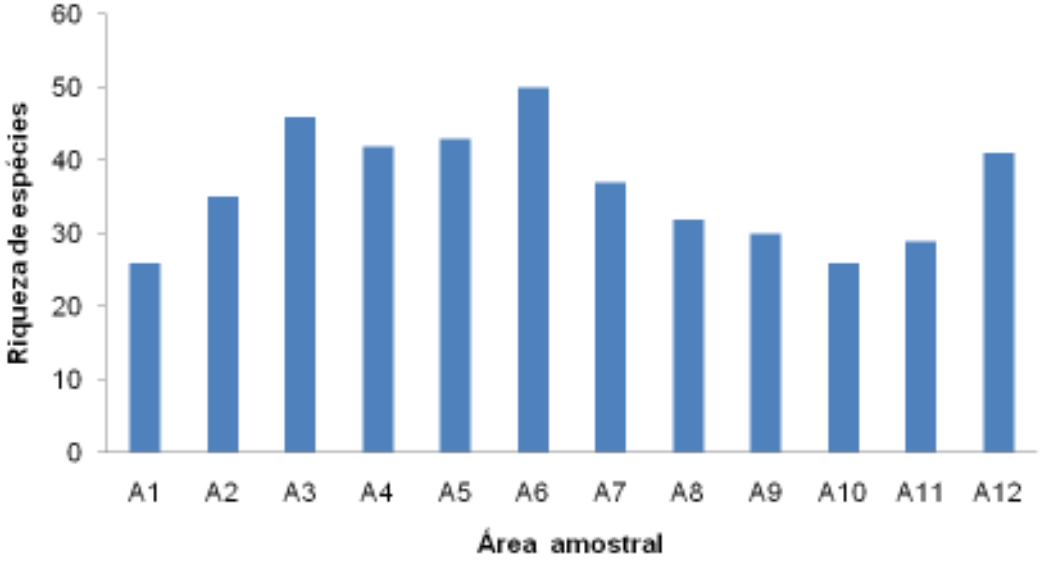
Figura 76 – Curva de acumulação de espécies de aves registradas ao longo do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

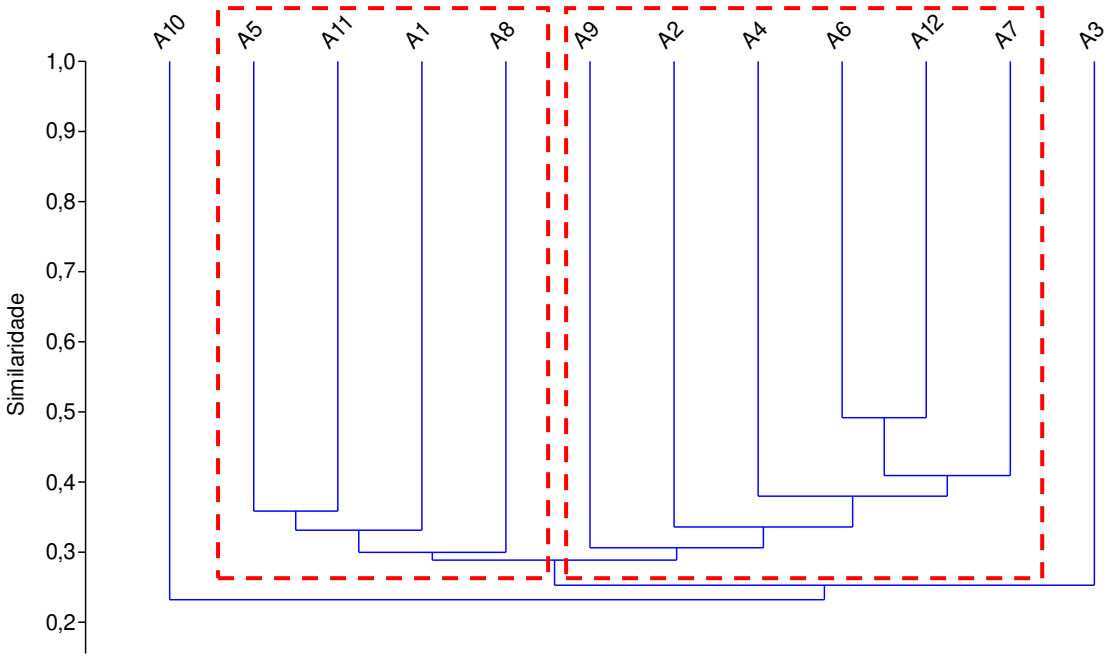
Considerando os dados primários e a distribuição das espécies entre as áreas amostrais, a maior riqueza foi registrada na porção média e alta do rio Caveiras, com 50 espécies registradas na área P6, 46 na P5 e 43 na área amostral P3. Essa áreas divergiram em termos de composição de espécies, conforme dendograma da análise de agrupamento. Nesta análise, a área 3 e a 10 foram as que mais divergiram das demais em composição de espécies. Mesmo sem a formação de agrupamentos com semelhanças acima de 60%, a qual segundo Magurran (2004), seria estatisticamente significativo, houve a formação de dois grupos com algumas similaridades na composição de espécies, um formado pelas áreas 1, 5, 8 e 11; e outro formado pelas áreas 2, 4, 6, 7, 9 e 12 (coeficiente de correlação cofenética = 0,80).

Figura 77 - Riqueza de espécies da avifauna por área amostral do presente estudo.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 78 - Análise de agrupamento da composição de espécies de aves nas diferentes áreas amostrais (dados primários), rio Caveiras, usando algoritmo UPGMA e distância de Jaccard (ccc = 0,80).

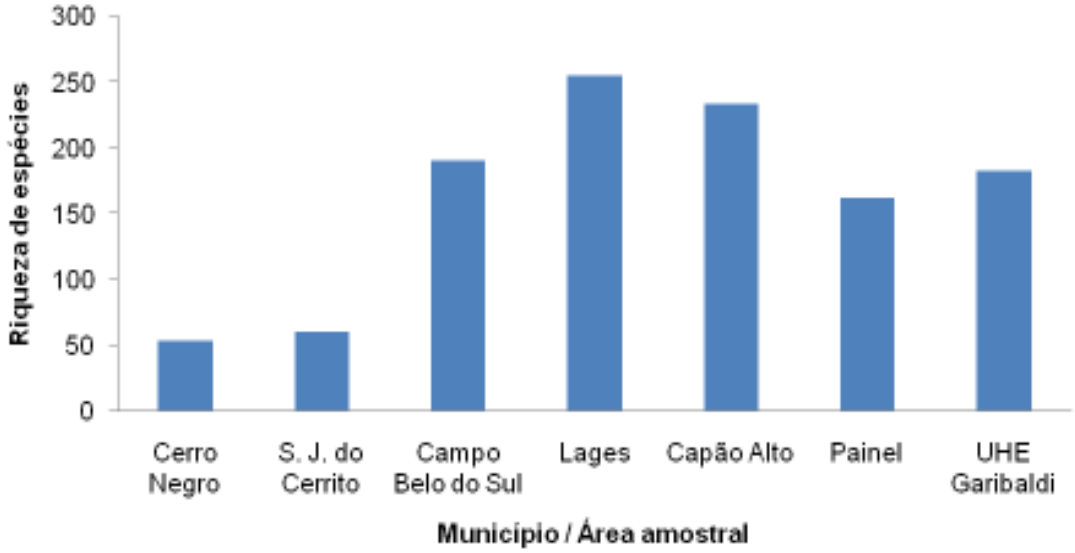


Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Através da análise dos dados secundários a nível dos municípios com limites junto ao rio Caveiras, a maior riqueza de espécies ocorre em Lages (s = 255), seguido de Capão Alto (s = 234) e Campo Belo do Sul (s = 191). Contudo, tais

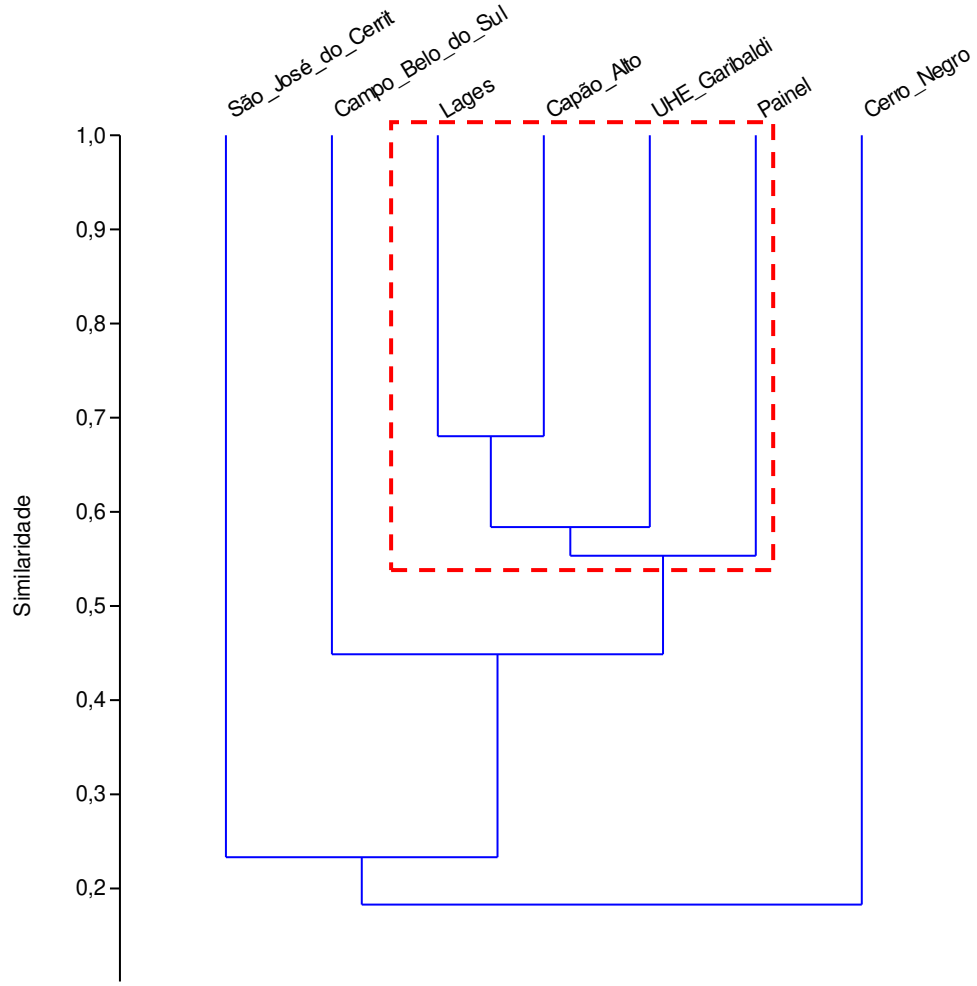
resultados podem ter algumas influências quanto ao esforço de amostragem desigual entre os mesmos, o que permite inferir que em municípios em que ocorre maior quantidade de observação de aves e não necessariamente que sejam mais ricos em espécies que os demais. A maior similaridade na composição de espécies ocorreu entre os municípios de Lages e Capão Alto, e estes dois com o levantamento realizado para a UHE Garibaldi e com o município de Painel. A maior diferenciação dos demais foi do município de Cerro Negro (coeficiente de correlação cofenética = 0,99).

Figura 79 - Riqueza de espécies de aves nos municípios que compõe a bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil e na UHE Garibaldi (dados secundários).



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 80 - Análise de agrupamento da composição de espécies de aves nos diferentes municípios na área de abrangência do rio Caveiras, usando algoritmo UPGMA e distância de Jaccard (ccc = 0,99).



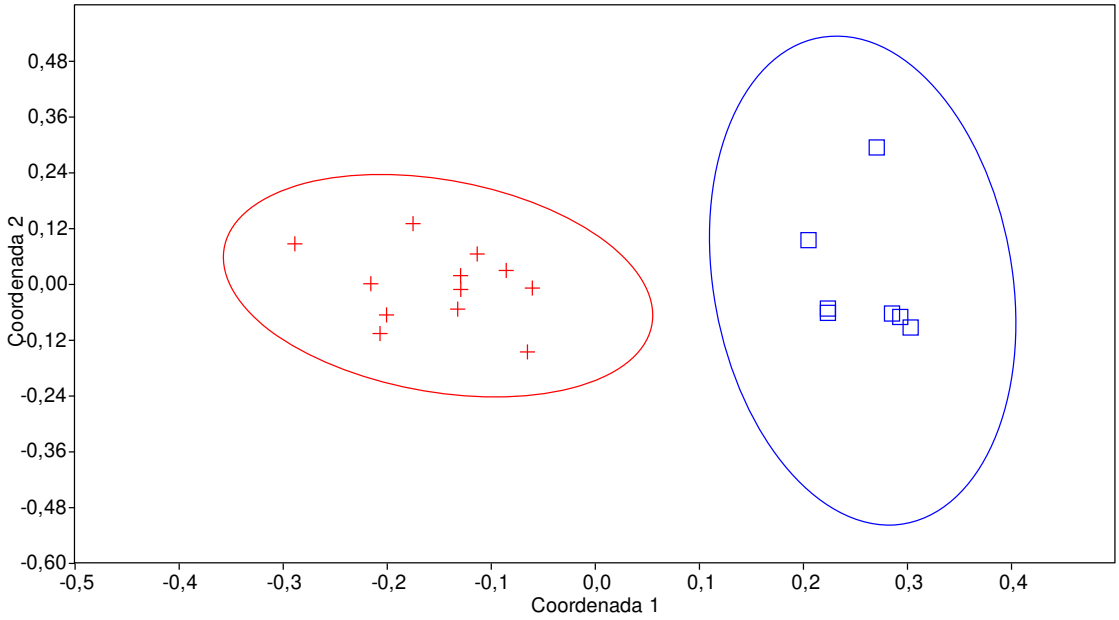
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

O presente estudo demonstra a similaridade entre áreas com características mais abertas (Lages e Painel), a áreas com maior adensamento florestal (Área da UHE Garibaldi e Capão Alto), mesmo com alguns autores destacando maior probabilidade de ambientes semelhantes e com heterogeneidade do habitat apresentar maior potencial a semelhanças na estrutura deste grupo (CONNOR; MACCOY, 1979; CONNOR; SIMBERLOFF, 1983). Por outro lado, a dissimilaridade entre os demais pode estar relacionada ao período reprodutivo das espécies, especialmente em intervalos com maior precipitação (SICK, 1997; MARINI; DURAES, 2001), que aumenta as áreas de refúgio e a variedade de alimentos. Além

disso, a presença de aves migradoras em determinados períodos do ano, podem contribuir para uma maior dissimilaridade entre áreas estudadas.

Quando comparado a composição das espécies entre os dados primários e secundários por meio de uma análise NMDS, o resultado demonstrou que houve certa diferenciação na composição de espécies (stress = 0,13). Possivelmente reflexo das diferentes metodologias e bases de informações utilizadas na obtenção das informações, o que comumente ocorre quando considerados de forma conjunta.

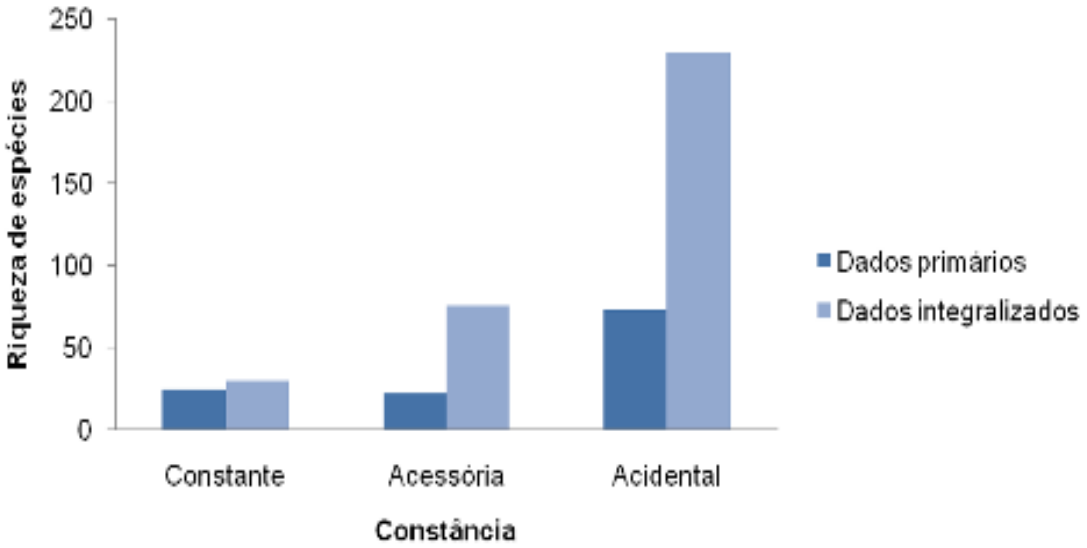
Figura 81 - Análise NMDS da composição de espécies de aves registradas entre os dados primários e secundários na bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil (stress = 0,13).



Polígonos vermelhos – dados primários; polígonos azuis – dados secundários.
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

A análise da constância demonstrou que tanto para os dados primários (s = 73) quanto para os dados integralizados (primários + secundários; s = 335), a maioria das espécies foi considerada como acidental, ou seja, registradas em menos de 25% dos locais de amostragem. No caso de espécies constantes, assim registradas em mais de 50% das amostras, para dados primários foram 25 espécies e para os dados integralizados 30. Padrão similar ao registro em outras áreas do país, em que poucas espécies apresentam elevada frequência e muitas espécies são registradas de forma rara (Favretto, 2015; Perrella et al., 2018).

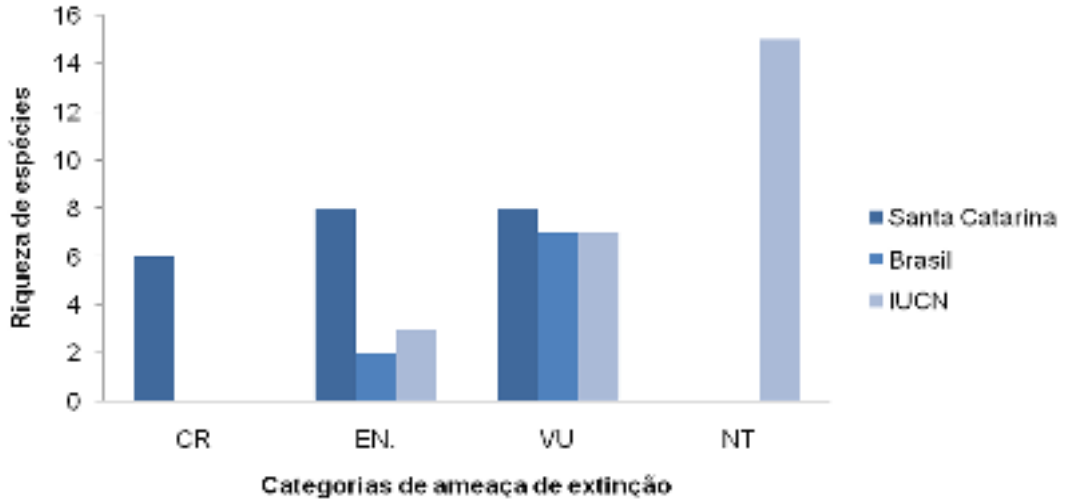
Figura 82 - Constância da avifauna registrada na bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Das espécies registradas ao longo do rio Caveiras e demais ambientes próximos (dados secundários), 10% (s = 33), possuem algum grau de ameaça de extinção. Em Santa Catarina, 22 das espécies registradas possuem algum grau de ameaça de extinção, enquanto que para o Brasil 09 e em nível global (IUCN) 25 espécies. Ademais, 12% (s = 39) são espécies consideradas endêmicas do bioma Mata Atlântica, demonstrando que o ambiente apresenta condições satisfatórias para a manutenção e diversidade deste grupo faunístico.

Figura 83 - Distribuição das espécies de aves nas diferentes categorias de ameaça de extinção em nível estadual, nacional e global.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.2.1.4 Considerações Finais

A partir dos dados apresentados para a avifauna presente ao longo do rio Caveiras e de áreas próximas, é possível verificar que o intervalo entre as áreas amostrais A3 e A6, há um incremento na riqueza de espécies. Uma possível resposta a este cenário, está associado a presença de um maior número de remanescentes florestais em áreas próximas, o que potencializa a presença de um número maior de espécies. Além disso, a proximidade com alguns ambientes urbanizados, possibilitam o registro de espécies que facilmente se ajustam a esse meio.

Por outro lado, as áreas a jusante e montante do intervalo acima mencionado, repercute um número inferior de espécies, sendo que o trecho a montante (A1 e A2), são caracteristicos de bioma de campos de altitude, o que pode restringir a presença de algumas espécies de aves. Já o trecho a jusante da A6, apresenta variações quanto a exploração e diferentes usos do solo, associados a uma menor quantidade de remanescentes florestais. Ademais, para a área A12, trecho com maior próximidade a foz, vê-se um aparente acrescimo de espécies, o que pode estar diretamente associado a recuperação e formação das Áreas de Preservação Permanente da UHE Garibaldi, o que proporciona um incremento de habitas a serem explorados e utilizados para a conclusão de ciclos ecológicos deste grupo faunístico.

Tabela 111 - Lista das espécies de avifauna registradas para a bacia hidrográfica do rio Caveiras.

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Tinamidae																										
Crypturellus obsoletus	inambuguaçu									X						X				X	X	X	X	X	16,67	35,00
Crypturellus parvirostris	Inambu-chororó																							X	0,00	5,00
Rhynchotus rufescens	perdiz																			X	X	X	X	X	0,00	25,00
Nothura maculosa	codorna-amarela																	X		X	X	X	X	X	0,00	30,00
Anhimidae																										
Chauna torquata	tachã																				X				0,00	5,00
Anatidae																										
Cairina moschata	pato-do-mato							X			X									X	X	X	X	X	16,67	35,00
Dendrocygna viduata	irerê																		X		X	X		X	0,00	5,00
Callonetta leucophrys	marreca-de-coleira																				X			X	0,00	25,00
Anas flavirostris	marreca-pardinha																		X		X	X	X	X	0,00	30,00
Anas georgica	marreca-parda																	X	X	X	X	X	X	X	16,67	35,00
Nomonyx dominicus	marreca-de-bico-roxo																			X				X	0,00	5,00
Amazonetta brasiliensis	ananaí							X		X					X						X	X	X	X	0,00	25,00
Cracidae																										
Penelope obscura	jacuguaçu						X	X				X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	50,00	60,00
Odontophoridae																										
Odontophorus capueira	uru												X							X	X	X		X	8,33	25,00
Podicipedidae																										
Rollandia rolland	mergulhão-de-orelha-branca																					X			0,00	5,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários													Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12		CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Tachybaptus dominicus	mergulhão-pequeno																		X		X	X	X		X	0,00	25,00
Podilymbus podiceps	mergulhão-caçador									X											X	X	X		X	8,33	25,00
Ciconiidae																											
Ciconia maguari	maguari																				X	X	X	X		0,00	20,00
Mycteria americana	cabeça-seca																				X	X	X	X		0,00	20,00
Phalacrocoracidae																											
Nannopterum brasilianus	biguá																		X			X	X	X	X	0,00	25,00
Anhingidae																											
Anhinga anhinga	biguatinga																				X	X				0,00	10,00
Ardeidae																											
Botaurus pinnatus	socó-boi-baio																					X				0,00	5,00
Ixobrychus involucris	socoí-amarelo																					X				0,00	5,00
Nycticorax nycticorax	savacu																					X	X		X	0,00	15,00
Butorides striata	sozocinho																					X	X	X	X	0,00	20,00
Syrigma sibilatrix	maria-faceira					X		X			X			X			X				X	X	X	X	X	41,67	50,00
Ardea alba	garça-branca-grande							X		X												X	X	X	X	16,67	30,00
Ardea cocoi	garça-moura									X											X	X	X	X	X	8,33	30,00
Egretta thula	garça-branca-pequena							X		X									X			X	X			16,67	25,00
Bubulcus ibis	garça-vaqueira							X			X									X		X	X	X	X	16,67	35,00
Threskiornithidae																											
Plegadis chihi	caraúna																					X				0,00	5,00
Mesembrinibis cayennensis	coró-coró								X		X	X	X		X					X		X	X	X	X	41,67	50,00
Phimosus infuscatus	tapicuru							X														X				8,33	10,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários													Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12		CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Theristicus caudatus	curucaca					X		X	X	X		X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	83,33	80,00
Cathartidae																											
Cathartes aura	urubu-de-cabeça-vermelha							X											X	X		X	X	X	X	8,33	35,00
Cathartes burrovianus	uubu-de-cabeça-amarela																			X						0,00	5,00
Coragyps atratus	urubu						X			X		X	X	X	X						X	X	X	X	X	50,00	55,00
Sarcoramphus papa	urubu-rei																				X	X	X			0,00	15,00
Accipitridae																											
Leptodon cayanensis	gavião-de-cabeça-cinza																				X	X		X	X	0,00	20,00
Elanoides forficatus	gavião-tesoura																				X	X	X	X	X	0,00	25,00
Harpagus diodon	gavião-bombachinha																						X			0,00	5,00
Circus buffoni	gavião-do-banhado																				X	X	X			0,00	15,00
Accipiter superciliosus	gavião-miudinho	VU																			X					0,00	5,00
Accipiter striatus	gavião-miúdo																				X	X	X	X	X	0,00	25,00
Accipiter bicolor	gavião-bombachinha-grade																				X	X		X		0,00	15,00
Ictinia plumbea	sovi																				X	X	X	X	X	0,00	25,00
Rostrhamus sociabilis	gavião-caramujeiro																					X				0,00	5,00
Geranospiza caerulescens	gavião-pernilongo																				X		X	X		0,00	15,00
Parabuteo leucorrhous	gavião-de-sobre-branco							X													X	X				8,33	15,00
Heterospizias meridionalis	gavião-caboclo																		X		X	X	X	X	X	0,00	30,00
Buteo brachyurus	gavião-de-cauda-curta																		X				X	X		0,00	15,00
Buteo platypterus	gavião-de-asa-larga																				X					0,00	5,00
Geranoaetus	águia-serrana	VU																				X	X	X		0,00	20,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários													Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12		CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
melanoleucus																											
Geranoaetus albicaudatus	gavião-de-rabo-branco																				X		X	X	X	0,00	20,00
Pseudastur polionotus	gavião-pombo-grande			NT	X																X		X	X		0,00	15,00
Elanus leucurus	gavião-peneira							X		X												X	X	X	X	16,67	30,00
Urubitinga urubitinga	gavião-preto										X										X	X	X	X		8,33	25,00
Urubitinga coronata	águia-cinzenta	CR	EN.	EN.																		X	X	X		0,00	15,00
Rupornis magnirostris	gavião-carijó						X		X	X	X	X		X			X				X	X	X	X	X	58,33	60,00
Spizaetus melanoleucus	gavião-pato	EN.																			X					0,00	5,00
Spizaetus tyrannus	gavião-pega-macaco	VU																				X		X		0,00	10,00
Spizaetus ornatus	gavião-de-penacho	CR		NT																	X	X				0,00	10,00
Rallidae																											
Gallinula galeata	galinha-d'água					X																X	X	X	X	8,33	25,00
Laterallus leucopyrrhus	sanã-vermelha																				X	X	X			0,00	15,00
Pardirallus maculatus	saracura-carijó																					X				0,00	5,00
Pardirallus nigricans	saracura-sanã																					X		X	X	0,00	15,00
Pardirallus sanguinolentus	saracura-do-banhado																					X	X			0,00	10,00
Porphyriops melanops	frango-d'água-carijó																				X					0,00	5,00
Aramides saracura	saracura-do-mato				X		X		X			X	X	X			X					X	X	X	X	50,00	50,00
Fulica leucoptera	carqueja-de-bico-amarelo																					X	X			0,00	10,00
Charadriidae																											
Vanellus chilensis	quero-quero						X	X	X		X	X					X			X		X		X	X	50,00	50,00
Recurvirostridae																											

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários													Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12		CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Himantopus melanurus	pernilogo-de-costas-brancas																				X	X	X	X	X	0,00	25,00
Scolopacidae																											
Gallinago paraguaiae	narceja																		X			X	X	X	X	0,00	25,00
Gallinago undulata	narcejão																					X				0,00	5,00
Bartramia longicauda	maçarico-do-campo																						X			0,00	5,00
Tringa flavipes	maçarico-de-perna-amarela																					X				0,00	5,00
Tringa melanoleuca	maçarico-grande-de-perna-amarela																				X					0,00	5,00
Tringa solitaria	maçarico-solitário																								X	0,00	5,00
Calidris subruficollis	maçarico-acanelado			NT																			X			0,00	5,00
Calidris fuscicollis	maçarico-de-sobre-branco																			X						0,00	5,00
Jacanidae																											
Jacana jacana	jaçanã					X		X	X	X										X	X	X	X	X	X	33,33	50,00
Columbidae																											
Patagioenas picazuro	asa-branca					X				X		X	X							X	X	X	X	X	X	33,33	50,00
Patagioenas cayennensis	pomba-galera																				X	X	X		X	0,00	20,00
Columbina talpacoti	rolinha-roxa																					X	X		X	0,00	15,00
Columbina squammata	fogo-apagou																					X				0,00	5,00
Columbina picui	rolinha-picui																			X		X		X	X	0,00	20,00
Leptotila rufaxilla	juriti-gemedeira																		X		X					0,00	10,00
Leptotila verreauxi	juriti-pupu								X	X	X			X	X	X	X					X			X	58,33	45,00
Zenaida auriculata	avoante					X			X		X						X				X	X	X	X	X	33,33	45,00
Cuculidae																											

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Piaya cayana	alma-de-gato																				X	X	X	X	0,00	20,00
Coccyzus melacoryphus	papa-lagarta-acanelado																					X		X	0,00	10,00
Coccyzus americanus	papa-lagarta-de-asa-vermelha																			X	X				0,00	10,00
Crotophaga ani	anu-preto																				X	X		X	0,00	15,00
Guira guira	anu-branco							X													X	X		X	8,33	20,00
Tapera naevia	saci																					X		X	0,00	10,00
Tytonidae																										
Tyto furcata	suindara								X		X							X		X	X	X			16,67	30,00
Strigidae																										
Megascops choliba	corujinha-do-mato																			X	X	X		X	0,00	20,00
Megascops sanctaecatarinae	corujinha-do-sul																			X	X	X	X		0,00	20,00
Pulsatrix koeniswaldiana	murucututu-de-barriga-amarela				X																	X			0,00	5,00
Bubo virginianus	jacurutu																				X				0,00	5,00
Strix hylophila	coruja-listrada			NT	X																X	X	X		0,00	15,00
Strix virgata	coruja-do-mato																			X					0,00	5,00
Glaucidium brasilianum	caburé																			X		X			0,00	10,00
Asio flammeus	mocho-dos-banhados	VU																			X	X		X	0,00	15,00
Athene cunicularia	coruja-buraqueira																	X		X	X	X	X	X	0,00	30,00
Nyctibiidae																										
Nyctibius griseus	urutau																	X		X	X	X	X	X	0,00	30,00
Caprimulgidae																										
Lurocalis	tuju																				X	X		X	0,00	15,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EM A	Áreas amostrais - Dados primários													Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A 10	A 11	A 12		CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
semitorquatus																											
Antrostomus sericocaudatus	bacurau-rabo-de-seda																				X					0,00	5,00
Hydropsalis anomala	curiango-do-banhado	EN.		NT																		X	X			0,00	10,00
Hydropsalis longirostris	bacurau-asa-de-telha																				X	X	X	X		0,00	20,00
Hydropsalis torquata	bacurau-tesoura																				X	X	X	X	X	0,00	25,00
Hydropsalis forcipata	bacurau-tesoura-gigante				X																X	X		X	X	0,00	20,00
Podager nacunda	corucão																					X				0,00	5,00
Nyctidromus albicollis	bacurau														X	X			X			X		X	X	16,67	30,00
Apodidae																											
Streptoprocne zonaris	taperuçu-de-coleira-branca																					X	X			0,00	10,00
Streptoprocne biscutata	taperuçu-de-coleira-falha																						X			0,00	5,00
Chaetura meridionalis	andorinhão-de-temporal																					X	X	X		0,00	15,00
Chaetura cinereiventris	andorinhão-de-sobre-cinzento																								X	0,00	5,00
Cypseloides senex	taperuçu-vermelho																				X		X			0,00	10,00
Trochilidae																											
Eupetomena macroura	beija-flor-tesoura																					X		X		0,00	10,00
Florisuga fusca	beija-flor-preto																					X				0,00	5,00
Colibri serrirostris	beija-flor-de-orelha-violeta																					X				0,00	5,00
Anthracothorax nigricollis	beija-flor-de-veste-preta																					X	X		X	0,00	15,00
Amazilia versicolor	beija-flor-de-banda-branca																					X				0,00	5,00
Calliphlox amethystina	estrelinha-ametista																					X				0,00	5,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Chlorostilbon lucidus	besourinho-de-bico-vermelho																	X		X	X	X		X	0,00	25,00
Stephanoxis loddigesii	beija-flor-de-topete				X			X												X	X	X	X	X	8,33	30,00
Leucochloris albicollis	beija-flor-de-papo-branco																			X	X	X	X	X	0,00	25,00
Trogonidae																										
Trogon surrucura	surucuá-variado													X			X			X		X	X	X	16,67	30,00
Trogon rufus	surucuá-de-barriga-amarela																			X					0,00	5,00
Alcedinidae																										
Megaceryle torquata	martim-pescador-grande																	X	X		X	X	X	X	0,00	30,00
Chloroceryle amazona	martim-pescador-verde								X	X		X		X							X	X	X	X	33,33	40,00
Chloroceryle americana	martim-pescador-pequeno								X												X	X		X	8,33	20,00
Bucconidae																										
Nystalus chacuru	joão-bobo																	X	X	X	X	X		X	0,00	30,00
Ramphastidae																										
Ramphastos dicolorus	tucano-de-bico-verde				X										X					X	X	X	X	X	8,33	30,00
Picidae																										
Colaptes melanochloros	pica-pau-verde-barrado																		X		X	X	X	X	0,00	25,00
Colaptes campestris	pica-pau-do-campo					X	X	X		X	X	X				X	X			X	X	X	X	X	66,67	70,00
Picumnus nebulosus	pica-pau-anão-carijó			NT					X		X			X			X			X	X	X	X	X	33,33	45,00
Melanerpes candidus	pica-pau-branco																				X			X	0,00	10,00
Melanerpes flavifrons	benedito-de-testa-amarela																		X	X		X		X	0,00	20,00
Dryocopus lineatus	pica-pau-de-banda-branca					X														X	X	X	X		8,33	25,00
Piculus aurulentus	pica-pau-dourado			NT	X						X					X	X		X	X	X	X			25,00	35,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários													Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12		CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Campephilus robustus	pica-pau-rei				X										X						X	X	X	X	X	8,33	30,00
Veniliornis spilogaster	picapauzinho-verde-carijó					X		X		X	X		X		X	X	X			X		X	X	X	X	66,67	65,00
Cariamidae																											
Cariama cristata	seriema					X	X		X	X			X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	58,33	65,00
Falconidae																											
Caracara plancus	carcará						X	X	X	X			X								X	X	X	X	X	41,67	50,00
Falco femoralis	falcão-de-coleira									X												X	X	X	X	8,33	25,00
Falco sparverius	quiri-quiri						X			X									X		X	X		X	X	16,67	35,00
Micrastur ruficollis	falcão-caburé																				X					0,00	5,00
Micrastur semitorquatus	falcão-relógio																				X	X				0,00	10,00
Milvago chimachima	carrapateiro					X	X		X	X	X	X			X		X			X	X	X	X	X	X	66,67	70,00
Milvago chimango	gavião-pinhé						X	X	X		X								X	X	X	X	X	X	X	33,33	55,00
Psittacidae																											
Psittacara leucophthalmus	periquitão-maracanã																					X		X		0,00	10,00
Pyrrhura frontalis	tiriba					X	X	X		X	X	X	X	X		X	X				X	X	X	X	X	83,33	75,00
Amazona vinacea	papagaio-de-peito-roxo	EN.	VU	EN.	X		X			X		X	X						X	X	X	X	X	X	X	33,33	55,00
Amazona pretrei	papagaio-chão	EN.	VU	VU	X		X	X	X											X	X	X	X	X		25,00	40,00
Myiopsitta monachus	caturrita									X			X								X	X		X		16,67	25,00
Pionus maximiliani	maitaca					X	X	X	X		X	X	X				X		X		X	X	X	X	X	66,67	70,00
Pionopsitta pileata	cuiú-cuiú				X						X	X									X	X	X	X	X	16,67	35,00
Thamnophilidae																											
Drymophila malura	choquinha-carijó				X											X					X		X		X	8,33	20,00
Drymophila rubricollis	trovoada-de-bertoni				X																X					0,00	5,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Batara cinerea	matracão																			X				X	0,00	10,00
Mackenziaena leachii	borralhara-assobiadora				X													X			X	X	X	X	0,00	25,00
Dysithamnus mentalis	choquinha-lisa																			X					0,00	5,00
Thamnophilus caerulescens	choca-da-mata						X		X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	75,00	75,00
Thamnophilus ruficapillus	choca-de-chapéu-vermelho										X						X			X	X	X	X	X	16,67	35,00
Conopophagidae																										
Conopophaga lineata	chupa-dente																				X	X		X	0,00	15,00
Grallariidae																										
Grallaria varia	tovacuçu																			X					0,00	5,00
Hylopezus nattereri	pinto-do-mato				X															X					0,00	5,00
Rhinocryptidae																										
Scytalopus speluncae	tapaculo-preto				X															X					0,00	5,00
Scytalopus iraiensis	macuquinho-da-várzea	EN.	EN.	EN.	X															X					0,00	5,00
Formicariidae																										
Chamaeza campanisona	tovaca-campainha												X							X	X			X	8,33	20,00
Chamaeza ruficauda	tovaca-de-rabo-vermelho				X															X					0,00	5,00
Scleruridae																										
Sclerurus scansor	vira-folha																	X		X		X			0,00	15,00
Dendrocolaptidae																										
Lepidocolaptes falcinellus	arapaçu-escamado-do-sul				X	X	X	X		X	X			X	X			X	X	X	X	X	X	X	58,33	70,00
Sittasomus griseicapillus	arapaçu-verde						X	X	X	X	X		X	X		X		X		X	X	X	X	X	66,67	70,00
Campylorhamphus	arapaçu-de-bico-torto				X															X					0,00	5,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
falcularius																										
Xiphocolaptes albicollis	arapaçu-de-garganta-branca													X							X	X			8,33	15,00
Xiphorhynchus fuscus	arapaçu-rajado														X						X	X			8,33	15,00
Dendrocolaptes platyrostris	arapaçu-grande							X									X			X		X	X	X	16,67	30,00
Furnariidae																										
Cinclodes pabsti	pedreiro	VU		NT																	X	X	X		0,00	15,00
Cranioleuca obsoleta	arredio-oliváceo				X			X			X						X	X	X		X	X	X	X	25,00	45,00
Clibanornis dendrocolaptoides	cisqueiro			NT	X													X		X	X	X	X		0,00	25,00
Heliobletus contaminatus	trepadorzinho					X	X	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X	X		X	83,33	70,00
Leptasthenura setaria	grimpeiro			NT	X	X	X				X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	58,33	65,00
Leptasthenura striolata	grimpeirinho				X		X											X		X	X	X	X		8,33	30,00
Syndactyla rufosuperciliata	trepador-quiete																			X	X	X		X	0,00	20,00
Phacellodomus striaticollis	tio-tio	VU																		X	X	X	X		0,00	20,00
Anumbius annumbi	cochicho																				X	X	X	X	0,00	20,00
Certhiaxis cinnamomeus	curutié																				X			X	0,00	10,00
Synallaxis ruficapilla	pichororé				X		X	X							X			X		X		X		X	25,00	35,00
Synallaxis spixi	joão-teneném							X			X	X				X					X	X	X	X	33,33	40,00
Synallaxis cinerascens	pi-puí								X	X			X		X	X	X			X		X	X	X	50,00	50,00
Limnoctites rectirostris	arredio-do-gravatá	CR		NT																	X				0,00	5,00
Philydor rufum	limpa-folha-de-testa-baia																X	X							8,33	10,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários													Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12		CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Lochmias nematura	joão-porca								X													X	X	X	X	8,33	25,00
Furnarius rufus	joão-de-barro							X	X		X	X		X								X	X	X	X	41,67	45,00
Pipridae																											
Chiroxiphia caudata	tangará				X								X								X	X	X		X	8,33	25,00
Tityridae																											
Schiffornis virescens	flautim																				X				X	0,00	10,00
Tityra cayana	anambé-branco-de-rabo-preto																			X	X	X	X		X	0,00	25,00
Pachyramphus viridis	caneleiro-verde																			X		X	X			0,00	15,00
Pachyramphus validus	caneleiro-de-chapéu-preto																					X				0,00	5,00
Pachyramphus castaneus	caneleiro														X								X		X	8,33	15,00
Pachyramphus polychopterus	caneleiro-preto							X													X		X	X	X	8,33	25,00
Cotingidae																											
Phibarula flavirostris	tesourinha-da-mata	EN.		NT	X																X					0,00	5,00
Procnias nudicollis	araponga			VU	X																			X		0,00	5,00
Platyrinchidae																											
Platyrinchus mystaceus	patinho																				X	X	X			0,00	15,00
Rhynchocyclidae																											
Phylloscartes ventralis	borboletinha-do-mato						X							X		X					X	X	X		X	25,00	35,00
Tolmomyias sulphurescens	bico-chato-de-orelha-preta																		X		X		X	X	X	0,00	25,00
Mionectes rufiventris	abre-asa-de-cabeça-cinza							X															X			8,33	10,00
Hemitriccus obsoletus	catraca																				X	X	X			0,00	15,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários													Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12		CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Poecilotriccus plumbeiceps	tororó						X				X			X	X							X	X	X	X	33,33	40,00
Tyrannidae																											
Euscarthmus meloryphus	barulhento																		X				X			0,00	10,00
Elaenia parvirostris	guaracava-de-bico-curto																					X	X		X	0,00	15,00
Elaenia mesoleuca	tuque																				X	X	X	X	X	0,00	25,00
Elaenia obscura	tucão																		X			X	X			0,00	15,00
Myiopagis caniceps	guaracava-cinzenta																				X	X				0,00	10,00
Myiopagis viridicata	guaracava-de-crista-alaranjada																				X					0,00	5,00
Empidonomus varius	peitica																			X	X	X	X	X	X	0,00	30,00
Knipolegus lophotes	maria-preta					X	X															X	X	X	X	16,67	30,00
Knipolegus cyanirostris	maria-preta-de-bico-azulado									X											X	X	X	X		8,33	25,00
Knipolegus nigerrimus	maria-preta-de-garganta-vermelha																					X		X		0,00	10,00
Hirundinea ferruginea	gibão-de-couro																		X		X	X	X	X	X	0,00	30,00
Camptostoma obsoletum	risadinha																					X	X		X	0,00	15,00
Tyranniscus burmeisteri	piolhinho-chiador																				X					0,00	5,00
Pitangus sulphuratus	bem-te-vi						X	X													X	X	X	X	X	16,67	35,00
Phyllomyias virescens	piolhinho-verdoso				X																X	X	X	X		0,00	20,00
Phyllomyias fasciatus	piolhinho								X												X	X	X			8,33	20,00
Culicivora caudacuta	papa-moscas-do-campo	CR		VU																	X	X	X			0,00	15,00
Polystictus pectoralis	papa-moscas-canela	CR		NT																		X				0,00	5,00
Leptopogon	cabeçudo																X								X	8,33	10,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvalvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvalvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
ameurocephalus																										
Satrapa icterophrys	suiriri-pequeno																		X	X	X	X	X	X	0,00	30,00
Serpophaga nigricans	joão-pobre										X	X						X	X	X	X	X		X	16,67	40,00
Serpophaga subcristata	alegrinho								X							X	X			X	X	X	X	X	25,00	40,00
Legatus leucophaius	bem-te-vi-pirata																			X				X	0,00	10,00
Myiarchus swainsoni	irré																			X	X		X	X	0,00	20,00
Myiarchus ferox	maria-cavaleira																				X				0,00	5,00
Sirystes sibilator	gritador																			X					0,00	5,00
Myiodynastes maculatus	bem-te-vi-rajado																			X	X	X	X	X	0,00	25,00
Megarynchus pitangua	neinei																			X	X			X	0,00	15,00
Tyrannus melancholicus	suiriri																		X		X	X	X	X	0,00	25,00
Tyrannus savana	tesourinha																		X	X	X	X	X	X	0,00	30,00
Myiophobus fasciatus	filipe																			X	X	X		X	0,00	20,00
Pyrocephalus rubinus	príncipe																			X	X	X	X		0,00	20,00
Fluvicola nengeta	lavadeira-mascarada																				X	X			0,00	10,00
Lathrotriccus euleri	enferrujado																			X	X	X	X	X	0,00	25,00
Contopus cinereus	papa-moscas-cinzento																			X					0,00	5,00
Xolmis cinereus	primavera							X												X	X	X	X	X	8,33	30,00
Xolmis irupero	noivinha																					X			0,00	5,00
Xolmis dominicanus	noivinha-de-rabo-preto	EN.	VU	VU																	X	X	X		0,00	15,00
Muscipipra vetula	tesoura-cinzenta				X															X	X	X	X	X	0,00	25,00
Machetornis rixosa	suiriri-cavaleiro					X				X	X	X	X							X	X	X		X	41,67	45,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários													Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12		CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Vireonidae																											
Hylophilus poicilotis	verdinho-coroado				X			X		X		X				X						X	X			33,33	30,00
Vireo chivi	juruviara																				X	X	X	X	X	0,00	25,00
Cyclarhis gujanensis	pitiguari					X			X	X	X	X	X		X		X				X	X	X	X	X	66,67	65,00
Corvidae																											
Cyanocorax caeruleus	gralha-azul				X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	91,67	90,00
Cyanocorax chrysops	gralha-picaça										X	X			X					X	X	X	X	X	X	25,00	45,00
Hirundinidae																											
Progne chalybea	andorinha-grande																			X	X	X	X		X	0,00	25,00
Progne tapera	andorinha-do-campo																					X		X	X	0,00	15,00
Pygochelidon cyanoleuca	andorinha-pequena-de-casa											X									X	X		X	X	8,33	25,00
Stelgidopteryx ruficollis	andorinha-serradora																					X	X	X	X	0,00	20,00
Tachycineta cinereiventris	andorinha-do-rio																								X	0,00	5,00
Tachycineta leucorrhoa	andorinha-de-sobre-branco																					X	X		X	0,00	15,00
Hirundo rustica	andorinha-de-bando																				X					0,00	5,00
Petrochelidon pyrrhonota	andorinha-de-dorso-acanelado																				X		X			0,00	10,00
Troglodytidae																											
Troglodytes musculus	corruíra					X		X	X	X	X	X		X	X	X	X					X	X	X	X	83,33	70,00
Polioptilidae																											
Polioptila lactea	balança-rabo-leitoso	VU			X																X					0,00	5,00
Turdidae																											
Catharus fuscescens	sabiá-norte-americano																				X					0,00	5,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários													Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12		CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Turdus flavipes	sabiá-uma																				X	X		X		0,00	15,00
Turdus rufiventris	sabiá-laranjeira						X		X		X	X	X	X	X		X				X	X	X	X	X	66,67	65,00
Turdus subalaris	sabiá-ferreiro																		X	X	X	X	X		X	0,00	30,00
Turdus amaurochalinus	sabiá-poca																					X	X		X	0,00	15,00
Turdus albicollis	sabiá-coleira																		X				X			0,00	10,00
Turdus leucomelas	sabiá-barranco													X								X	X		X	8,33	20,00
Mimidae																											
Mimus saturninus	sabiá-do-campo								X		X					X			X		X	X		X	X	25,00	40,00
Mimus triurus	calhandra-de-três-rabos																				X		X			0,00	10,00
Motacillidae																											
Anthus hellmayri	caminheiro-de-barriga-acanelada																					X	X			0,00	10,00
Anthus nattereri	caminheiro-grande	EN.	VU	VU																			X			0,00	5,00
Anthus lutescens	caminheiro-zumbidor																				X		X		X	0,00	15,00
Passerelidae																											
Ammodramus humeralis	tico-tico-do-campo									X										X	X	X	X	X	X	8,33	35,00
Zonotrichia capensis	tico-tico					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	100,00	90,00
Parulidae																											
Basileuterus culicivorus	pula-pula							X		X	X	X	X		X	X						X	X	X	X	58,33	55,00
Geothlypis aequinoctialis	pia-cobra																			X		X	X	X	X	0,00	25,00
Myiothlypis leucoblephara	pula-pula-assobiador					X	X	X	X	X	X		X		X	X	X				X	X	X		X	83,33	70,00
Setophaga pitiayumi	mariquita					X		X			X	X	X	X			X			X	X	X	X		X	58,33	60,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Icteridae																										
Pseudoleistes guirahujo	chopim-do-brejo						X		X		X					X			X	X	X	X	X	X	33,33	50,00
Xanthopsar flavus	veste-amarela	CR		VU														X		X	X	X	X	X	0,00	30,00
Cacicus chrysopterus	tecelão					X	X		X	X	X					X	X			X	X	X	X	X	58,33	60,00
Cacicus haemorrhous	guaxe																							X	0,00	5,00
Gnorimopsar chopi	pássaro-preto										X							X		X	X	X	X	X	8,33	35,00
Chrysomus ruficapillus	garibaldi																				X				0,00	5,00
Molothrus bonariensis	chopim																		X		X	X	X	X	0,00	25,00
Molothrus rufoaxillaris	chopim-azeviche																	X		X	X	X			0,00	20,00
Sturnella superciliaris	polícia-inglesa-do-sul																				X	X			0,00	10,00
Agelaioides badius	asa-de-telha								X										X		X	X		X	8,33	25,00
Thraupidae																										
Pyrrhocoma ruficeps	cabecinha-castanha							X												X	X	X			8,33	20,00
Coryphospingus cucullatus	tico-tico-rei																	X			X			X	0,00	15,00
Donacospiza albifrons	tico-tico-do-banhado																	X		X	X	X	X	X	0,00	30,00
Hemithraupis guira	saíra-de-papo-preto																X			X		X		X	8,33	20,00
Embernagra platensis	sabiá-do-banhado										X	X							X	X	X	X	X	X	16,67	40,00
Emberizoides ypiranganus	canário-do-brejo																		X		X	X	X		0,00	20,00
Stephanophorus diadematus	sanhaço-frade						X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	66,67	75,00
Poospiza nigrorufa	quem-te-vestiu								X									X	X	X	X	X	X		8,33	35,00
Poospiza thoracica	peito-pinhão				X													X					X		0,00	10,00
Microspingus cabanisi	quete-do-sul					X		X	X	X	X	X		X		X	X				X	X	X	X	75,00	65,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Pipraeidea melanonota	saíra-viúva												X			X			X		X	X	X	X	16,67	35,00
Pipraeidea bonariensis	sanhaço-papa-laranja																X		X	X	X	X	X	X	8,33	35,00
Tachyphonus coronatus	tiê-preto				X						X						X				X	X	X	X	16,67	30,00
Tangara sayaca	sanhaço-cinzento																				X	X		X	0,00	15,00
Tangara preciosa	saíra-preciosa						X				X			X			X			X	X	X	X		33,33	40,00
Conirostrum speciosum	figuinha-de-rabo-castanho																				X				0,00	5,00
Tersina viridis	saí-andorinha																		X	X	X	X	X	X	0,00	30,00
Coereba flaveola	cambacica																					X			0,00	5,00
Saltator similis	trinca-ferro							X	X				X					X			X	X		X	25,00	35,00
Saltator maxillosus	bico-grosso				X									X							X	X	X		8,33	20,00
Sicalis citrina	canário-rasteiro																				X				0,00	5,00
Sicalis flaveola	canário-da-terra						X	X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	66,67	75,00
Sicalis luteola	tipio																			X	X	X			0,00	15,00
Haplospiza unicolor	cigarra-bambu				X															X	X			X	0,00	15,00
Sporophila beltoni	patativa-tropeira		VU	VU																	X	X			0,00	10,00
Sporophila caerulescens	coleirinho																		X	X	X	X	X	X	0,00	30,00
Sporophila hypoxantha	caboclinho-de-barriga-vermelha	VU	VU															X		X	X	X			0,00	20,00
Sporophila melanogaster	caboclinho-de-barriga-preta	VU	VU	NT																X	X	X	X		0,00	20,00
Volatinia jacarina	tiziu																		X	X	X	X		X	0,00	25,00
Cardinalidae																										
Piranga flava	sanhaço-de-fogo																			X	X	X	X		0,00	20,00

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvalvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvalvergestaoambiental

Táxon	Nome popular	Ameaça de extinção			EMA	Áreas amostrais - Dados primários													Dados secundários							Constância (%)	
		SC	BR	IU		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12		CN	SJC	CBS	L	CA	PA	UG	Pri	Int
Amaurospiza moesta	negrinho-do-mato																				X		X			0,00	10,00
Cyanoloxia sp.													X													8,33	5,00
Cyanoloxia glaucocaerulea	azulinho																			X	X	X	X	X	X	0,00	25,00
Cyanoloxia brissonii	azulão													X					X	X	X		X		X	8,33	30,00
Fringillidae																											
Chlorophonia cyanea	gaturamo-bandeira																					X				0,00	5,00
Euphonia chalybea	cais-cais			NT	X																X					0,00	5,00
Euphonia cyanocephala	gaturamo-rei																				X					0,00	5,00
Spinus magellanicus	pintassilgo								X			X					X		X	X		X	X	X	X	25,00	45,00
Estrildidae																											
Estrilda astrild	bico-de-lacre																					X				0,00	5,00
Passeridae																											
Passer domesticus	pardal																					X	X	X	X	0,00	20,00

SC – nível de ameaça de extinção no estado de Santa Catarina; BR – nível de ameaça de extinção no Brasil; IU – nível de ameaça de extinção em nível global, conforme IUCN; EMA – endemimos do bioma da Mata Atlântica; CN – município de Cerro Negro, SJC – município de São José do Cerrito, CBS – município de Campo Belo do Sul, L – município de Lages, CA – município de Capão Alto, Pa – município de Painel, UG – UHE Garibaldi; Pri – constância em percentual dos dados primários; Int – constância em percentual dos dados integralizados.

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.2.1.5 Relatório Fotográfico

Figura 84 - *Agelaioides badius.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 85 - *Amazona vinacea.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 86 - *Amazonetta brasiliensis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 87 - *Aramides saracura.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 88 - *Ardea alba.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 89 - *Ardea cocoi.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 90 - *Bubulcus ibis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 91 - *Cacicus chrysopterus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 92 - *Campephilus robustus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 93 - *Caracara plancus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 94 - *Cariama cristata.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 95 - *Cathartes aura.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 96 - *Chloroceryle amazona.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 97 - *Chloroceryle americana.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 98 - *Colaptes campestris.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 99 - *Coragyps atratus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 100 - *Cyanocorax caeruleus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 101 - *Dendrocolaptes platyrostris.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 102 -. *Donacospiza albifrons.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 103 - *Dryocopus lineatus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 104 -. *Egretta thula.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 105 - *Elanus leucurus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 106 -. *Embernagra platensis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 107 -. *Falco femoralis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 108 - *Falco sparverius.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 109 - *Furnarius rufus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 110 - *Gallinula galeata.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 111 - *Geranoaetus melanoleucus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 112 - *Guira guira.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 113 - *Heliobletus contaminatus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 114 - *Jacana jacana.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 115 - *Knipolegus cyanirostris.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 116 - *Lepidocolaptes falcinellus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 117 - *Leptasthenura setaria.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 118 - *Leptopogon amaurocephalus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 119 - *Mesembrinibis cayennensis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 120 - *Milvago chimango.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 121 -. *Mimus saturninus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 122 - *Myiopsitta monachus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 123 - *Nyctidromus albicollis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 124 - *Parabuteo leucorrhous.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 125 - *Patagioenas picazuro.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 126 - *Penelope obscura.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 127 - *Philydor rufum.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 128 - *Phimosus infuscatus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 129 - *Picumnus nebulosus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 130 - *Pionus maximiliani.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 131 - *Pipraeidea bonariensis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 132 - *Pipraeidea melanonota.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 133 - *Pitangus sulphuratus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 134 - *Podilymbus podiceps.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 135 - *Poospiza nigrorufa.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 136 - *Pseudoleistes guirahujo.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 137 - *Pygochelidon cyanoleuca.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 138 - *Pyrrhocoma ruficeps.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 139 - *Pyrrhura frontalis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 140 - *Saltator similis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 141 - *Setophaga pitiayumi.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 142 - *Stephanoxis loddigesi.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 143 - *Syrigma sibilatrix.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 144 - *Tangara preciosa.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 145 - *Thamnophilus ruficapillus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 146 - *Theristicus caudatus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 147 - *Troglodytes musculus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 148 - *Trogon surrucura.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 149 - *Turdus rufiventris.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 150 - *Tyto furcata.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 151 - *Veniliornis spilogaster.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 152 - *Xiphocolaptes albicollis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 153 - *Xolmis cinereus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 154 - *Zenaida auriculata.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 155 - *Zonotrichia capesis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

7.2.2 Herpetofauna

7.2.2.1 Introdução

No Brasil, a riqueza real da herpetofauna, que compreende os anfíbios e répteis, ainda não é completamente conhecida. Atualmente, são reconhecidas com ocorrência no país 1080 espécies de anfíbios (Segalla et al., 2016) e 842 de répteis (Costa & Bérnilis, 2018). Essa elevada riqueza tem sido atribuída a heterogeneidade de paisagens do bioma, criada a partir de um mosaico de habitats horizontalmente contrastantes no espaço que disponibilizam um alto número de recursos para as espécies (Colli et al., 2002; Nogueira et al., 2009) e resultam em uma elevada taxa de endemismo (Machado et al., 2004), que pode atingir 20% para répteis (Klink & Machado, 2005) e ultrapassar 50% para anfíbios (Valdujo et al., 2012).

A Mata Atlântica é um bioma particularmente rico em espécies de anfíbios e répteis pois comporta uma elevada diversidade de hábitats e micro-hábitats, favorecendo o número de espécies especialistas em determinado tipo de ambiente e, consequentemente, o número de endemismos (Haddad 1998, Marques et al. 1998). Por abrigar alta diversidade biológica, grande número de espécies endêmicas e sofrer severamente os efeitos da perda de hábitat e modificação de seus remanescentes, o bioma é considerado um hotspot prioritário para a conservação (Myers et al. 2000). Reduzido de forma significativo, a Mata Atlântica atualmente apresenta-se sob a forma de fragmentos descontínuos, como resultado de processos históricos de uso e ocupação do solo (Ribeiro et al., 2009).

A herpetofauna representa um dos grupos animais usualmente considerados em programas de levantamento e monitoramento faunístico, uma vez que são animais muito sensíveis a ações antrópicas (Phillips, 1990; Souza et al., 2008), com dificuldades de adaptação e sobrevivência em ambientes alterados, como pastos, plantações de diversos tipos e até em florestas monoespecíficas (Martins & Oliveira, 1999). Dessa forma a herpetofauna é reconhecida como um importante bioindicador, pois os mesmos possuem características fisiológicas que os tornam bastantes sensíveis às mudanças ambientais (Queiros et al., 2010).

O diagnóstico desse grupo permite identificar tendências ou mudanças que possam ser associadas a modificações extrínsecas ao ambiente estudado. Neste contexto, o monitoramento ambiental da herpetofauna representa uma ferramenta de controle e avaliação, sendo importante na detecção de alterações ambientais de curto e longo prazos, permitindo assim o planejamento de ações para manejo e recuperação dos possíveis danos.

7.2.2.2 Materiais e Métodos

Os dados de herpetofauna foram obtidos de forma primária por meio de observações para registros visuais e auditivos em 12 pontos amostrais distribuídos ao longo do rio Caveiras, conforme apresentado anteriormente. Esse grupo foi avaliado de forma qualitativa, por meio de transecções próximas as margens do curso hídrico estudado. As buscas não permaneceram centralizadas apenas nas transecções, pois diferentes espécies respondem de maneira distinta na utilização do espaço. Para tal foram realizadas buscas em áreas que possuam as seguintes características: locais com poças, lagoas, riachos e corpos d'água aliados a matas de melhor grau de conservação; isto, devido à preferência deste grupo a ambientes com estas características e a possibilidade de uma amostragem fidedigna. Ressalta-se que não empregado métodos para captura/aprisionamento dos indivíduos desse grupo, de acordo com os procedimentos metodológicos descritos na sequência. Para espécies com semelhanças taxonômicas entre os indivíduos do mesmo gênero, as características taxonômicas necessárias foram mensuradas *in loco* e o exemplar liberado no mesmo local de captura.

Busca Ativa: Metodologia onde foram amostrados os indivíduos encontrados durante atividades de procura (transecções), sendo percorridos dois transectos em cada área amostral, um para cada margem e/ou identificados através de suas vocalizações. Os transectos foram percorridos durante dois dias por campanha, nos períodos de pico de calor e ao crepúsculo. Cada transecto possui aproximadamente 1000m.

Vestígios: Para esta técnica de amostragem foram coletados e analisados sinais que possam ter sido deixados por espécies de anfíbios. Os vestígios são

compostos predominantemente pelos caracteres reprodutivos, tais como desovas e girinos;

Registro de Animais Mortos: Os transectos foram percorridos em varredura na procura por animais mortos. Também durante o deslocamento entre os diferentes pontos amostrais foi observada a ocorrência de animais mortos nas vias de acesso utilizadas.

Pontos de escuta: este método consiste em procurar sítios reprodutivos das espécies, tais como lagos, banhados e córregos, em que o pesquisador permaneceu no local registrando todas as espécies que realizam atividades de vocalização. Em cada ponto foram realizadas gravações por um período de 10 minutos

Procura limitada por tempo - PLT: consiste na demarcação prévia de transecções na área de estudo que foram percorridas ao longo de um tempo definido (2 horas) procurando registrar todas as espécies visualizadas ou ouvidas.

Figura 156- Busca ativa de exemplares de herpetofauna.



Figura 157- Busca ativa de exemplares de herpetofauna.



Figura 158- Busca ativa de exemplares de herpetofauna.



Figura 159- Gravações da vocalização de anfíbios.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Para o cagado-rajado, *Phrynops williamsi* considerada vulnerável de extinção em Santa Catarina e presente no Plano de Ação Nacional para Conservação da Herpetofauna Sul, a avaliação foi realizada ao longo das mesmas áreas amostrais anteriormente apontadas. Conforme registros da espécie realizados no rio do Peixe e no rio Chapecó, P. *williamsi* ocorre principalmente em trechos de rio em que há correnteza nas águas, com presença de rochas que se sobressaem na água, formando locais propícios para a termorregulação, com ausência desta espécie em locais de remanso do rio e em trechos com lodo em seu fundo (SPIER et al., 2012; SPIER et al., 2014). Além disto, conforme ressaltado em Spier et al. (2012) e Spier et al. (2014), a espécie pode correr risco de extinções locais devido a desmatamentos, poluição e implantação de empreendimentos hidrelétricos que culminam em alterações de trechos de rio de ambientes lóticos de fundo rochoso para ambientes lênticos e lodosos.

A busca por indivíduos se deu por meio de observação e contagem durante o tempo de duas horas/ponto de observação. Realizou-se também a procura por áreas de nidificação, georreferenciando os mesmos para determinações quanto a área de vida da espécie.

Ademais, para obtenção de dados secundários, foram considerados os registros originários da lista de espécies da UHE Garibaldi, além de banco de dados de coleções científicas disponibilizado no site SpeciesLink, sendo: Coleção de

Anfíbios do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, MCP; Coleção de Répteis do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, MCP; Coleção de Anfíbios do Centro de Coleções Taxonômicas da UFMG (UFMG-AMP); Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard (FNJV) e Coleção de Anfíbios do Museu de Zoologia da UNICAMP (ZUEC-AMP).

A análise dos dados incluiu a lista de espécies de herpetofauna com a respectiva caracterização de ocorrência. Além disso, foram elencadas as espécies com algum grau de ameaça de extinção, baseando-se na Lista das Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção em Santa Catarina (CONSEMA, 2011), Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014) e consultas ao site da IUCN - International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2018).

Os dados também foram analisados por meio de curva de rarefação de espécies. As curvas de acumulação de espécies (curvas do coletor) permitem avaliar o quanto um estudo se aproxima de capturar todas as espécies do local. Quando a curva estabiliza, ou seja, nenhuma espécie nova é adicionada, significa que a riqueza total foi obtida. Complementarmente, foi realizada a estimativa de riqueza para a área de estudo, por meio da análise de rarefação do estimador Jackknife de 2ª ordem.

Ademais, foi realizada análise de agrupamento usando algoritmo UPGMA e distância do índice de similaridade de Jaccard para comparar a composição de espécies entre as áreas amostrais e análise NMDS para comparação dos primários e secundários. Considerando todos os dados levantados (primários e secundários), foi também calculada a constância das espécies, consistindo na razão entre o número de municípios em que a espécie foi registrada pelo número total de municípios de abrangência do rio Caveiras, em valor percentual, considerando:

⇒ Espécie constante: presente em mais de 50% das áreas amostrais;

⇒ Espécie acessória: presente em 25% e 50% das áreas amostrais;

⇒ Espécie acidental: presente em menos de 25% das áreas amostrais.

7.2.2.3 Resultados e Discussão

A partir do levantamento de campo realizado ao longo do rio Caveiras, um total de 13 espécies de herpetofauna foram registradas, dos quais, 12 eram anfíbios e um réptil. Considerando estudos anteriormente realizados para áreas próximas a este rio, em conjunto aos dados primários, um total de 69 espécies de herpetofauna foram registradas para esta bacia hidrográfica, sendo 36 espécies de anfíbios e 23 de répteis. É possível inferir, que, quando comparado a outras bacias próximas, tais como a do Rio do Peixe onde foram registradas 16 espécies de anfíbios e seis de répteis (ZAGO & GUZZI, 2008, SPIER & GUZZI, 2008), a riqueza de espécies encontrada para o rio Caveiras é considerada elevada.

Entre todos os registros, 12% (s = 8) possuem algum grau quanto a ameaça de extinção, enquanto que 19% (s = 11) são consideradas endêmicas do Brasil. As espécies ameaçadas são *Limnomedusa macroglossa*, em perigo (EN) de extinção em Santa Catarina; *Proceratophrys bigibbosa* quase ameaçada (NT) em nível global (IUCN); *Hypsiboas marginatus* vulnerável de extinção (VU) em Santa Catarina; *Hypsiboas semiguttatus* em perigo de extinção para o estado catarinense e no Brasil; *Vitreorana uranoscopa* vulnerável de extinção (VU) em Santa Catarina; *Phrynops williamsi* vulnerável de extinção em Santa Catarina e em nível global; *Acanthochelys spixii* quase ameaçada de extinção (NT) em nível global e *Contomastix vacariensis* em perigo de extinção em Santa Catarina e vulnerável no Brasil. Destas, apenas *P. williamsi* foi registrada por meio de levantamentos *in loco* para este estudo, nas áreas 6 e 10.

O “cágado-rajado” *Phrynops williamsi*, foi registrado também na área da atual UHE Garibaldi em sua fase pré-instalação. Os dados, mesmo que superficiais, indicam que *Phrynops williamsi* está presente na porção baixa e média do rio Caveiras, possivelmente afastando-se do trecho alto em virtude das históricas temperaturas baixas do ambiente, uma vez que este intervalo se encontra na região serrana. Por se tratar de uma espécie ameaçada, e com necessidade de ambientes que lhe proporcione condições estruturais para o cumprimento de seu ciclo de vida, alterações ambientais podem acarretar prejuízos a sua manutenção ao longo do rio

Caveiras. A alteração ocasionada pela implantação de empreendimentos hidrelétricos, proporciona a perda de habitats, especialmente de áreas para sua termorregulação. Além disso, há possibilidade de as mesmas sofrerem quedas ao subirem nas soleiras dos barramentos para termorregular, o que em muitas vezes, causa a morte dos indivíduos.

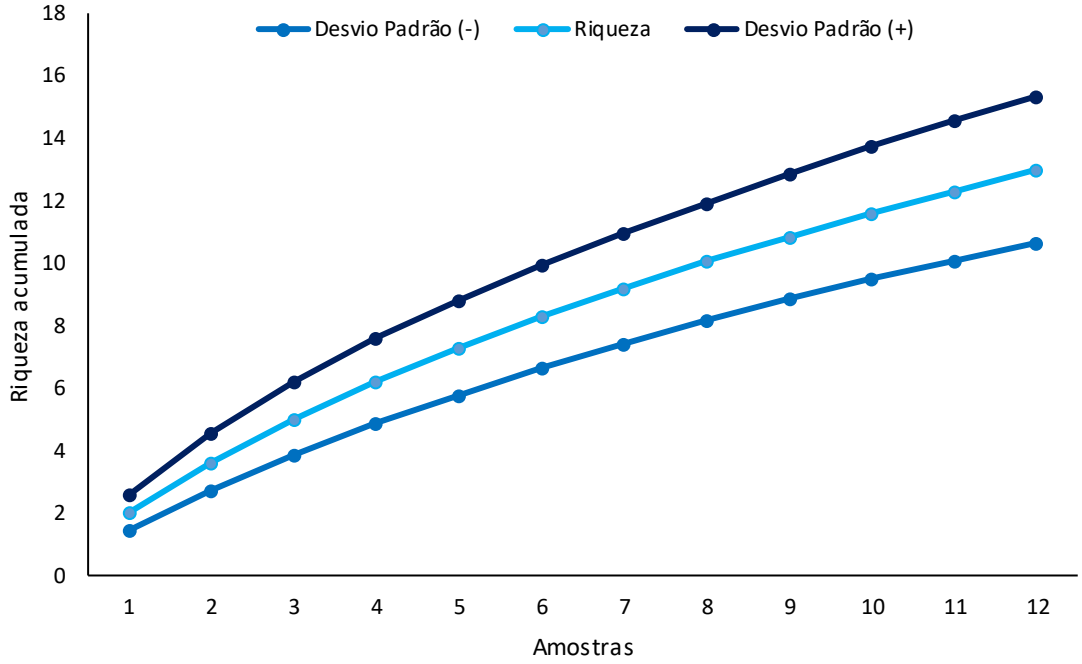
Apesar do pequeno conhecimento quanto a utilização de áreas florestais para o deslocamento da espécie, a manutenção de matas ciliares, pode proporcionas condições seguras a seu deslocamento, garantindo a variabilidade genética das populações e a permanência da mesma no ambiente, além de serem utilizados para a desova e nidificação, pois as mesmas procuram por locais seguros, normalmente longe das margens. Contudo, o avanço agrícola e agropecuário, vem causando gradativa redução destes ambientes. Ademais, passagens semelhantes a sistemas de transposição de peixes, ligando trechos de jusante e montante, podem facilitar seu deslocamento, além de beneficiar a biota aquática em geral (peixes, macroinvertebrados).

Dentre as espécies registradas, *Lithobates catesbeianus* (rã-touro) foi a única considerada exótica. Está espécie é caracterizada como um predador generalista, atacando prontamente quase todos os animais menores, inclusive indivíduos da própria espécie (Bury & Whelan, 1984). Adapta-se facilmente ao longo de áreas alagáveis, banhados, riachos e encostas de rios. Este cenário contribui para torná-la espécie dominante nos habitats que ocupa (Bury & Whelan, 1984). Devido à sua alta plasticidade ambiental e fecundidade, e principalmente a seus hábitos alimentares, *L. catesbeianus* é considerada uma das 100 piores espécies invasoras no mundo atual (Lowe et al., 2000), e por tal motivo, deve-se dar atenção especial a mesma em futuros estudos ao longo do rio Caveiras, a fim de evidenciar possíveis desequilíbrios ambientais ocasionados pelo crescimento descontrolado de suas populações.

A curva de suficiência amostral projetada para os dados levantados nas áreas amostrais ao longo do rio Caveiras, permaneceu em ascendência, indicando que um maior número de espécies provavelmente ocupe o ambiente. Tal perspectiva é corroborada pelo resultado alcançado através do estimador de riqueza de Jackknife

de segunda ordem, o qual projeta uma riqueza local de 24,72 espécies. Ademais, quando considerado os dados secundários, a riqueza supera de maneira significativa a projeção acima mencionada, uma vez que a riqueza é de 69 espécies. Este cenário indica que o ambiente possivelmente apresente condições estruturais e ecológicas para a manutenção de diferentes populações que ocupam distintos habitats, como áreas alagadas, interior de mata, sob árvores ou dentro do rio Caveiras propriamente dito.

Figura 160 - Curva de suficiência amostral do levantamento de herpetofauna (dados primários).

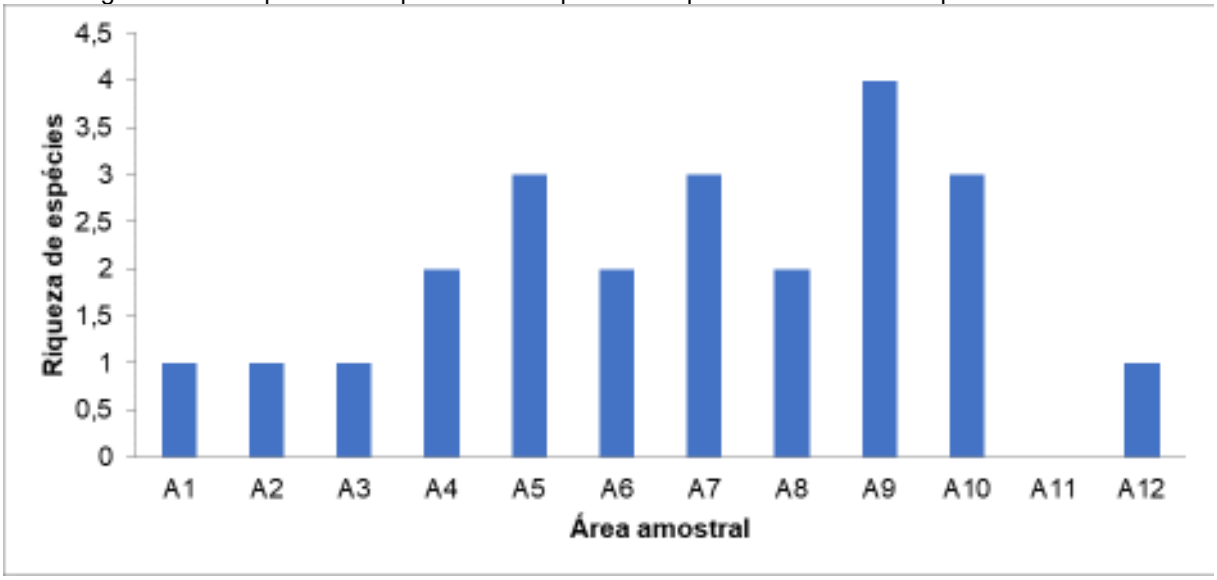


Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Considerando os dados primários, a maior riqueza de espécies foi registrada na área 9 (s = 4). Quanto a composição de espécies entre as distintas áreas amostrais, a herpetofauna variou de maneira significativa, porém, através da análise de similaridade, é possível observar a formação de dois agrupamentos principais. Um grupo foi formado pelas áreas 3, 8, 9 e 10; e outro grupo pelas áreas 1, 4, 5 e 6 (coeficiente de correlação cofenética = 0,86). Ademais, a semelhança entre as áreas 4 e 5 foram superiores a 60%, o que de acordo com Magurran (2004), é ecologicamente significativo. Tal similaridade se deve principalmente pela presença

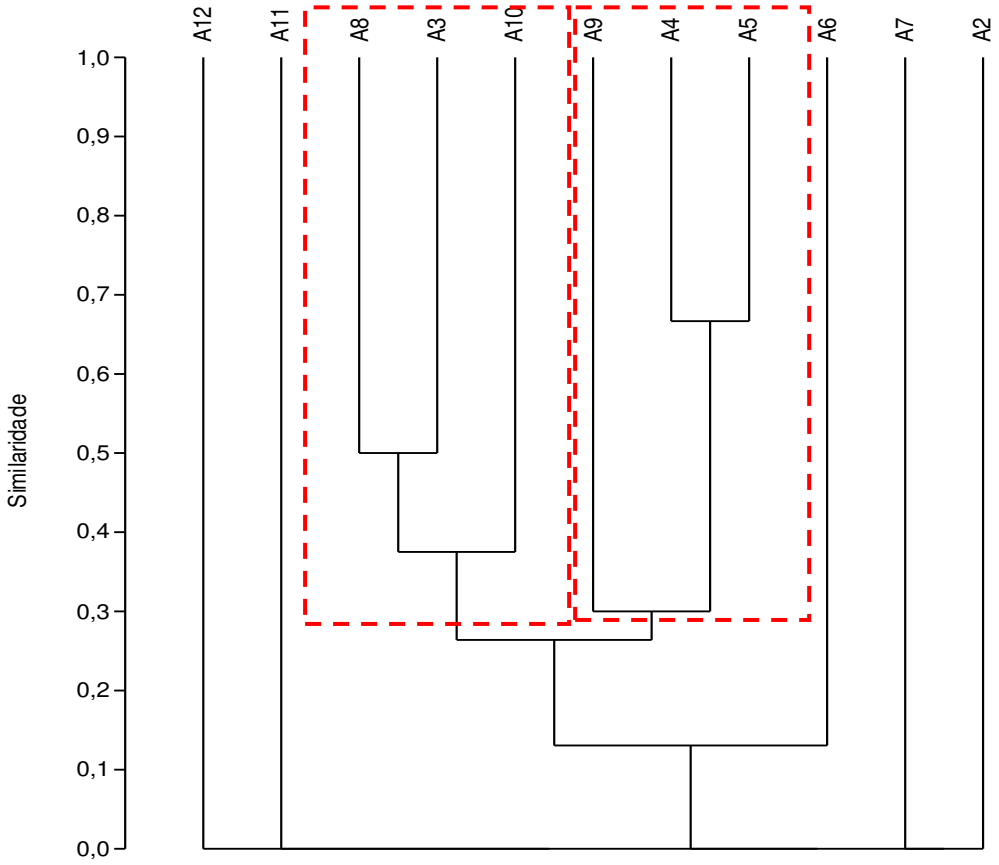
de *Hypsiboas leptolineatus* e *Rhinella icterica* em ambos os ambientes. As demais áreas não apresentaram similaridade, resultado da baixa riqueza registrada.

Figura 161 - Riqueza de espécies de herpetofauna por área amostral do presente estudo.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

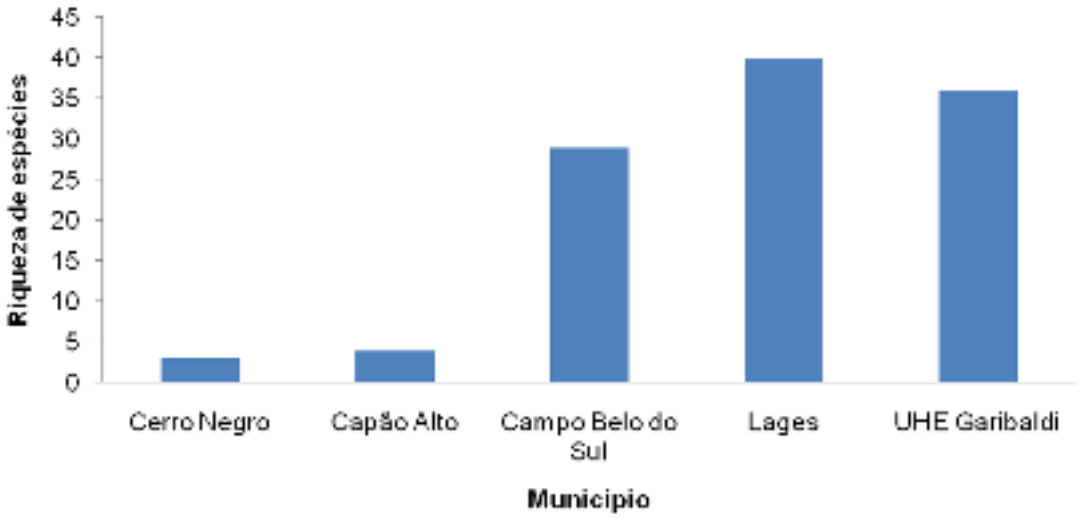
Figura 162 - Análise de agrupamento da composição de espécies de herpetofauna nas diferentes áreas amostrais para obtenção de dados primários na bacia hidrográfica do rio Caveiras, usando algoritmo UPGMA e distância de Jaccard (ccc = 0,86).



* Polígonos vermelhos indicam os agrupamentos formados.
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

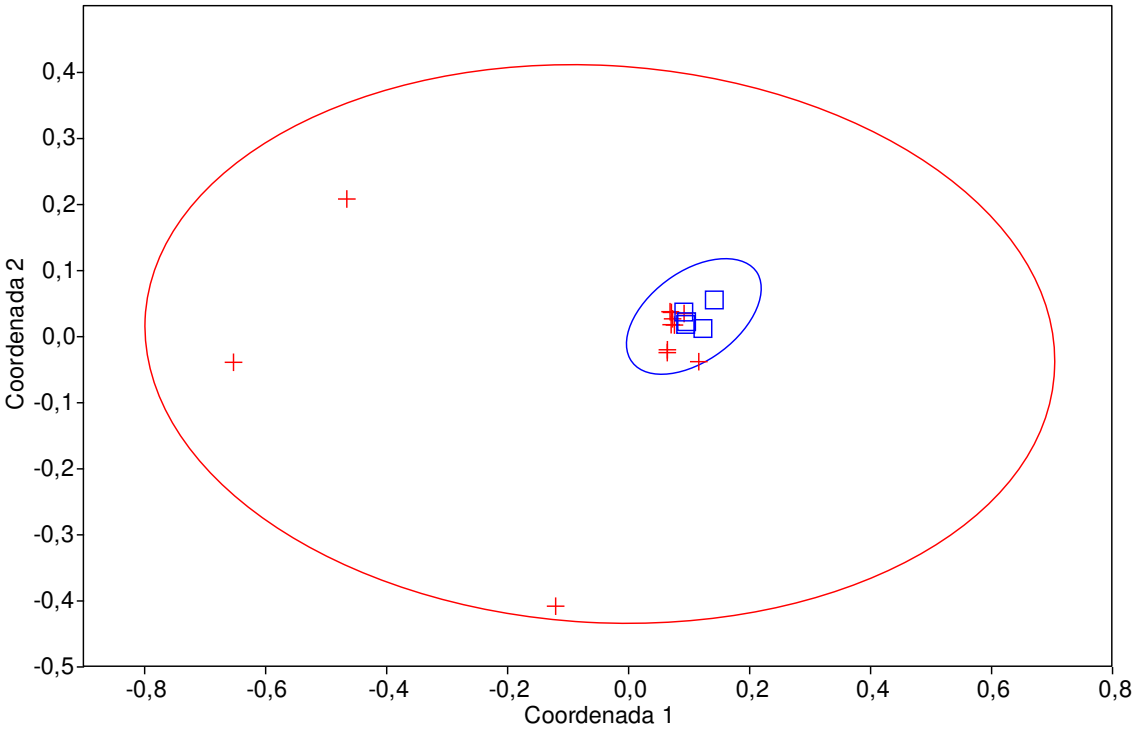
Foram encontrados registros de herpetofauna em quatro municípios da bacia hidrográfica. Destes, a maior riqueza foi registrada em Lages (s = 40), no levantamento para o EIA/RIMA da UHE Garibaldi (s = 36) e Campo Belo do Sul (s = 29). Esses dados secundários foram similares aos registrados de forma primária em campo, conforme indicou a análise NDMS, com a sobreposição de ambos os dados (stress = 0,41). Este cenário indica que os dados apresentam características exploratórias semelhantes, mesmo sendo realizados por pesquisadores e períodos distintos, assegurando a confiabilidade dos dados e resultados apresentados.

Figura 163 - Riqueza de espécies de herpetofauna nos municípios com registros desse grupo faunístico na bacia hidrográfica do rio Caveiras e na UHE Garibaldi, Santa Catarina, Brasil.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 164 - Análise NMDS da composição de espécies de herpetofauna registradas entre os dados primários e secundários na bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil (stress = 0,41).

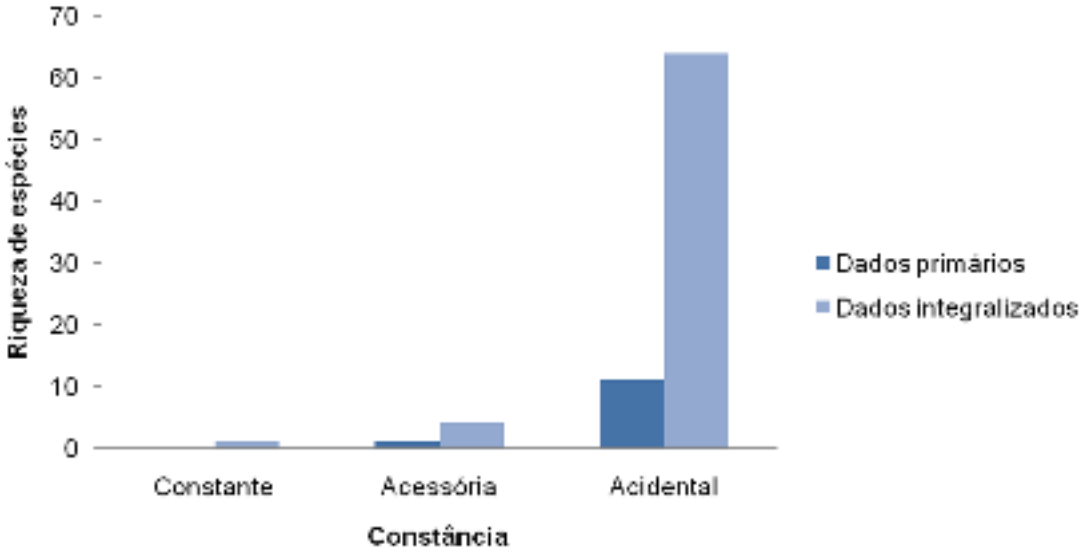


*Polígonos vermelhos – dados primários; polígonos azuis – dados secundários.
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Considerando apenas os dados primários, nenhuma espécie foi classificada como constante, ou seja, registrada em mais de 50% das áreas amostrais. No

entanto, duas foram consideradas acessórias, *Hypsiboas leptolineatus* e *Rhinella icterica*, enquanto as demais como acidentais. Por outro lado, quando integralizados os dados primários e secundários, *Rhinella icterica* foi considerada constante, *Hypsiboas leptolineatus*, *Hypsiboas bischoffi*, *Dendropsophus minutus*, *Leptodactylus latrans* acessórias. As demais foram classificadas como acidentais, configurando um padrão registrado em outros locais do Brasil, em que mais de 90% das espécies de herpetofauna podem ser consideradas como acidentais (Barbosa et al., 2018).

Figura 165 - Constância da herpetofauna registrada na bacia hidrográfica do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.2.2.4 Considerações Finais

As áreas marginais ao longo do rio Caveiras, apresentaram riqueza representativa de espécie da herpetofauna, com presença de espécies com algum grau de ameaça de extinção. Aparentemente, o ambiente apresenta condições de suporte para a manutenção de populações distintas coexistirem, com quantidade de recursos e sítios para reprodução. Integralizando dados primários e secundários, a riqueza ultrapassa significativamente outros estudos semelhantes, corroborando quanto a importância dos ambientes avaliados na manutenção deste grupo, formado por anfíbios e répteis.

A presença do “cágado-rajado” *Phrynops williamsi* na área amostral A6, indicam que a espécie aparentemente tem encontrado condições de conclusão de seu ciclo ecológico no trecho médio do rio Caveiras. Todavia, a crescente pressão externa, com expansão da agricultura, pecuária e silvicultura, além da implantação de empreendimentos hidrelétricos, vem ao longo das últimas décadas, alterando e restringindo sua área de vida. Além disso, a liberação descontrolada de efluentes não tratados em municípios próximos ao rio Caveiras, vem elevando os riscos quanto a manutenção da espécie.

Assim, avaliações futuras ao longo do rio Caveiras, devem contemplar estudos específicos a esta espécie, assim como, em processos licenciatórios, propor medidas para mitigação de impactos as populações existentes, tais como diques próximo as margens de reservatórios para proporcionar locais para termorregulação da espécie, sistemas que permitam ou facilitem seu acesso entre trechos de jusante e montante de barramentos, similares a escadas de peixe, além de dispositivos na parede externa dos barramentos que evitem quedas de grandes alturas a exemplares que por ventura subam na soleira para termorregular.

Tabela 112 - Lista das espécies de herpetofauna registradas para a bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil.

Família	Espécie	Ameaça			EB	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários					Constância (%)	
		SC	BR	IU		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A 10	A 11	A 12	C N	C A	CB S	L A	U G	Pri	Int
BRACHYCEPHALIDAE	*Ischnocnema cf. henselii*																X						8,33	5,88
	Ischnocnema henselii																			X			0	5,88
	Ischnocnema guentheri				X															X			0	5,88
ALSODIDAE	*Limnomedusa macroglossa*	EN																			X		0	5,88
LEPTODACTYLIDAE	*Leptodactylus latrans*									X				X						X	X	1	16,7	29,41
	Leptodactylus plaumanni																			X	X	1	0	17,65
	Leptodactylus mystacinus																					1	0	5,88
	Physalaemus cuvieri																		X	X	X	1	0	23,53
	Physalaemus gracilis											X									X	1	8,33	17,65
MICROHYLIDAE	*Elachistocleis bicolor*																				X	1	0	11,76
ODONTOPHRYNIDAE	*Odontophrynus americanus*																			X	X	1	0	17,65
	Proceratophrys bigibbosa			NT																X			0	5,88
HYLIDAE	*Aplastodiscus perviridis*																			X	X	1	0	17,65
	Dendropsophus minutus													X					X	X	X	1	8,33	29,41

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Família	Espécie	Ameaça			EB	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários					Constância (%)	
		SC	BR	IU		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A 10	A 11	A 12	C N	C A	CB S	L A	U G	Pri	Int
	Dendropsophus nahdereri				X							X								X			8,33	11,76
	Dendropsophus sanborni																			X	X		0	11,76
	Scinax aromothyella																			X			0	5,88
	Scinax gr. *catharinae*				X		X																8,33	5,88
	Scinax fuscovarius														X					X	X	X	8,33	23,53
	Scinax granulatus																			X	X		0	11,76
	Scinax perereca											X								X		X	8,33	17,65
	Scinax squalirostris																			X		X	0	11,76
	Scinax uruguayus																				X		0	5,88
	Hypsiboas bischoffi												X		X					X	X	X	16,7	29,41
	Hypsiboas faber																			X		X	0	11,76
	Hypsiboas leptolineatus				X	X			X	X	X									X	X	X	33,3	41,18
	Hypsiboas marginatus	VU			X															X			0	5,88
	Hypsiboas prasinus				X															X	X		0	11,76
	Hypsiboas pulchellus																				X		0	5,88
	Hypsiboas semiguttatus	EN	EN		X																X	X	0	11,76
	Pseudis cardosoi																			X	X	X	0	17,65

Família	Espécie	Ameaça			EB	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários					Constância (%)	
		SC	BR	IU		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A 10	A 11	A 12	CN	CA	CBS	LA	UG	Pri	Int
	Sphaenorhynchus sp.																				X		0	5,88
	Sphaenorhynchus surdus				X															X		X	0	11,76
BUFONIDAE	*Melanophryniscus simplex*				X															X		X	0	11,76
	Melanophryniscus tumifrons																		X	X			0	11,76
	Rhinella icterica							X	X	X			X	X	X				X	X	X	X	50	58,82
CENTRONELIDAE	*Vitreorana uranoscopa*	VU																				X	0	5,88
RANIDAE	*Lithobates catesbeianus*													X							X		8,33	11,76
CHELIDAE	*Phrynops williamsi*	VU		VU							X											X	16,7	1,76
	Acanthochelys spixii			NT																		X	0	5,88
	Hydromedusa tectifera																					X	0	5,88
ANGUIDAE	*Ophiodes striatus*																					X	0	5,88
LEIOSAURIDAE	*Anisolepis grilli*																			X			0	5,88
MABUYIDAE	*Aspronema dorsivittatum*																				X		0	5,88
GYMNOPHTHALMIDAE	*Cercosaura schreibersii*																				X	X	0	11,76
TEIIDAE	*Contomastix vacariensis*	EN	VU		X																X		0	5,88
	Salvator merianae																				X	X	0	11,76
LEPTOTYPHLOPIDAE	*Epictia munoai*																				X		0	5,88

Família	Espécie	Ameaça			EB	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários					Constância (%)	
		SC	BR	IU		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A 10	A 11	A 12	CN	CA	CBS	LA	UG	Pri	Int
DIPSADIDAE	*Atractus reticulatus*																				X	X	0	11,76
	Clelia hussami																					X	0	5,88
	Lygophis flavifrenatus																			X	X		0	11,76
	Erythrolamprus miliaris																	X				X	0	11,76
	Erythrolamprus poecilogyrus																					X	0	5,88
	Oxyrhopus rhombifer																				X		0	5,88
	Philodryas aestiva																				X	X	0	11,76
	Philodryas agassizii																				X		0	5,88
	Philodryas arnoldoi																					X	0	5,88
	Philodryas patagoniensis																					X	0	5,88
	Taeniophallus occipitalis																				X		0	5,88
	Tomodon dorsatus																	X					0	5,88
	Xenodon neuwiedii																					X	0	5,88
	Xenodon guentheri				X																X		0	5,88
	Xenodon merremii																				X		0	5,88
COLUBRIDAE	*Chironius bicarinatus*																	X			X		0	11,76
	Tantilla melanocephala																				X		0	5,88

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Família	Espécie	Ameaça			EB	Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários					Constância (%)	
		SC	BR	IU		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	A 8	A 9	A 10	A 11	A 12	CN	CA	CBS	LA	UG	Pri	Int
VIPERIDAE	*Bothrops alternatus*																				X		0	5,88
	Bothrops jararaca																			X		X	0	11,76
	Bothrops neuwiedii																				X		0	5,88
AMPHISBAENIDAE	*Amphisbaena darwini*																				X		0	5,88

SC – nível de ameaça de extinção no estado de Santa Catarina; BR – nível de ameaça de extinção no Brasil; IU – nível de ameaça de extinção em nível global, conforme IUCN; EB – endemismo no Brasil; CN – município de Cerro Negro; CA – município de Capão Alto; CBS – municípios de Campo Belo do Sul; La – município de Lages; UG – UHE Garibaldi; Pri – constância em percentual dos dados primários; Int – constância em percentual dos dados integralizados.

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.2.2.5 Relatório Fotográfico

Figura 166 - *Dendropsophus nahdereri.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 167 - *Dendropsophus nahdereri.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 168 - *Hypsiboas bischoffi.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 169 - *Hypsiboas leptolineatus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 170 - *Ischnocnema* cf. *henselii.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 171 - *Phrynops williamsi.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 172 - *Physalaemus gracilis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 173 - *Rhinella icterica.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 174 - *Rhinella icterica.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 175 - *Scinax fuscovarius.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 176 - *Scinax* gr. *catharinae.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 177 -. *Scinax perereca.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

7.2.3 Mastofauna

7.2.3.1 Introdução

Os mamíferos são, em muitos casos, predadores do topo das cadeias ecológicas e fecham delicados elos com as demais espécies nos ambientes em que vivem. Contudo, a perda e a fragmentação de habitat, resultantes de atividades humanas, constituem graves ameaças aos mamíferos terrestres no Brasil (Costa et al., 2005). Nesse sentido, algumas espécies deste grupo são excelentes bioindicadores de qualidade ambiental, pois quando presentes em um determinado ecossistema, indicam o nível de preservação local e sua capacidade de interação entre diversos tipos de organismos (Nascimento et al., 2009).

Portanto, o levantamento da mastofauna informa o estado de conservação dos ambientes, assim como prevê o diagnóstico das populações desse grupo no tempo e no espaço, se tornando importante ferramenta para a conservação da biodiversidade na região estudada (Rossi, 2009).

7.2.3.2 Materiais e Métodos

Os dados de mastofauna foram obtidos de forma primária em 12 pontos amostrais distribuídos no trecho de bacia em análise. Também foram obtidos dados secundários, das seguintes fontes: Cherem et al. (2004); Mazzolli (2006) e Cherem et al. (2007) e lista de fauna da UHE Garibaldi.

Em campo, as espécies de mamíferos de médio e grande porte foram levantadas por determinação direta e indireta. As metodologias para obtenção de registros foram: busca por vestígios (Transecções lineares), busca ativa, armadilhas de Shermann (15 unidades), armadilhas fotográficas (04 unidades) e registros ocasionais.

⇒ Busca por vestígios (Transecções lineares para determinação indireta): o método consiste no uso de transecções lineares; em cada percurso foi

efetuada a busca por pegadas, pelos, padrão de mordidas em sementes, marcas odoríferas, tocas e fezes;

⇒ Busca ativa (determinação direta): o método principal consiste de percursos noturnos com auxílio de automóvel e lanternas. Foram percorridos os habitats campestres, bordas de fragmentos florestais e estradas vicinais inseridas nas áreas de influência;

⇒ Armadilha de Shermann: em um transecto predefinido, foram instaladas 15 armadilhas tipo Shermann para o registro de pequenos mamíferos;

⇒ Armadilhas fotográficas (determinação direta): o equipamento foi estrategicamente posicionado em estradas abandonadas dentro da mata, carreiros ou próximo a corpos-d'água. Com o intuito de potencializar a chance de obter os registros foi utilizada como isca uma mistura de sardinha e frutas.

Figura 178 – Biólogo registrando vestígios de mamíferos de médio e grande porte.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 179 - Registro de vestígios de mamíferos.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 180 - Instalação de armadilha fotográfica.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 181 - Disposição de iscas para atração de fauna.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Os dados também foram analisados por meio de curva de rarefação de espécies. As curvas de acumulação de espécies (curvas do coletor) permitem avaliar o quanto um estudo se aproxima de capturar todas as espécies do local. Quando a curva estabiliza, ou seja, nenhuma espécie nova é adicionada, significa que a riqueza total foi obtida. Complementarmente, foi realizada a estimativa de riqueza para a área de estudo, por meio da análise de rarefação do estimador Jackknife de 2ª ordem.

Ademais, foi realizada análise de agrupamento usando algoritmo UPGMA e distância do índice de similaridade de Jaccard para comparar a composição de espécies entre as áreas amostrais e análise NMDS para comparação dos primários e secundários. Considerando todos os dados levantados (primários e secundários), foi também calculada a constância das espécies, consistindo na razão entre o número de municípios em que a espécie foi registrada pelo número total de municípios de abrangência do rio Caveiras, em valor percentual, considerando:

⇒ Espécie constante: presente em mais de 50% das áreas amostrais;

⇒ Espécie acessória: presente em 25% e 50% das áreas amostrais;

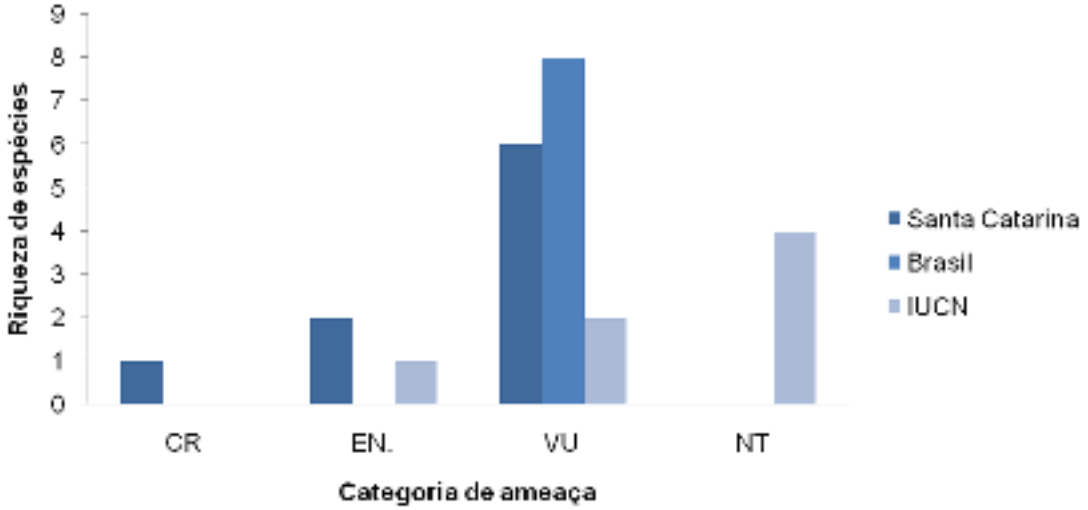
⇒ Espécie acidental: presente em menos de 25% das áreas amostrais.

7.2.3.3 Resultados e Discussão

Foram registradas 27 espécies de mamíferos por meio de dados primários, somando-se aos dados secundários, há na bacia hidrográfica o registro de 52 espécies de mamíferos. Trata-se de uma riqueza bastante elevada quando comparada com estudos em outras bacias hidrográficas de Santa Catarina (Bacia do Rio Do Peixe; s = 18, Onghero-Jr., 2008; s = 15, Padilha, 2011).

Dentre os mamíferos registrados na bacia hidrográfica, 27% (s = 14) espécies possuem algum grau de ameaça de extinção. Sendo que, 09 espécies possuem algum grau de ameaça em Santa Catarina, 08 espécies no Brasil e 07 em nível global. Também houve o registro de uma espécie exótica, *Rattus rattus* (rato-preto).

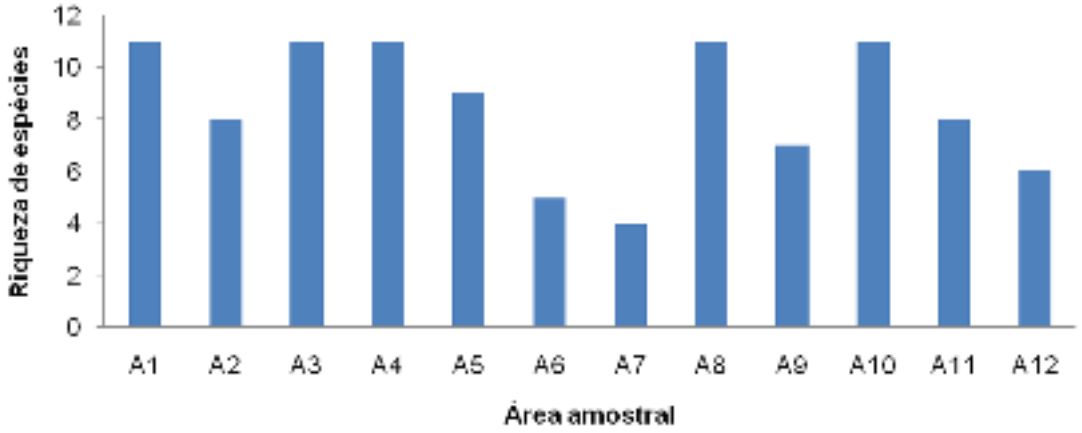
Figura 182 - Distribuição das espécies de mastofauna nas diferentes categorias de ameaça de extinção em nível estadual, nacional e global.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

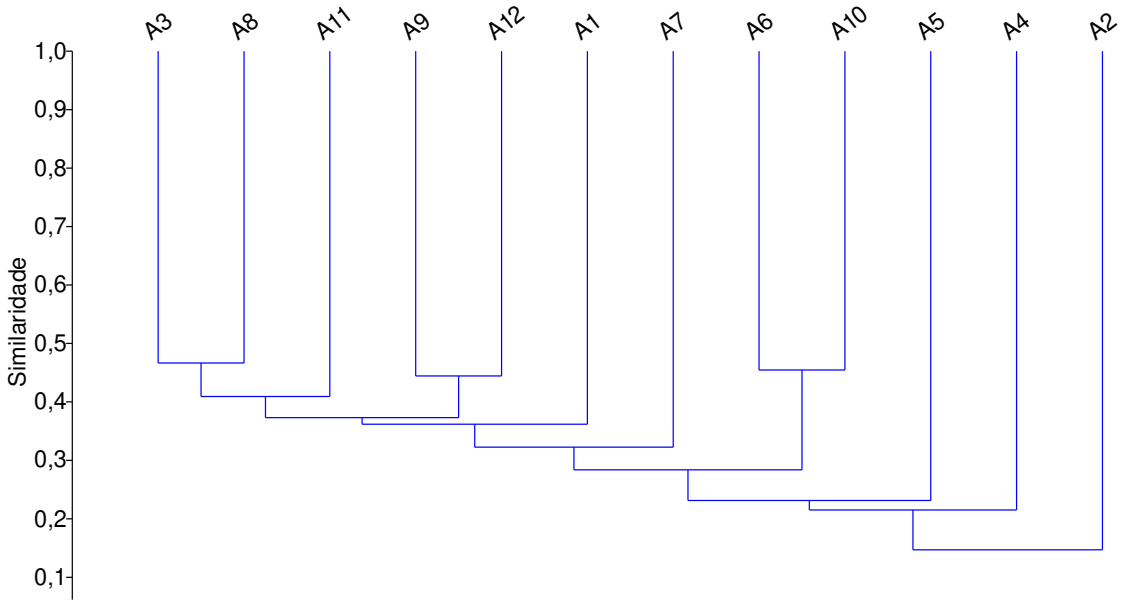
Cinco áreas amostrais de dados primários tiveram a maior riqueza no presente estudo, áreas 1, 3, 4, 8 e 10 (s = 11, respectivamente). A análise de agrupamento (*cluster analysis*) não demonstrou a formação de um padrão claro de similaridade na distribuição das espécies ao longo das áreas amostrais (coeficiente de correlação cofenética = 0,76).

Figura 183 - Riqueza de espécies de mastofauna registrada nas áreas amostrais do presente estudo.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

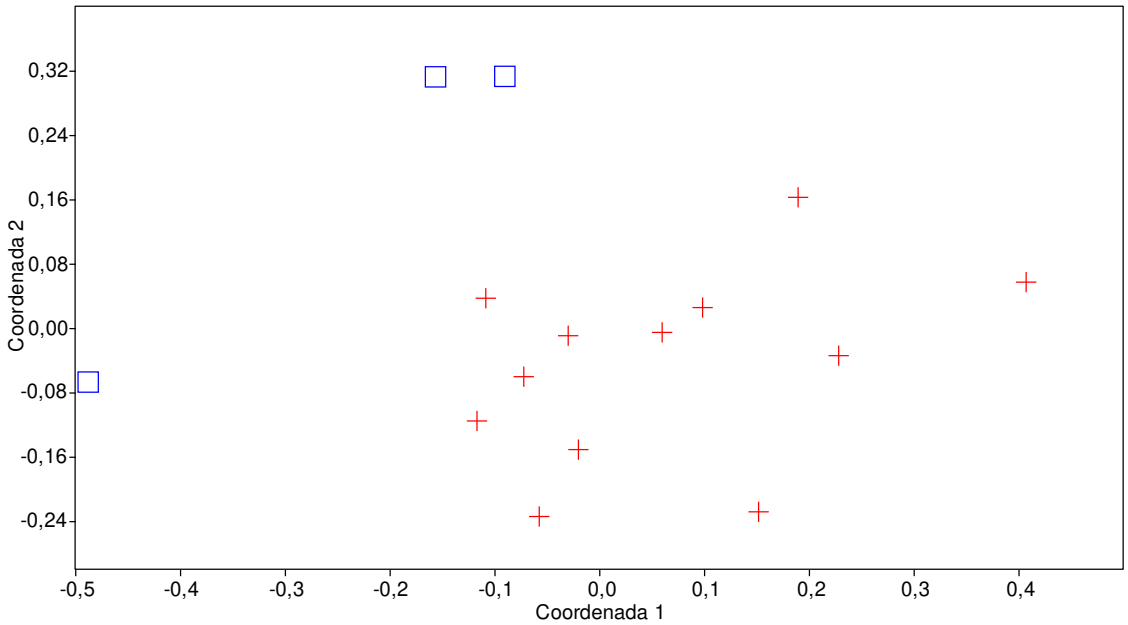
Figura 184 - Análise de agrupamento da composição de espécies de mastofauna nas diferentes áreas amostrais para obtenção de dados primários na bacia hidrográfica do rio Caveiras, usando algoritmo UPGMA e distância de Jaccard (ccc = 0,66).



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Referente aos dados secundários, foram encontrados registros de espécies em apenas dois municípios da bacia, Lages (s = 34) e Painel (s = 4), também na UHE Garibaldi (s = 23). Os dados primários e secundários demonstraram-se relativamente similares, conforme demonstrou a análise NMDS (stress = 0,22).

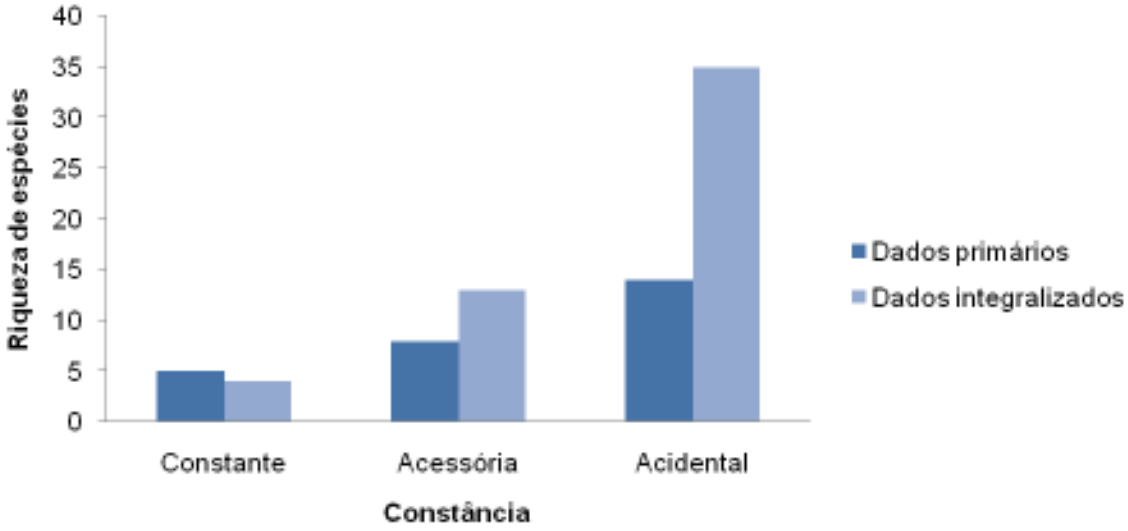
Figura 185 - Análise NMDS da composição de espécies de mastofauna registradas entre os dados primários e secundários na bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil (stress = 0,22). Polígonos vermelhos – dados primários; polígonos azuis – dados secundários.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

A maioria das espécies foi considerada acidental, ou seja, registradas em menos de 25% das áreas amostrais, tanto nos dados primários (s = 14), quanto nos dados integralizados (s = 35). Cinco espécies foram constantes nos dados primários e quatro nos dados integralizados, registradas em mais de 50% das áreas amostrais. Assim como para os outros grupos faunísticos, esse padrão de frequência das espécies (poucas espécies com alta frequência e muitas espécies com baixa frequência) também é registrado em outros estudos com mastofauna no Brasil (Mazza et al., 2018).

Figura 186 - Constância da mastofauna registrada na bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Tabela 113 - Lista das espécies de mastofauna registradas para a bacia hidrográfica do rio Caveiras, Santa Catarina, Brasil.

Família	Espécie	Nome popular	Ameaça			Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários			CO%	
			SC	BR	IU	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	LA	PA	UG	Pri	Int
DASYPODIDAE	*Dasypus novemcinctus*	tatu-galinha				X	X											X		X	16,67	26,67
	Dasypus septemcinctus	tatu-mulita																X			0,00	6,67
	Dasypus hibridus	tatu																X			0,00	6,67
	Dasypus sp.	tatu						X													8,33	6,67
	Cabassous tatouay	tatu-de-rabo-mole																X			0,00	6,67
DIDELPHIDAE	*Didelphis albiventris*	gambá-de-orelha-branca				X		X		X		X	X	X		X	X	X	X	X	66,67	73,33
	Monodelphis sp.																			X	0,00	6,67
	Philander frenatus	cuíca					X	X		X											25,00	20,00
MEPHITIDAE	*Conepatus chinga*	zorrilho																X	X	X	0,00	20,00
MUSTELIDAE	*Eira barbara*	irara							X									X			8,33	13,33
	Galictis cuja	furão																		X	0,00	6,67
	Lontra longicaudis	lontra			NT													X		X	0,00	13,33
FELIDAE	*Leopardus sp.*						X		X	X	X		X		X						50,00	40,00
	Leopardus pardalis	jaguatirica	EN.					X	X			X	X					X			33,33	33,33
	Leopardus guttulus	gato-do-mato		VU	VU													X		X	0,00	13,33
	Leopardus wiedii	gato-maracajá		VU	NT													X			0,00	6,67
	Puma concolor	puma	VU	VU		X		X		X						X		X		X	33,33	40,00
	Puma yagouaroundi	gato-mourisco		VU														X		X	0,00	13,33
	Felidae sp.1													X							8,33	6,67
CANIDAE	*Cerdocyon thous*	graxaim				X		X							X		X	X	X	X	33,33	46,67
	Lycalopex gymnocercus	raposa-do-campo					X		X				X					X		X	25,00	33,33

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Família	Espécie	Nome popular	Ameaça			Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários			CO%	
			SC	BR	IU	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	LA	PA	UG	Pri	Int
	Chrysocyon brachyurus	lobo-guará	CR	VU	NT													X			0,00	6,67
	Canidae sp1					X			X		X		X		X		X				50,00	40,00
CERVIDAE	*Mazama sp.*	veado						X	X	X			X	X	X		X			X	58,33	53,33
	Mazama gouazoubira	veado-catingueiro						X	X				X			X		X			33,33	33,33
	Mazama americana	veado-mateiro	EN.															X			0,00	6,67
	Mazama nana		VU	VU	VU													X			0,00	6,67
	Ozotocerus bezoarticus	veado-campeiro	VU	VU	NT													X			0,00	6,67
ATELIDAE	*Alouatta guariba clamitans*	bugio	VU	VU		X							X		X			X		X	25,00	33,33
CEBIDAE	*Sapajus nigritus*	macaco-prego																X		X	0,00	13,33
PROCYONIDAE	*Procyon cancrivorus*	mão-pelada							X							X		X		X	16,67	26,67
	Nasua nasua	quati																X			0,00	6,67
MYRMECOPHAGIDAE	*Tamandua tetradactyla*	tamanduá-mirim																X	X		0,00	13,33
ECHIMYIDAE	*Myocastor coypus*	ratão-do-banhado																X		X	0,00	13,33
ERETHIZONTIDAE	*Coendou spinosus*	ouriço-cacheiro				X											.	X		X	8,33	20,00
LEPORIDAE	*Lepus europaeus*	lebre													X			X			8,33	13,33
	Sylvilagus brasiliensis	tapiti			EN.													X			0,00	6,67
CUNICULIDAE	*Cuniculus paca*	paca	VU				X				X				X	X		X		X	33,33	40,00
DASYPROCTIDAE	*Dasyprocta azarae*	cutia				X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			83,33	73,33
CAVIIDAE	*Hydrochoerus hydrochaeris*	capivara				X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X		X	83,33	80,00
	Cavia aperea	preá																		X	0,00	6,67
SCIURIDAE	*Guerlinguetus brasiliensis ingrami*	serelepe																		X	0,00	6,67

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Família	Espécie	Nome popular	Ameaça			Áreas amostrais - Dados primários												Dados secundários			CO%	
			SC	BR	IU	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	LA	PA	UG	Pri	Int
CRICETIDAE	*Akodon* sp.	rato																		X	0,00	6,67
	Akodon montensis	rato-do-mato				X		X					X	X	X	X	X				58,33	46,67
	Akodon paranaensis	rato-do-mato					X			X											16,67	13,33
	Euryoryzomys nigripes	rato-do-arroz					X														8,33	6,67
	Oligoryzomys nigripes	rato																		X	0,00	6,67
TAYASSYUDAE	*Pecari tajacu*	cateto	VU															X			0,00	6,67
SUIDAE	*Sus scrofa*					X			X												16,67	13,33
MOLOSSIDAE	*Molossus* cf. *molossus*	morcego													X						8,33	6,67
VESPERTILIONIDAE	*Histiotus montanus*	morcego																X			0,00	6,67

SC – nível de ameaça de extinção no estado de Santa Catarina; BR – nível de ameaça de extinção no Brasil; IU – nível de ameaça de extinção em nível global, conforme IUCN; La – município de Lages; Pa – município de Painel; UG – UHE Garibaldi; CO% - constância em valor percentual; Pri – constância em percentual dos dados primários; Int – constância em percentual dos dados integralizados.

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.2.3.4 Relatório Fotográfico

Figura 187 - *Didelphis albiventris.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 188 - *Alouatta guariba clamitans.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 189 - *Coendou spinosus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 190 - *Lycalopex gymnocercus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 191 - *Cuniculus paca.*



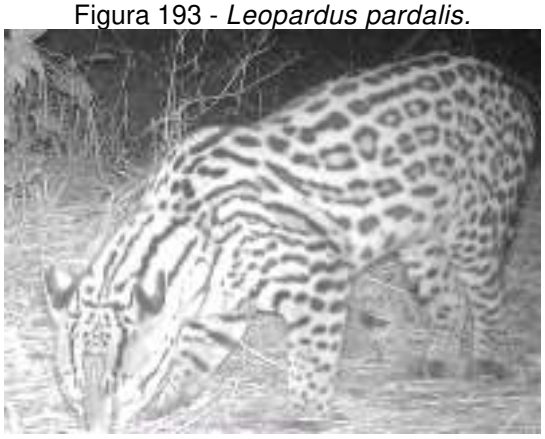
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 192 -. *Philander frenatus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 193 - *Leopardus pardalis.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 194 - *Dasyprocta azarae.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 195 - *Cerdocyon thous.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 196 - *Mazama* cf. *gouazoubira.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 197 - *Sus scrofa.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 198 -. *Hydrochoerus hydrochaeris.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 199 - *Puma concolor.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 200 - *Lepus europaeus*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 201 - Rastro de *Cuniculus paca.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 202 - Rastro de *Dasyprocta azarae*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 203 - Rastro de *Hydrochoerus hydrochaeris.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 204 -. *Molossus* cf. *molossus.*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

7.2.4 Flora

7.2.4.1 Aspectos da Vegetação em contexto Regional

O Brasil é um dos países mais ricos do mundo em termos de biodiversidade botânica, sendo referência mundial no tema florestal. A riqueza florística nacional atualmente é estimada em 56 mil espécies de plantas distribuídas pelos cinco principais biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Campos e Mata Atlântica (IBF, 2015), além das formações de mangues, dunas e restingas, associadas aos ambientes costeiros e praias (IBGE, 2012).

O domínio da Mata Atlântica está distribuído ao longo de toda costa litorânea brasileira entre o norte do estado de Rio Grande do Norte, até o Rio Grande do Sul, envolvendo parte do território, ou integralmente 17 estados brasileiros: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (IBF, 2015). Orginalmente, ocupava uma área de 1.110.182 km², o que corresponde a 13,04% do território nacional; atualmente, a Mata Atlântica está reduzida a cerca de 7,8% de sua área original, com cerca de 102.000 km² preservados. É o segundo bioma mais ameaçado de extinção do mundo, e abriga mais de 20 mil espécies de plantas, das quais 8 mil são endêmicas, ou seja, espécies que não existem em nenhum outro lugar do planeta (Prochnow & Campanili, 2006).

O estado de Santa Catarina está inserido em sua totalidade no bioma Mata Atlântica apresentando um diversificado gradiente de composições florestais ao longo de seu território (MMA, 2009). Esta característica ocorre devido aos diferentes acidentes geográficos presentes, associados às variações pluviométricas, o que confere à paisagem um contexto único em termos de biodiversidade. Os gradientes de biodiversidade resultam nas quatro principais formações florestais conhecidas: Floresta Ombrófila Mista (FOM), Floresta Estacional Decidual (FED), Floresta Ombrófila Densa (FOD) e os Campos Naturais, retratados no Mapa Fitogeográfico do estado de Santa Catarina, desenvolvido por Souza et al. (2012). Destaca-se que a conservação dos ecossistemas naturais é de relevada importância aos interesses

socioeconômicos, devido principalmente à manutenção dos corpos hídricos, recursos naturais e proteção da biodiversidade.

AIBH RIO CAVEIRAS - FITOECOLOGIA (Klein, 1978)

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
URUPEMA
PAINEL

Rio Caveiras
RIO CANOAS

PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
CGH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
CGH Santo Antônio
PCH A. M. Dias

N
W E
S

Legenda

- Hidrografia
- Aproveitamentos hidrelétricos
- Bacia do rio Caveiras
- Limites municipais

Regiões Fitoecológicas

- Campos com Capoes, Florestas Ciliares e Bosques de Pinheiros (Gramíneas, Ciperáceas, Leguminosas e Compostas)
- Floresta Estacional Decidual *(Apuleia leiocarpa, Patagonula americana, Parapiptadenia rigida, Cedrela fissilis, Cordia trichotoma, Ocotea* ssp *e Nectadra* ssp*)*
- Floresta Nebular *(Weinmannia* ssp*, Drimys brasiliensis, Siphoneugena reitzii, Myrceugenia* ssp*, Ilex* ssp*, Gunnera manicata e Chusquea* ssp*)*
- Floresta Ombrofila Mista *(Ocotea pulchella, Nectandra lanceolata e Matayba elaeagnoides)*

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

AIBH RIO CAVEIRAS - FITOECOLOGIA (IBGE, 2019)

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
URUPEMA
PAINEL

Rio Caveiras
RIO CANOAS

PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
CGH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
CGH Santo Antônio
PCH A. M. Dias

N W E S

Legenda

Hidrografia
Aproveitamentos hidrelétricos
Bacia do rio Caveiras
Limites municipais

Áreas Antrópicas Dominantes

Ag - Agropecuária
Iu - Influência urbana

Vegetação Natural Dominante

Egf - Estepe Gramíneo-Lenhosa com Floresta-de-galeria
Egs - Egf - Estepe Gramíneo-lenhosa sem Floresta-de-galeria
Ml - Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana
Mm - Floresta Ombrófila Mista Montana
Re - Florestamento/Reflorestamento com Eucalipto
Rp - Florestamento/Reflorestamento com Pinus

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

O rio Caveiras está situado na região serrana de Santa Catarina com uma bacia hidrográfica com cerca de 2400 km², sendo a segunda maior sub-bacia do rio Canoas. Sua nascente localiza-se entre as cidades de Rio Rufino e Urupema na Reserva Particular de Patrimônio Natural Complexo Serra da Farofa em uma altitude superior a 1700m. O relevo regional possui um perfil dissecado homogêneo, de planaltos de superfícies planas, onduladas e montanhosas, fortemente dissecadas e desnudação periférica de formação basáltica e domo dissecado. Os solos são de classe Cambissolo Húmico, derivados de rochas ácidas e básicas, com elevado teor de alumínio trocável, baixa saturação de bases e teor de matéria orgânica (EMBRAPA, 2004).

Devido às condições ecológicas semelhantes entre as duas regiões fitoecológicas, é frequente a interpenetração de agrupamentos florestais nas áreas campestres, encontrando-se dispersos sob a forma de capões, florestas de galeria, comunidades puras de *Araucaria angustifolia*, e também exemplares isolados do pinheiro. As formações campestres, são conhecidos dois tipos: os campos limpos onde há a predominância de espécies herbáceas representadas pelas famílias Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae e Verbenaceae, e segundo tipo, no qual ocorrem variedades mais arbustivas formando os campos sujos, com a forte incidência de *Bacharis* sp. (carquejas) e *Eryngium* sp. (caraguatá) (KLEIN, 1978).

Figura 205- Perfil esquemático dos campos gerais e seus subtipos.



Fonte: Veloso et al. (1991).

7.2.4.1.1 Caracterização da Floresta Ombrófila Mista

No Brasil a Floresta Ombrófila Mista possui a existência de representantes das floras tropical e temperada com marcada relevância fisionômica de elementos

Coniferales e Laurales, sendo denominado Planalto Meridional Brasileiro, que aqui se define pela área de dispersão do pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*). A formação parece ter se estabelecido inicialmente a partir do Eoceno Superior, nas latitudes médias e altas da América do Sul, formada por uma mistura peculiar de elementos com distribuição atual austral-antártica junto com outros de distribuição neotropical e pantropical, e outros de ampla distribuição geográfica. Esse arranjo de elementos peculiares temperados-frios e quentes levou a chamá-lo de "Paleoflora Mista" (Posadas; Ortiz-Jaureguizar, 2011).

A área de dispersão natural da araucária brasileira demonstra haver sofrido expansão e regressão, ao longo do tempo geológico, em função das flutuações climáticas, conforme comprovam achados fósseis. A araucária tem seu ponto mais setentrional (ao norte) de ocorrência conhecida na serra do Caparaó, próximo à fronteira de Minas Gerais/ Espírito Santo, local até onde chegou a períodos climáticos favoráveis do Quaternário (Ravazzani *et al*, 1999). Durante esta expansão e regressão, continuou acontecendo o intercâmbio de espécies por dispersão em manchas vegetais, permitindo a distribuição de espécies da flora temperada ao longo de trechos do território da américa do sul, em períodos mais favoráveis durante as glaciações no final do terciário – 10 mma (Silva, Rocha, 2011).

A presença da flora temperada, num passado mais frio e seco, não muito distante, em latitudes e altitudes inferiores às de sua zona de ocorrência atual, deve admitir logicamente que o atual “centro” desta flora era marcado, no passado por clima frio/seco mais intenso e por uma consequente ampliação das formações gramíneo-lenhosas identificadas como estepes geladas (Klein & Hatschback, 1971).

Atualmente a Floresta Ombrófila Mista apresenta entre as principais características a sua distribuição em altitudes elevadas (entre 500 e 1500m), além da ausência de estação completamente seca, ou seja, com precipitação amplamente distribuída ao longo do ano (IBGE, 2012). Facilmente reconhecida pela presença da *Araucaria angustifolia*, a formação é composta também por distintas espécies, tais como *Ocotea porosa, Ocotea odorifera e Mimosa scabrella* formando o dossel superior, e associações de *Ilex theezans, Ilex paraguariensis, Nectandra megapotamica, Ocotea puberula, Ocotea pulchella, Clethra scabra, Podocarpus*

lambertii e Blepharocalyx salicifolius como árvores em estrato médio, e um sub-bosque menos denso e composto basicamente de *Lithraea brasiliensis*, *Drymis* sp. e diversificados agrupamentos de Myrtaceae, Celastraceae, entre outras (Klein, 1978). Destaca-se a presença de gêneros primitivos como Drymis e Araucaria (australásicos) e Podocarpus (afro-asiático), o que sugere em face da altitude e da latitude do Planalto Meridional, uma ocupação recente a partir de Refúgios Alto-Montanos (IBGE, 2012).

De acordo com Leite (2002), a Floresta Ombrófila Mista formou-se a partir da junção de espécies latifoliadas e estacionais, há cerca de 90 milhões de anos, sendo no sul do Brasil, atualmente, invadida por espécies pluviais. Numa primeira etapa, a flora era de origem austral-antártica (espécies dos gêneros Araucaria, Podocarpus e Drimys). Com as mudanças para um clima mais tropical e quente, as espécies tropicais migraram para a região.

A formação cobria originalmente cerca de 40.807 km², ou seja, 42,5% do território de Santa Catarina (Prochnow & Campanili, 2006), sendo considerada a tipologia de maior cobertura florestal no estado. Atualmente, estima-se que a FLORESTA OMBRÓFILA MISTA cobre menos de 25% de sua área original (Vibrans et al., 2013), devido principalmente às pressões antrópicas históricas (extração madeireira), desenvolvimento urbano, e abertura das fronteiras agrícolas. Apesar da área de domínio da Floresta com Araucária, predominar uma cobertura florestal excessivamente fragmentada, o Grupo de Trabalho do Ministério do Meio Ambiente (citado por Prochnow, 2005) constatou um considerável avanço nos processos de recuperação natural, com expansão das capoeiras que tipificam estágios iniciais e médios de regeneração, especialmente na região da serra catarinense associada aos cursos hídricos e fragmentos.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2737
desenvolvergestaoambiental

Figura 206 - Aspecto da vegetação de Floresta Ombrófila Mista, restrita aos vales de rios e matas de galeria, em contraste com a vegetação nativa de campos



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 207 – Aspecto de fragmento florestal de Floresta Ombrófila Mista em ambiente de encosta.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 208 – Aspecto de paisagem de Floresta Ombrófila Mista com fragmentos e matas de capões associadas à vegetação campestre.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 209 – Aspecto de paisagem de Floresta Ombrófila Mista em associação aluvial.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

De acordo com Klein (1960), a Floresta Ombrófila Mista, não constitui como pode parecer à primeira vista uma formação homogênea e contínua, este tipo de floresta apresenta múltiplas associações e agrupamentos que se encontram em variados estágios de sucessão, tendo suas composições por espécies características e próprias entre cada estágio. Esta característica muitas vezes torna-se negligenciada pelos parâmetros definidos pela Conama (Conama, 1994), que define os estágios de sucessão ecológica baseados em outras formações florestais. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) são identificadas quatro formações da Floresta Ombrófila Mista:

⇒ Aluvial: em terraços antigos associados à rede hidrográfica;

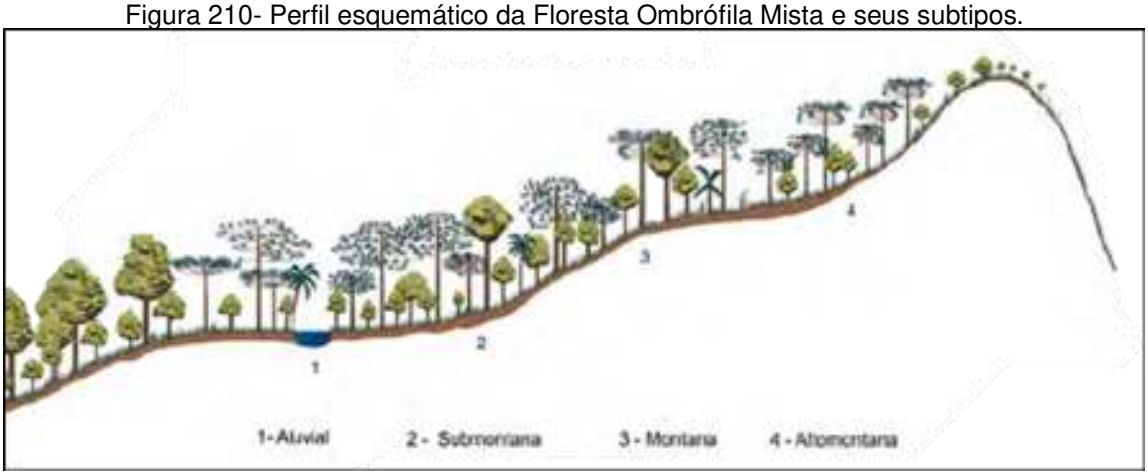
⇒ Submontana: constituindo disjunções em altitudes inferiores a 400 m,

⇒ Montana: situada aproximadamente entre 400 e 1000 m de altitude;

⇒ Alto-Montana: compreendendo as altitudes superiores a 1000 m.

O perfil desenvolvido por Veloso (et al., 1990) ilustra essas alterações sinusais da formação.

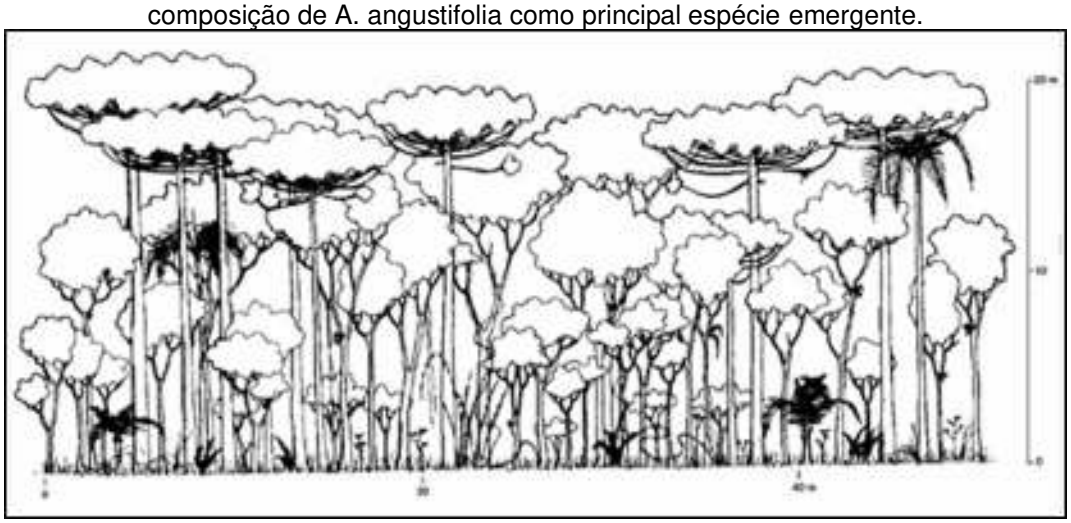
Figura 210- Perfil esquemático da Floresta Ombrófila Mista e seus subtipos.



Fonte: Veloso et al. (1991).

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 211- Diagrama de perfil do aspecto de uma Floresta Ombrófila Mista em destaque a composição de A. angustifolia como principal espécie emergente.



Fonte: Roderjan et al. (2002).

Florestas alto-montana, ou matas nebulares, são classificadas dessa forma por estarem grande parte do ano parcialmente cobertas por nuvens, sendo também denominadas de florestas de nuvem, cloud forests, florestas nubladas, entre outras (Webster, 1995). As regiões serranas apresentam características edafoclimáticas peculiares que afetam a formação vegetacional ao longo de determinados gradientes de altitude. O clima é um dos fatores mais importantes na formação das distintas vegetações ao longo de diversas escalas, no qual amplia ou restringe a ocorrência das espécies, que se distribuem conforme suas adaptações ao meio. Conforme Whittaker (1973, *apud* Pompeu, 2011) “a altitude é o fator-síntese pela substituição de espécies ao longo dos gradientes, pois correlaciona com variações em diversos parametros que influenciam o crescimento e estabelecimento dos indivíduos (Fator-Complexo)”. Entre os parâmetros influenciados pela altitude estão a pressão do ar, temperatura, evapotranspiração, precipitação, radiação e nebulosidade.

As características de solo, relevo e umidade estão entre as que influenciam diretamente no aspecto e cobertura vegetacional de determinada região. Volume e distribuição das precipitações, temperaturas diárias e sazonais, horas de insolação, umidade relativa do ar e o vento, são variáveis climáticas importantes para definição das espécies que colonizam uma determinada região e que também interferem em seus estados fenológicos, como grau de crescimento, momento de floração e

frutificação, perda foliar entre outros (Monteiro, 2001). A cenose florestal natural na região da bacia pode ser classificada como Floresta Ombrófila Mista em conjunto da formação de campos naturais de altitude (IBGE, 2012). A variação florística das duas formações da Floresta Ombrófila Mista (Montana e Alto-montana) reflete a heterogeneidade ambiental imposta pelo gradiente altitudinal, sendo que a existência de espécies exclusivas para cada local é resultado do conjunto de variáveis ambientais, como microclima, topografia e solo (Carmo; Assis, 2012; Higuchi et al., 2012)

Além das variações de Floresta Ombrófila Mista Montana e Alto-Montana, são também encontradas diferentes associações, como por exemplo as florestas nebulares e matas de capão. As florestas nebulares representam um frágil ecossistema ameaçado em diversas partes do mundo e ações urgentes são necessárias para sua conservação. Isso pois são áreas que refugiam e concentram importantes espécies endêmicas e ameaçadas, e também pelo vital papel no abastecimento de água doce (Pompeu, 2011). De acordo com Aldrich e colaboradores (1997) as florestas nebulares oferecem proteção às bacias hidrográficas, visto garantirem a estabilização do terreno coberto, reduzindo a erosão do solo. As maiores ameaças às florestas nebulares são: Conversão destas florestas em áreas de agricultura, pastoreiro, caça, fogo, extração madeireira, construção de estradas, atividades de mineração, desflorestamento para uso silvícola (no caso sem manejo, pois a inclinação do relevo muitas vezes não favorece o crescimento das árvores), além da invasão de espécies exóticas (Bubb, 2004).

Características do Sul do Brasil, formando verdadeiras ilhotas de mata espalhadas pelos campos; o nome capão vem do guarani “caapuan”, que quer dizer caa = mata e puan = redondo (Mattos, 1994). Os capões são formações naturais e, via de regra, distinguem-se pela forma e arquitetura de suas bordas de remanescentes florestais gerados por desmatamento. Observa-se que essas manchas naturais apresentam arredondadas ou até mesmo circulares e, os indivíduos de borda, geralmente muito ramificados, são curvos com o crescimento orientado para a parte externa da mancha, o que confere aos capões um aspecto

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

hemisférico. Ainda, relatos e registros históricos de uso das áreas fornecem subsídios de grande valia para o reconhecimento dessas manchas (Machado, 2004). Mattos (1994) acrescenta que os capões se formam nas cabeceiras dos banhados, na parte mais enxuta ou nas grotas, podem desenvolver-se até certo ponto ou continuarem o desenvolvimento e sua forma é muito variável, em terrenos mais secos por exemplo, a forma é arredondada e apresenta geralmente 1 ou 2 pinheiros no centro.

Klein (1978) cita nos campos com Araucária, uma predominância de agrupamentos herbáceos, formado por gramíneas, Cyperaceae, Asteraceae, Fabaceae e Verbenaceae e como espécies frequentes: a carqueja do campo (*Baccharis gaudichaudiana*) a vassoura lajeana (*Baccharis uncinela*), os caraguatás (*Eryngium* spp.) a 30 samambaia das taperas (*Pteridium aquilinum*), bem como capões e as típicas matas de galeria, muitas vezes se alargando formando bosques de pinhais no meio da vegetação campestre (Klein 1978). Mattos (1994) também descata a ocorrência de *Schinus longifolius* (Lindl.) Spreng. ou *Lithraea brasiliensis* March., tendo a participação do pinheiro nesta formação de 3 modos: antes das outras espécies, ao mesmo tempo com as outras espécies e depois das espécies pioneiras. A vegetação de sombra vai sendo substituída por formas arbustivas, robustas, de ramos curtos e folhagem densa e novos elementos como arbustos (ou árvores) próprios para o campo como espécies de *Anisomeris*, *Erythroxylum*, *Excoecaria*, *Myrsine* e *Stenocalyx* (Mattos, 1994). A vegetação rareia, mas não uniformemente, retrai-se em moitas pequenas, arredondadas, aqui e acolá, reforçados por árvores isoladas, acrescenta o autor

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 212 - Exemplo de mata de capões muito comum nas formações de Floresta Ombrófila Mista.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Em termos de estrutura interna a Floresta Ombrófila Mista caracteriza-se por apresentar um perfil multiestratificado, com padrões estruturais distintos. Em outras palavras, é uma formação que ora exibe uma estratificação definida com árvores compondo o bosque, sub-bosque, dossel, estrato superior; ora demonstra uma estratificação diferenciada, com um bosque denso e estrato superior de araucária (Klein, 1960). Estes padrões fisionômicos e estruturais estão interligados diretamente com a condição do solo e relevo, associado a dinâmica de desenvolvimento sucessional das essências arbóreas (Leite, 2002). Determinadas espécies desenvolvem-se rapidamente atingindo estratos mais elevados, do que outras, que devido ao crescimento lento, e às próprias características biológicas exibem-se compondo estratos inferiores.

Leite (2002) cita a ocorrência de 352 espécies arbóreas para a Floresta Ombrófila Mista, com 13,3% exclusivas da região fitoecológica, 45,7% de ocorrência preferencial e outras 41% com preferência em outras regiões, mas podendo ser registradas para a Floresta Ombrófila Mista. O IFFSC na Floresta Ombrófila Mista

registrou 456 espécies no componente arbóreo, número superior ao apontando anteriormente. Reitz et al. (1979) citam 198 espécies arbóreas para o planalto catarinense, sendo que destas 157 foram amostradas pelo IFFSC. Na abordagem de Sevegnani et al. (2012) usando dados do IFFSC de 21 unidades amostrais dispostas na área da bacia do rio Pelotas, os autores registraram 132 espécies, distribuídas em 84 gêneros e 45 famílias botânicas, destacando a presença das espécies ameaçadas: *A. angustifolia*, *O. porosa*, *P. lambertii* e *D. sellowiana*.

7.2.4.1.2 Caracterização dos Campos Sulinos

O passado geológico da região sul do Brasil possibilitou atualmente uma ampla variedade de ambientes e consequente riqueza de espécies, em termos florísticos. Especificamente, durante o Pleistoceno houveram sucessivas mudanças climáticas de ciclos quentes e frios, os quais possibilitaram que plantas de latitudes altas se adaptassem à estas oscilações ou ainda migraram para ambientes que permitissem o seu desenvolvimento, na forma de refúgios ou redutos. Devido à estas alterações climáticas, ocorreram mudanças nas comunidades vegetais, partindo da redução de florestas tropicais que dominavam o território, permitindo o aparecimento de florestas decíduas, temperadas e esclerófitas (Porto et al. 2008).

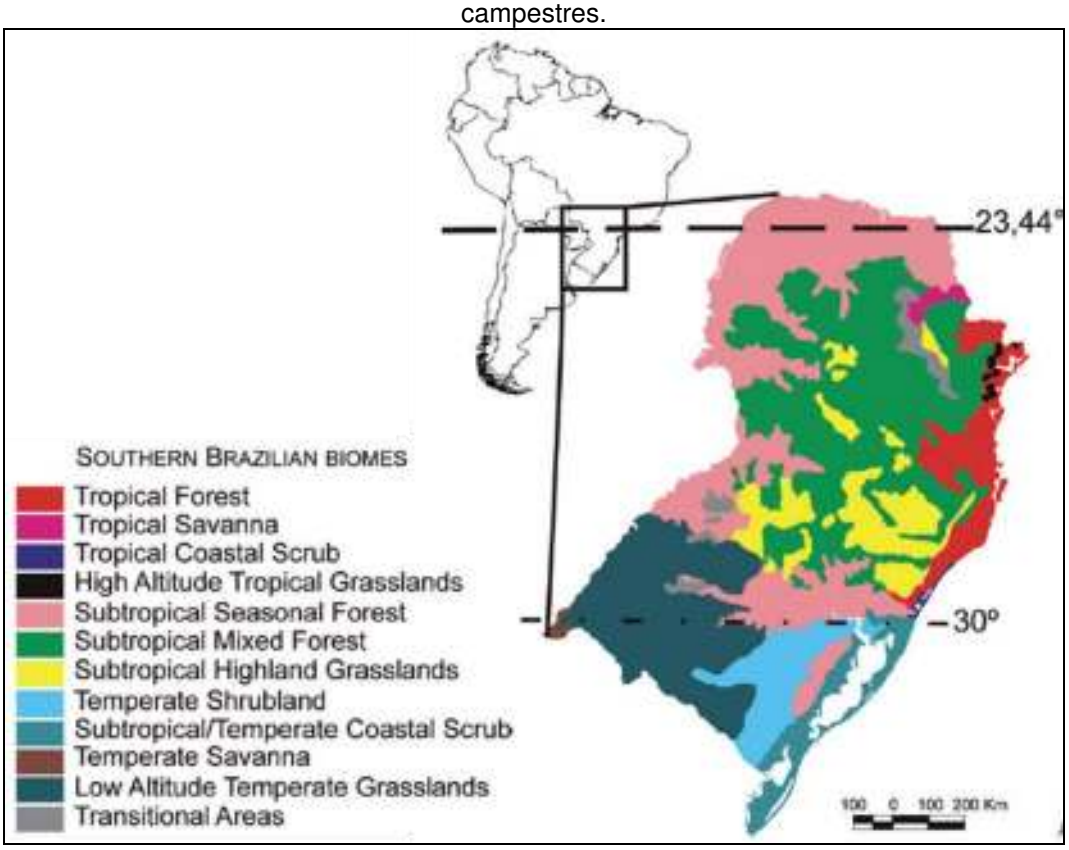
Os eventos de mudanças climáticas naturais continuam a ocorrer até o período recente, acarretando em uma sucessão de floras que caracterizam as comunidades campestres, sendo estas, gradativamente substituídas por comunidades savanas; e posteriormente para florestas latifoliadas a exemplo do que ocorreu no sul brasileiro há pelo menos 450 mil anos (Porto; Menegat, 1998).

No último máximo glacial o clima era mais frio e seco, propício para o desenvolvimento dos campos, o que permitiu que espécies desse ambiente avançassem sobre áreas mais úmidas e quentes, onde antes predominavam florestas. Conforme Pillar (et al.,2016) são conhecidas diferentes tipologias dentro do bioma de campos sendo: campos de altitude, campos da campanha, campos de solos arenosos, campos de escudo granítico, campos da depressão central e campos litorâneos, os quais inter-relacionam com vegetação de restinga.

Os Campos Sulinos constituem um bioma de distribuição restrita, ocorrendo em sua maior parte na região sul do Brasil, e nas regiões de maior altitude do sudeste e nordeste (Brasil, 2012). Predominam neste bioma a vegetação campestre, oriunda de um longo processo geológico de formação de relevo e interferência climática, os quais em conjunto limitam o estabelecimento de espécies arbóreas e favorecem o desenvolvimento de vegetação rasteira ou arbustiva.

É importante destacar que além de sua incontestável relevância biológica, os campos de altitude cumprem funções abióticas relacionadas à manutenção, filtragem e regularização dos sistemas hidrográficos, bem como à imobilização de carbono atmosférico em solos sob regime saturado de hidromorfia, especialmente os organossolos. Cumprem ainda incomum valor de fixação de carbono todos os solos que possuam horizontes hísticos e húmicos, frequentes em áreas cobertas pelos Campos de Altitude (EMBRAPA, 2006).

Figura 213- Formações vegetais da região sul brasileira com destaque para as formações campestres.

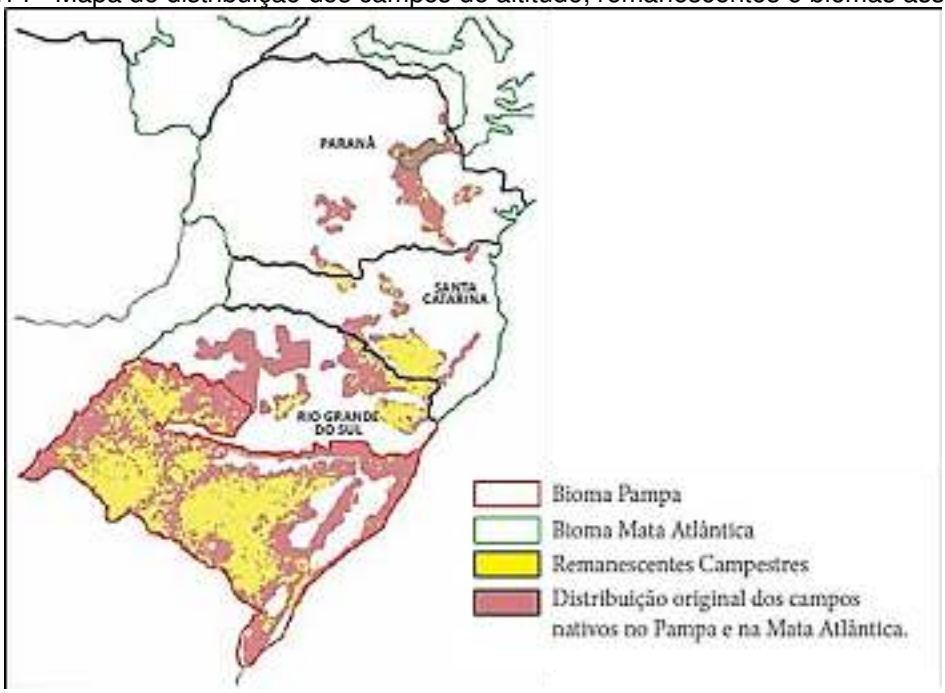


Fonte: Iganci et al., 2011.

Os campos prestam importantes serviços ecológicos por serem responsáveis para a regulação do ciclo hidrológico. A vegetação deste bioma retém pouca água das chuvas; diferente das florestas, e o sistema radicular do tipo fasciculado funcionam como uma esponja, a qual libera a água captada no alto das montanhas pouco a pouco para os rios e aquíferos. A flora presente neste tipo de bioma enfrentam situações de dupla estacionalidade; condicionadas por estações mais úmidas, principalmente nos meses de primavera e verão, onde, além da intensidade das chuvas, frequentemente ocorrem nevoeiros densos e úmidos e um período de seca anual, onde o frio, as geadas e, eventualmente a neve também influenciam na seca a que são sujeitas estas plantas (Gomes 2009).

Estudos recentes contabilizaram nada menos que 1.087 espécies de flora nos campos do sul do Brasil, demonstrando a riqueza biológica destes (PROBIO, 2003). As famílias mais representativas em relação ao número de espécies são Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Cyperaceae, Solanaceae, Apiaceae, Rubiaceae, Lamiaceae e Euphorbiaceae. As espécies de gramíneas (Poaceae) são as de maior dominância, refletindo na caracterização fisionômica dos campos. Essa riqueza biológica também ocorre nos campos do sudeste e nordeste brasileiro.

Figura 214 - Mapa de distribuição dos campos de altitude, remanescentes e biomas associados.



Fonte: Brasil, 2016.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

De acordo com a resolução do Conama 423 (2010) são reconhecidos quatro subtipos de formações campestres:

⇒ **Campo antrópico:** vegetação de campo formada em áreas originais de floresta, devido à intervenção humana e ações para uma maior produtividade de espécies forrageiras, principalmente com a introdução de espécies nativas ou exóticas, não considerada remanescente de Campo de Altitude.

⇒ **Vegetação Primária:** vegetação de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos, a ponto de não afetar significativamente suas características originais de estrutura e de espécies.

⇒ **Vegetação Secundária ou em Regeneração:** vegetação resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer espécies remanescentes da vegetação primária.

⇒ **Vegetação primária de Campo de Altitude:** vegetação de máxima expressão local ainda que não esteja associada à grande diversidade biológica, devido às características locais de clima, relevo, solo e vegetação adjacente.

Os campos de altitude de Santa Catarina com cerca de 4680 km², aproximadamente de 6% do território catarinense (Hueck 1972 apud Gomes 2009), encontram-se em sua maior parte situados situadas no entorno dos rios Pelotas e Canoas, cercados ou parcialmente atravessados pela Floresta Ombrófila Mista (floresta com Araucaria) (MMA, 2000; Klein 1960), e estão inseridos no Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2004). Ocorrem tipicamente acima de 900 ou 1000m e comumente estão associados a ambientes florestais mais ou menos restritos, como capões e florestas de galeria (Longhi-Wagner et al. 2012). Nos campos, encontram-se, além de áreas mais drenadas, úmidas a semiúmidas, em vários graus de transição, banhados e em algumas regiões campos turfosos formando tapetes profundos e esponjosos de musgos, além de afloramentos rochosos (Zanin et al. 2009).

A região dos campos de cima da serra, ao longo da bacia do rio Caveiras e Pelotas, possui um clima frio e uma elevada precipitação que associada à altitude elevada, resultou em muitos endemismos. As espécies de plantas que ali de desenvolveram, adaptaram-se às condições ambientais restritivas e tornaram-se exclusivas desta região (Boldrini et al., 2009). Endemismos e espécies ameaçadas são importantes indicadores para sugerir áreas de conservação. Fiaschi e Pirani (2009) reconhecem os campos de altitude como importantes centros de endemismo da flora neotropical.

No inventário levantado por Iganci (et al., 2011) na região dos campos de cima da serra, os autores inventariaram 296 táxons de ocorrência endêmica, denotando que a formação de campos de altitude é de relevada importância ecológica e biológica que abriga uma série de espécies de ocorrência endêmica, o que indica a necessidade de políticas públicas para a conservação destes ambientes. Endemismos e espécies ameaçadas são indicadores relevantes de áreas para conservação de determinadas biotas. A presença de espécies endêmicas revela locais onde ocorreu diversificação e surgimento de representantes típicos. No levantamento desenvolvido por Boldrini (et al., 2009) foi identificada a ocorrência de 107 espécies endêmicas nas áreas de campos do planalto do rio Pelotas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

No estado de Santa Catarina a distribuição da vegetação de campos de altitude encontra-se distribuída por diferentes regiões, conforme o mapa fitogeográfico abaixo. Estudos que envolvam os campos da região serrana, a qual envolve os municípios de Lages, São Joaquim, Bom Jardim da Serra, Grão-Pará e são escassos, destaca-se o levantamento realizado na região do Parque Nacional de São Joaquim (PARNA São Joaquim) desenvolvido por Dalmolin (2013) identificou 102 espécies nativas da família Poaceae, que resultou na descrição de uma nova espécie *Cortaderia vaginata*, rara e endêmica para o estado. Outros estudos desenvolvidos na região dos campos de cima da serra (Rio Grande do Sul) geram um novo olhar sobre a florística que compõe este ecossistema, com o avanço do conhecimento, famílias que se acreditava serem pouco representativas neste tipo de formação se destacam em algumas regiões, como as Euphorbiaceae, Rubiaceae,

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2737
desenvolvergestaoambiental

Apiaceae, Solanaceae, Malvaceae, Amaranthaceae, Verbenaceae, Plantaginaceae, Orchidaceae, Iridaceae e Lamiaceae (Boldrini et al., 2009).

A pesquisa desenvolvida por Boldrini e colaboradores (2009) envolveu revisão bibliográfica nas regiões de planalto de campos de altitude do rio Pelotas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O estudo listou 1161 espécies, das quais 107 são endêmicas e 76 ameaçadas de extinção, levando em consideração dados de campo, de herbário e a literatura disponível. Iganci et al (2011) utilizando metodologia similar inventariou 1020 táxons para áreas de campo, destacando 296 como endêmicos para a região dos campos de cima da serra. Os autores ressaltaram que a fitofisionomia de campos é um ecossistema único em termos de biodiversidade, e justificam o endemismo devido as barreiras que fragmentos de Floresta Ombrófila Mista propiciaram isolando populações de espécies campestres, associado ainda à alopatria entre as espécies, a qual funciona como um mecanismo primário de diferenciação.

Nos remanescentes de vegetação de campos naturais, distribuídos ao longo de suas áreas de ocorrência estão sujeitos às ações deliberadas de degradação de origem humana. Os campos de cima da serra possuem distribuição restrita às áreas da bacia hidrográfica do rio Pelotas, e compõem um gradiente de espécies e endemismos como foi verificado nas listas acima. São importantes as medidas de conservação desta biodiversidade, como maior rigor na legislação e fiscalização dos órgãos responsáveis, assim como o desenvolvimento de áreas para conservação, como citado no relatório de Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos (MMA, 2000). No estado de Santa Catarina, as áreas de conservação dos campos de altitude estão restritas à somente ao PARNA de São Joaquim, que abriga somente uma parte da biodiversidade do bioma, sendo necessária a criação de novas áreas visando abranger uma maior riqueza da formação.

Dentre as principais ameaças a este bioma Boldrini e colaboradores (2009) citam que a prática da queimada utilizada para renovação da vegetação de alimento para o gado, afeta diretamente as espécies menos susceptíveis visto que, não possuem adaptações e tolerância à queimada. O fogo acarreta numa redução na

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

riqueza de espécies, permitindo o desenvolvimento somente de espécies resistentes. Os autores ainda destacam a prática de substituição da vegetação campestre natural, por outras culturas de campo de interesse agropecuário. Outra fonte de impacto citada é a utilização das áreas de vegetação campestre para a implementação de atividades de silvicultura. Muitas vezes, sem o licenciamento adequado ou negligente, determinadas áreas de campos naturais são utilizadas pela indústria madeireira e de celulose para a implementação de extensas florestas de *Pinus* ssp. e *Eucalyptus* spp. as quais alteram completamente a dinâmica dos ecossistemas naturais, alterando a fisionomia de campo, trazendo sérias consequências para a manutenção da biodiversidade da região.

Os Campos Sulinos (como também são chamadas estas formações de campos) são formados por ecossistemas naturais com alta diversidade de espécies vegetais e animais, oferecem benefícios ambientais importantes e constituem fonte forrageira para a pecuária do sul do Brasil (Pillar et al., 2009). Além disso, a presença de diferentes fisionomias de comunidades campestres e estágios de expansão florestal, desde a presença de indivíduos arbóreos isolados até capões em zonas de transição com a Floresta com Araucária, certamente propiciam um incremento na diversidade (Pillar et al., 2009).

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 215 – Vegetação de campos nativos sob afloramento rochoso, e presença de espécies exóticas invasoras nas áreas.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 216 – Vegetação de campos nativos, com presença de *P. aquillinum* e vegetação de capões.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 217 – Vegetação de campos nativos sob afloramento rochoso, e presença de espécies exóticas invasoras na área. Observar ao fundo a vegetação de Floresta Ombrófila Mista em matas de galeria.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Em função da intensa exploração madeireira que ocorreu no passado, da demanda por terras, a vegetação natural tem sido substituída por áreas com usos alternativos da terra, como a urbanização, as atividades agrícolas e pecuárias e, mais recentemente, a silvicultura. Esse processo resultou em um mosaico de remanescentes vegetacionais, com diferentes áreas, formas e estágios de degradação (Negrini et al., 2014). Assim, a Floresta Ombrófila Mista encontra-se, assim como os demais remanescentes da Mata Atlântica, fragmentada e com sua composição florística alterada (HIGUCHI et al., 2012; LINGNER et al, 2007).

Contudo, mesmo estando atualmente isolados e perturbados, os remanescentes florestais desempenham funções ambientais de grande importância, como a proteção do solo e a manutenção dos cursos de água, a conexão entre fragmentos e reservas florestais e o sequestro de carbono atmosférico, mitigando os efeitos negativos das mudanças climáticas (HIGUCHI et al., 2012).

Figura 218 – Caracterização da cobertura florestal em mata ciliar e riparia.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.2.4.1.3 Matas Aluviais e Ripárias

Em formações aluviais, de beiras e margens de rios surgem variações microtopográficas sutis as quais determinam uma variedade de ambientes relativamente próximos entre si, associados às diferenças de distribuição e desenvolvimento de espécies e de comunidades vegetais, tornando-se um reflexo das características, muitas vezes restritivas, inerentes a esse meio (Tricart, 1968). A complexidade da biota dentro destes ambientes está muito relacionada à dinâmica do curso hídrico, e seus regimes de cheias e escassez, os quais conferem distintos nichos para a ocupação de fauna como de flora.

O termo de floresta aluvial é também utilizado ao referir-se para as matas ciliares. Para Bertoni et al. (1982), as matas ciliares ripárias e de galerias, vegetações típicas das margens de rios e reservatórios são compostas por espécies características de áreas inundáveis, que apresentam dispersão relacionada aos cursos d'água. A existência deste tipo de vegetação, portanto, está diretamente

relacionada à existência de diversas espécies de peixes. Muitos animais aquáticos dependem dos frutos, das flores e folhas das matas ciliares e até dos insetos.

Outra importância associada às matas ciliares é o papel de proteção dos terrenos das margens dos mananciais, que, sem a vegetação, são levados pela água da chuva, causando a erosão no solo. Segundo Lorenzi (1992), as florestas nativas (principalmente as ripárias ou de galerias), em regiões agrícolas desenvolvidas desempenham funções vitais na qualidade da água dos mananciais, absorvendo e filtrando a água das chuvas contaminadas com resíduos de fertilizantes e agrotóxicos que escorrem sobre o solo, ajudando a evitar as contaminações das nascentes, aumentando o suprimento de água despoluída aos aquíferos subterrâneos. Ainda em relação às zonas ripárias, Rodrigues e Leitão Filho (2001) citam que estas zonas têm sido consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal. Essa função ecológica é sem dúvida razão suficiente para justificar a importância da mata ciliar.

Neste contexto, a Floresta Ombrófila Mista quando associada a cursos hídricos recebe o aspecto de Floresta Aluvial. Devido a interferência da dinâmica dos rios em sua composição florística, mantendo a dominância da A. *angustifolia,* em associação com as espécies que podem variar de acordo com a situação geográfica e a altitude. Além da *ochloespécie* dominante, também são encontrados o *Podocarpus lambertii, Drimys brasiliensis, D. angustifolia* típicas das altitudes, e conforme a diminuição da altitude, a *A. angustifolia* associa-se a vários ecótipos de *Angiospermae* da família Lauraceae*,* merecendo destaque os gêneros: *Ocotea*, *Cryptocarya* e *Nectandra,* entre outros de menor expressão além de *Luehea divaricata* e *Blepharocalyx salicifolius* no estrato emergente e pela *Sebastiania commersoniana,* no estrato arbóreo contínuo (IBGE, 2012).

O termo Floresta Ombrófila Mista Aluvial é uma denominação proposta por Veloso et al. (1991) para designar trechos de Floresta Ombrófila Mista que ocupam os terrenos aluvionares situados nos flúvios das serras costeiras voltadas para o interior ou nos planaltos. É uma formação caracterizada por um pequeno número de espécies seletivas, adaptadas a se desenvolver nos solos altamente higromórficos e

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2737
desenvolvergestaoambiental

sujeitos a periódicas enchentes, existentes ao longo dos rios do planalto sul brasileiro (Klein, 1984).

Em áreas aluviais, os distúrbios provocados por inundações representam uma das principais forças ecológicas que controlam o estabelecimento de espécies arbóreas (Duncan, 1993; Oliveira Filho et al., 1994; Guilherme et al., 2004; Budke et al., 2008). Isto ocorre porque estes eventos promovem uma elevada heterogeneidade ambiental no espaço e no tempo (Budke et al., 2010), uma vez que a intensidade, frequência e duração da inundação podem variar em função de vários fatores, como o regime hídrico do curso d'água e topografia. Os pulsos de alagamento sobre as áreas aluviais podem resultar no impacto direto da correnteza sobre as plantas estabelecidas no dique marginal ou nas planícies aluviais localizadas após o dique, com diferentes níveis de oxigenação do ambiente edáfico e variações nas propriedades químicas e físicas dos solos (Silva et al., 2007; Silva et al., 2012). Assim, nestas áreas, observa-se a existência de diferentes condições ambientais, representando nichos ecológicos distintos para o estabelecimento de espécies arbóreas (Carvalho et al., 2009), o que resulta em uma composição florística-estrutural do componente arbóreo organizada de forma não homogênea no espaço.

Destacam-se em termos de ecologia e adaptabilidade, nas matas aluviais, as espécies conhecidas como reófitas, termo empregado por Klein (1979), para caracterizar plantas de hábito ripário, que se desenvolvem em matas ciliares e áreas rupestres próximas a rios e corpos-d'água, cujas características morfológicas de forma geral funcionam como adaptações para sobreviver em ambientes ripários propensos a constantes variações nos fluxos de água. Em geral, as reófitas apresentam sistema radicular forte e bem desenvolvido, apto para desempenhar aderência às rochas, protegendo do movimento dos cascalhos e seixos rolados; caules rijos e resistentes, porém flexíveis, suportando as tensões das correntes de água; folhas ou folíolos, em geral, estreitos ou lanceolados, evidenciando estenofilia (estreitos e longos), o que confere aspectos hidrodinâmicos a esses vegetais (Arioli *et al*. 2008).

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2737
desenvolvergestaoambiental

Figura 219 – Aspecto da vegetação ciliar e ambientes reofítico no rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 220 – Aspecto da vegetação ciliar e ambientes reofítico no rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 221 – Aspecto da vegetação ciliar e ambientes reofítico no rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 222 – Aspecto da vegetação ciliar e ambientes reofítico no rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 223 – Aspecto da vegetação ciliar e ambientes reofítico no rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Este grupo de plantas é composto por espécies de diferentes espécies e famílias, as quais são pouco conhecidas e analisadas. Estudos compreendendo reófitas são escassos na literatura e bastante raros referindo-se à região sul do Brasil. Nesse contexto, o único trabalho de vegetação conceituada como reófitas para os rios de Santa Catarina, é o produzido por Klein (1979), o qual apresenta uma lista preliminar de reófitas onde são citadas 42 espécies, pertencentes a 21 famílias. Outro trabalho que envolve o tema é o estudo desenvolvido por Bernardes (2012) no rio Pelotas e alguns afluentes. O levantamento preliminar identificou 47 espécies, pertencentes a 31 famílias, porém o mesmo abordou a flora presente em somente dois pontos amostrais, o que não reflete toda a diversidade deste grupo distribuída na extensão do rio Pelotas e afluentes.

Recentemente, uma nova espécie de reófita foi descrita para o rio Pelotinhas, na região do município de Capão Alto. A espécie denominada *Myrcianthes riparia* Sobral, Grippa & Guimarães, foi descrita por Sobral e colaboradores (2012) e sua

distribuição está relacionada com a bacia do Rio Pelotas, com ocorrência confirmada para beiras de rios de altitude, também sendo encontrada no município de Vacaria no estado do Rio Grande do Sul. Esta descoberta botânica ressalta a importância de levantamentos e abordagens mais precisas nas áreas de vegetação ripária, a qual apresenta dispersão extremamente associada ao curso hídrico, podendo apresentar endemismos e populações isoladas em cânions, ilhas e lageados comuns aos rios de altitudes.

A vegetação de ambientes ripários pode estar representada por três tipologias distintas, diagnosticadas por Bernardes (2012): vegetação herbácea ou herbáceo-arbustiva (1), vegetação arbustivo-arbórea (2), e vegetação arbórea (3), representada na imagem a seguir.

Figura 224- Tipologias de vegetação ripária proposto por Bernardes, 2012.



Fonte: Bernardes, 2012

Além destas tipologias é necessário incluir a vegetação de espécies potencialmente rupícolas de hábito submerso. Entre as principais cita-se a família

Podostemaceae e Hydrocharitaceae entre outras cujo desenvolvimento é totalmente dependente da submersão parcial da planta até determinadas profundidades. São plantas especialmente adaptadas aos ciclos do curso hídrico, compondo a base alimentar dentro do grupo aquático, especialmente para ictiofauna de corredeiras, cujo alimentação é dependente autóctone, sendo registrado por Flausino Junior (2008). A transformação dos ecossistemas lóticos em lênticos altera toda a dinâmica hidrológica por quilômetros de leitos de rios, nos quais os organismos mais afetados, por ocuparem habitar tão singular, são os representantes destas famílias.

7.2.4.2 Amostragem

7.2.4.2.1 Resultados vegetação arbórea

7.2.4.2.1.1 Análise Florística e Fitossociológica

O levantamento florístico e fitossociológico amostrou 1022 indivíduos, sendo reconhecidos em 97 entidades taxonômicas, e uma média de 127 indivíduos em 400m², em que as espécies mais abundantes e frequentes foram: *Sebastiania commersoniana*, *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii*, *Allophylus edulis*, *Lithraea brasiliensis*, *Prunus myrtifolia* e *Dicksonia sellowiana*. São espécies de ampla ocorrência na Floresta Ombrófila Mista, muitas delas restritas e exclusivas à essa formação.

O estudo fitossociológico realizado individualmente apontou que esse conjunto de espécies ocupava geralmente as primeiras posições em VI, geralmente superiores a 10%, conforme é apontado na tabela abaixo.

Tabela 114: Lista das espécies com os maiores valores de importância para cada área amostral avaliada.

Espécie	ni	Gi	DRi	FRi	VIi	UA
Podocarpus lambertii Klotzsch ex Endl.	18	0.531	13.953	5.405	62.981	A1
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	19	0.138	14.729	5.405	31.443	A1
Myrcia palustris DC.	17	0.154	13.178	2.703	28.499	A1
Lithraea brasiliensis Marchand	5	0.041	3.876	5.405	12.690	A1
Myrceugenia euosma (O. Berg) D. Legrand	5	0.062	3.876	2.703	11.655	A1
Dicksonia sellowiana Hook.	19	0.645	19.588	5.882	59.710	A2

Espécie	ni	Gi	DRi	FRi	VIi	UA
Symplocos trachycarpos Brand	5	0.284	5.155	2.941	23.170	A2
Podocarpus lambertii Klotzsch ex Endl.	4	0.178	4.124	5.882	19.462	A2
Calyptranthes tricona D.Legrand	7	0.113	7.216	2.941	16.173	A2
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	4	0.110	4.124	5.882	15.838	A2
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	12	0.361	11.111	5.556	41.952	A3
Podocarpus lambertii Klotzsch ex Endl.	12	0.296	11.111	5.556	37.410	A3
Myrciaria tenella (DC.) O. Berg	10	0.229	9.259	5.556	30.828	A3
Prunus myrtifolia (L.) Urb.	13	0.095	12.037	5.556	24.229	A3
Myrrhinium atropurpureum Schott	7	0.057	6.481	2.778	13.240	A3
Podocarpus lambertii Klotzsch ex Endl.	16	0.274	13.559	5.714	44.195	A4
Myrciaria floribunda (West ex Willd.) O. Berg	18	0.122	15.254	5.714	32.119	A4
Lithraea brasiliensis Marchand	2	0.167	1.695	5.714	22.584	A4
Myrceugenia glaucescens (Cambess.) D.Legrand & Kausel	10	0.062	8.475	2.857	16.942	A4
Casearia sylvestris Sw.	7	0.072	5.932	2.857	15.382	A4
Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs	87	0.479	53.049	6.061	110.159	A5
Allophylus edulis (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk.	17	0.047	10.366	6.061	21.443	A5
Piptocarpha angustifolia Dusén ex Malme	6	0.093	3.659	3.030	16.637	A5
Casearia sylvestris Sw.	9	0.041	5.488	6.061	15.914	A5
Schinus terebinthifolius Raddi	4	0.038	2.439	6.061	12.561	A5
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	18	1.139	13.636	5.000	54.819	A6
Podocarpus lambertii Klotzsch ex Endl.	15	0.967	11.364	5.000	47.082	A6
Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs	16	0.085	12.121	5.000	19.810	A6
Sebastiania brasiliensis Spreng.	17	0.013	12.879	2.500	15.797	A6
Matayba elaeagnoides Radlk.	8	0.134	6.061	5.000	15.309	A6
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	13	0.387	10.156	5.556	47.509	A7
Lithraea brasiliensis Marchand	21	0.167	16.406	2.778	32.884	A7
Podocarpus lambertii Klotzsch ex Endl.	9	0.094	7.031	2.778	17.508	A7
Symplocos trachycarpos Brand	5	0.102	3.906	2.778	15.036	A7
Allophylus edulis (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk.	11	0.010	8.594	2.778	12.156	A7
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	18	0.758	12.329	4.651	49.508	A8
Matayba elaeagnoides Radlk.	16	0.350	10.959	4.651	30.643	A8
Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan	13	0.327	8.904	4.651	27.562	A8
Lithraea brasiliensis Marchand	5	0.163	3.425	2.326	12.724	A8
Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.	9	0.017	6.164	4.651	11.544	A8

ni: número de indivíduos, Gi: Área Basal da espécie, Dri: Densidade Relativa, FRi: Frequência Relativa, VIi: Valor de importância, UA: Área amostral
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Tabela 115- Parâmetros fitossociológicos mensurados.

táxon	ni	Gi	Ui	DAi	DRi	DoAi	DoRi	VCi	PCi	FAi	FRi	VIi	PIi
Acca sellowiana (O.Berg) Burret	14	0.107	3	700	1.370	5.325	0.803	2.173	1.086	18.75	1.02	3.19	1.06
Allophylus edulis (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk.	51	0.134	8	2550	4.990	6.692	1.009	5.999	3.000	50	2.71	8.71	2.90
Allophylus puberulus (Cambess.) Radlk.	2	0.011	2	100	0.196	0.549	0.083	0.279	0.139	12.5	0.68	0.96	0.32
Annona neosalicifolia H.Rainer	9	0.051	3	450	0.881	2.539	0.383	1.263	0.632	18.75	1.02	2.28	0.76
Annona rugulosa (Schltdl.) H.Rainer	1	0.004	1	50	0.098	0.193	0.029	0.127	0.063	6.25	0.34	0.47	0.16
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	86	2.900	14	4300	8.415	144.998	21.865	30.280	15.140	87.5	4.75	35.03	11.68
Ateleia glazioviana Baill.	5	0.005	2	250	0.489	0.237	0.036	0.525	0.262	12.5	0.68	1.20	0.40
Berberis laurina Thunb.	2	0.003	2	100	0.196	0.147	0.022	0.218	0.109	12.5	0.68	0.90	0.30
Bernardia pulchella (Baill.) Müll. Arg.	1	0.001	1	50	0.098	0.054	0.008	0.106	0.053	6.25	0.34	0.44	0.15
Calyptranthes concinna DC.	9	0.054	1	450	0.881	2.709	0.408	1.289	0.645	6.25	0.34	1.63	0.54
Calyptranthes tricona D.Legrand	7	0.113	1	350	0.685	5.665	0.854	1.539	0.770	6.25	0.34	1.88	0.63
Campomanesia xanthocarpa (Mart.) O.Berg	13	0.017	4	650	1.272	0.837	0.126	1.398	0.699	25	1.36	2.75	0.92
Casearia decandra Jacq.	4	0.156	4	200	0.391	7.810	1.178	1.569	0.785	25	1.36	2.92	0.97
Casearia sylvestris Sw.	27	0.136	7	1350	2.642	6.808	1.027	3.668	1.834	43.75	2.37	6.04	2.01
Cedrela fissilis Vell.	2	0.003	2	100	0.196	0.134	0.020	0.216	0.108	12.5	0.68	0.89	0.30
Cinnamodendron dinisii (Schwacke) Occhioni	11	0.065	5	550	1.076	3.248	0.490	1.566	0.783	31.25	1.69	3.26	1.09
Citrus sp.	1	0.000	1	50	0.098	0.021	0.003	0.101	0.051	6.25	0.34	0.44	0.15
Cordia americana (L.) Gottschling & J.S. Mill.	5	0.117	3	250	0.489	5.864	0.884	1.373	0.687	18.75	1.02	2.39	0.80
Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.	1	0.035	1	50	0.098	1.745	0.263	0.361	0.180	6.25	0.34	0.70	0.23
Cryptocarya aschersoniana Mez	1	0.034	1	50	0.098	1.681	0.253	0.351	0.176	6.25	0.34	0.69	0.23
Cupania vernalis Cambess.	5	0.018	2	250	0.489	0.894	0.135	0.624	0.312	12.5	0.68	1.30	0.43
Dicksonia sellowiana Hook.	30	0.767	5	1500	2.935	38.342	5.782	8.717	4.359	31.25	1.69	10.41	3.47
Drimys brasiliensis Miers	14	0.062	8	700	1.370	3.083	0.465	1.835	0.917	50	2.71	4.55	1.52
Erythroxylum deciduum A.St.-Hil.	1	0.001	1	50	0.098	0.040	0.006	0.104	0.052	6.25	0.34	0.44	0.15
Eugenia pyriformis Cambess.	6	0.089	2	300	0.587	4.472	0.674	1.261	0.631	12.5	0.68	1.94	0.65

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

táxon	ni	Gi	Ui	DAi	DRi	DoAi	DoRi	VCi	PCi	FAi	FRi	VIi	PIi
Eugenia rostrifolia D. Legrand	5	0.016	1	250	0.489	0.781	0.118	0.607	0.303	6.25	0.34	0.95	0.32
Eugenia uruguayensis Cambess.	3	0.002	2	150	0.294	0.085	0.013	0.306	0.153	12.5	0.68	0.98	0.33
Hovenia dulcis Thunb.	5	0.005	2	250	0.489	0.274	0.041	0.531	0.265	12.5	0.68	1.21	0.40
Ilex paraguariensis A. St.-Hil.	9	0.074	6	450	0.881	3.676	0.554	1.435	0.717	37.5	2.03	3.47	1.16
Ilex theizans Mart. ex Reissek	1	0.015	1	50	0.098	0.770	0.116	0.214	0.107	6.25	0.34	0.55	0.18
Lamanonia ternata Vell.	7	0.172	3	350	0.685	8.605	1.298	1.983	0.991	18.75	1.02	3.00	1.00
Lithraea brasiliensis Marchand	38	0.660	10	1900	3.718	32.990	4.975	8.693	4.346	62.5	3.39	12.08	4.03
Lonchocarpus campestris Mart. ex Benth.	1	0.002	1	50	0.098	0.115	0.017	0.115	0.058	6.25	0.34	0.45	0.15
Luehea divaricata Mart. & Zucc.	10	0.016	2	500	0.978	0.818	0.123	1.102	0.551	12.5	0.68	1.78	0.59
Matayba elaeagnoides Radlk.	29	0.528	7	1450	2.838	26.402	3.981	6.819	3.409	43.75	2.37	9.19	3.06
Maytenus muelleri Schwacke	8	0.039	4	400	0.783	1.966	0.296	1.079	0.540	25	1.36	2.44	0.81
Maytenus sp.	1	0.002	1	50	0.098	0.095	0.014	0.112	0.056	6.25	0.34	0.45	0.15
Miconia cinerascens Miq.	7	0.018	2	350	0.685	0.892	0.134	0.819	0.410	12.5	0.68	1.50	0.50
Morta	18	0.174	6	900	1.761	8.678	1.309	3.070	1.535	37.5	2.03	5.10	1.70
Myrceugenia euosma (O. Berg) D. Legrand	17	0.175	3	850	1.663	8.742	1.318	2.982	1.491	18.75	1.02	4.00	1.33
Myrceugenia glaucescens (Cambess.) D.Legrand & Kausel	11	0.062	2	550	1.076	3.091	0.466	1.542	0.771	12.5	0.68	2.22	0.74
Myrcia anacardiifolia Gardner	1	0.007	1	50	0.098	0.335	0.050	0.148	0.074	6.25	0.34	0.49	0.16
Myrcia glabra (O.Berg) D.Legrand	2	0.004	2	100	0.196	0.175	0.026	0.222	0.111	12.5	0.68	0.90	0.30
Myrcia guianensis (Aubl.) DC.	4	0.024	2	200	0.391	1.180	0.178	0.569	0.285	12.5	0.68	1.25	0.42
Myrcia hartwegiana (O. Berg) Kiaersk	2	0.017	1	100	0.196	0.859	0.129	0.325	0.163	6.25	0.34	0.66	0.22
Myrcia hatschbachii D. Legrand	1	0.002	1	50	0.098	0.108	0.016	0.114	0.057	6.25	0.34	0.45	0.15
Myrcia hebepetala DC.	2	0.002	1	100	0.196	0.077	0.012	0.207	0.104	6.25	0.34	0.55	0.18
Myrcia lajeana D. Legrand	8	0.044	2	400	0.783	2.216	0.334	1.117	0.558	12.5	0.68	1.79	0.60
Myrcia oblongata DC.	14	0.052	4	700	1.370	2.593	0.391	1.761	0.880	25	1.36	3.12	1.04
Myrcia palustris DC.	18	0.154	2	900	1.761	7.716	1.163	2.925	1.462	12.5	0.68	3.60	1.20
Myrcia pulchra (O.Berg) Kiaersk.	2	0.001	1	100	0.196	0.036	0.005	0.201	0.101	6.25	0.34	0.54	0.18

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

táxon	ni	Gi	Ui	DAi	DRi	DoAi	DoRi	VCi	PCi	FAi	FRi	VIi	PIi
Myrcia splendens (Sw.) DC.	4	0.075	3	200	0.391	3.738	0.564	0.955	0.478	18.75	1.02	1.97	0.66
Myrcianthes gigantea (D. Legrand) D. Legrand	9	0.136	2	450	0.881	6.778	1.022	1.903	0.951	12.5	0.68	2.58	0.86
Myrciaria delicatula (DC.) O. Berg	5	0.014	1	250	0.489	0.705	0.106	0.596	0.298	6.25	0.34	0.93	0.31
Myrciaria floribunda (West ex Willd.) O. Berg	23	0.190	5	1150	2.250	9.503	1.433	3.683	1.842	31.25	1.69	5.38	1.79
Myrciaria tenella (DC.) O. Berg	18	0.243	6	900	1.761	12.159	1.833	3.595	1.797	37.5	2.03	5.63	1.88
Myrocarpus frondosus Allemão	4	0.023	1	200	0.391	1.142	0.172	0.564	0.282	6.25	0.34	0.90	0.30
Myrrhinium atropurpureum Schott	7	0.057	1	350	0.685	2.844	0.429	1.114	0.557	6.25	0.34	1.45	0.48
Myrsine coriacea (Sw.) R. Br.	10	0.022	9	500	0.978	1.119	0.169	1.147	0.574	56.25	3.05	4.20	1.40
Myrsine sp.	3	0.001	2	150	0.294	0.036	0.005	0.299	0.149	12.5	0.68	0.98	0.33
Myrtaceae	2	0.006	1	100	0.196	0.320	0.048	0.244	0.122	6.25	0.34	0.58	0.19
Nectandra lanceolata Nees & Mart.	6	0.129	5	300	0.587	6.472	0.976	1.563	0.782	31.25	1.69	3.26	1.09
Nectandra megapotamica (Spreng.) Mez	2	0.091	2	100	0.196	4.547	0.686	0.881	0.441	12.5	0.68	1.56	0.52
NI	3	0.060	2	150	0.294	2.994	0.451	0.745	0.373	12.5	0.68	1.42	0.47
Ocotea porosa (Nees) Barroso.	1	0.001	1	50	0.098	0.040	0.006	0.104	0.052	6.25	0.34	0.44	0.15
Ocotea diospyrifolia (Meisn.) Mez	5	0.016	2	250	0.489	0.810	0.122	0.611	0.306	12.5	0.68	1.29	0.43
Ocotea puberula (Rich.) Nees	6	0.006	3	300	0.587	0.312	0.047	0.634	0.317	18.75	1.02	1.65	0.55
Ocotea pulchella (Nees) Mez	5	0.028	2	250	0.489	1.391	0.210	0.699	0.349	12.5	0.68	1.38	0.46
Ocotea sp.	2	0.006	1	100	0.196	0.303	0.046	0.241	0.121	6.25	0.34	0.58	0.19
Oreopanax fulvum Marchal	2	0.006	2	100	0.196	0.286	0.043	0.239	0.119	12.5	0.68	0.92	0.31
Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan	14	0.329	2	700	1.370	16.428	2.477	3.847	1.924	12.5	0.68	4.53	1.51
Piptocarpha angustifolia Dusén ex Malme	18	0.236	6	900	1.761	11.803	1.780	3.541	1.771	37.5	2.03	5.58	1.86
Plinia peruviana (Poir.) Govaerts	3	0.004	2	150	0.294	0.211	0.032	0.325	0.163	12.5	0.68	1.00	0.33
Podocarpus lambertii Klotzsch ex Endl.	81	2.354	14	4050	7.926	117.713	17.750	25.676	12.838	87.5	4.75	30.42	10.14
Pouteria sp.	1	0.051	1	50	0.098	2.547	0.384	0.482	0.241	6.25	0.34	0.82	0.27
Prunus myrtifolia (L.) Urb.	33	0.411	12	1650	3.229	20.537	3.097	6.326	3.163	75	4.07	10.39	3.46
Quillaja brasiliensis (A.St.-Hil. & Tul.) Mart.	4	0.041	1	200	0.391	2.031	0.306	0.698	0.349	6.25	0.34	1.04	0.35

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

táxon	ni	Gi	Ui	DAi	DRi	DoAi	DoRi	VCi	PCi	FAi	FRi	VIi	PIi
Roupala asplenioides Sleumer	2	0.001	2	100	0.196	0.069	0.010	0.206	0.103	12.5	0.68	0.88	0.29
Roupala brasiliensis Klotzsch	1	0.004	1	50	0.098	0.193	0.029	0.127	0.063	6.25	0.34	0.47	0.16
Rudgea parquioides (Cham.) Müll.Arg.	5	0.019	1	250	0.489	0.933	0.141	0.630	0.315	6.25	0.34	0.97	0.32
Sapium glandulosum (L.) Morong	6	0.065	3	300	0.587	3.268	0.493	1.080	0.540	18.75	1.02	2.10	0.70
Schinus terebinthifolius Raddi	16	0.105	8	800	1.566	5.271	0.795	2.360	1.180	50	2.71	5.07	1.69
Sebastiania brasiliensis Spreng.	19	0.018	2	950	1.859	0.888	0.134	1.993	0.996	12.5	0.68	2.67	0.89
Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs	114	0.626	8	5700	11.155	31.308	4.721	15.876	7.938	50	2.71	18.59	6.20
Siphoneugena reitzii D. Legrand	5	0.002	3	250	0.489	0.119	0.018	0.507	0.254	18.75	1.02	1.52	0.51
Sorocea bonplandii (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	2	0.005	2	100	0.196	0.273	0.041	0.237	0.118	12.5	0.68	0.91	0.30
Strychnos brasiliensis Mart.	5	0.066	4	250	0.489	3.279	0.495	0.984	0.492	25	1.36	2.34	0.78
Styrax leprosus Hook. & Arn.	4	0.019	2	200	0.391	0.952	0.144	0.535	0.267	12.5	0.68	1.21	0.40
Symplocos trachycarpos Brand	10	0.386	2	500	0.978	19.282	2.908	3.886	1.943	12.5	0.68	4.56	1.52
Vernonanthura discolor (Spreng.) H.Rob.	2	0.023	2	100	0.196	1.149	0.173	0.369	0.185	12.5	0.68	1.05	0.35
Xylosma ciliatifolia (Clos) Eichler	3	0.007	1	150	0.294	0.341	0.051	0.345	0.173	6.25	0.34	0.68	0.23
Xylosma sp.	1	0.000	1	50	0.098	0.008	0.001	0.099	0.050	6.25	0.34	0.44	0.15
Xylosma tweediana (Clos) Eichler	3	0.029	3	150	0.294	1.426	0.215	0.509	0.254	18.75	1.02	1.53	0.51
Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.	12	0.027	2	600	1.174	1.351	0.204	1.378	0.689	12.5	0.68	2.06	0.69
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	9	0.178	5	450	0.881	8.920	1.345	2.226	1.113	31.25	1.69	3.92	1.31

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

No contexto da biologia de populações e comunidades o termo raridade é frequentemente utilizado para representar uma variedade de particularidades distintas, relacionadas com abundância, distribuição geográfica, ocupação de habitat, persistência temporal, grau de ameaça, fluxo gênico, diversidade genética, endemismo e distinção taxonômica (Gaston, 1994); tendo sido reconhecida como preditora de vulnerabilidade e precursora à extinção (Goerck, 1997).

Entre as espécies de mais baixa frequência e IVI, destacam-se predominantemente representantes da família Myrtaceae, com baixo registro de coletas para a região serrana catarinense (via plataforma http://inct.splink.org.br/), e indica certo grau de endemismo ou raridade regional. Entre elas destacam-se *Myrcia lajeana* que apresenta distribuição restrita na região sul do Brasil, em áreas de planalto com altitude superior a 1200, nas formações de Ombrófila Mista em contato com campos naturais; *Myrceugenia glaucescens* consta, sob o sinônimo *M. grisea* Legrand, na lista das espécies raras ou ameaçadas de extinção de Santa Catarina (Klein 1990), na qual seu status de conservação é "Em Perigo", devido ao fato de que *M. grisea* é considerada pelo autor como bastante rara e possivelmente endêmica; além de *Myrcia glabra*, *Myrcia palustris*, *Myrcia hatschbachii*, *Myrcia hartwegiana* as quais não possuem dados suficientes, e não foram avaliadas sob nível ameaça de extinção em território nacional (Sobral et al., 2015; BFG, 2015).

As espécies *Cryptocarya aschersoniana*, *Lonchocarpus campestris* e *Ocotea pulchella* também apontadas como baixo IVI, possuem habitat preferencial em interior de fragmentos, não sendo comuns em ambientes ripários nas regiões de elevada altitude. Ambas são espécies do grupo ecológico secundárias iniciais, comuns em ambientes em regeneração ou perturbados, com clareiras e bordas. Chama a atenção o táxon *Roupala brasiliensis* apontado com baixa frequência, visto ser uma espécie indicadora de Floresta Ombrófila Mista Montana (Klein, 1978), muito adaptada ao clima regional e condições naturais.

Os táxons *Quillaja brasiliensis* e *Ocotea porosa* apontados como raros e de baixa frequência nas áreas estudadas, estão na lista de espécies ameaçadas da flora brasileira (Brasil, 2014). *Quillaja brasiliensis* é restrita aos Pampas Sulinos e Mata Atlântica, onde é encontrada em Floresta Ombrófila Densa e Floresta

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2737
desenvolvergestaoambiental

Ombrófila Mista. Apresenta área de ocorrência de 36 km² e está sujeita a quatro situações de ameaça. Conhecida por escassas coleções científicas, a espécie ocorre em biomas intensamente antropizados, e é bastante utilizada na medicina veterinária, construção civil, carpintaria, como lenha e na produção de carvão. Devido à sua intensa exploração, o número de indivíduos em suas subpopulações tem sido reduzido, porém não há informações específicas sobre esse quesito. São necessários investimentos em pesquisa científica e esforços de coleta a fim de certificar a existência de novas subpopulações, considerando sua viabilidade populacional e sua proteção, além da elaboração de um plano de manejo adequado que viabilize a exploração da espécie (CNCFlora, 2020).

Já *Ocotea porosa* possui área de ocorrência de 660 km². Habita a Floresta Ombrófila Densa Montana e Alto-montana e os Campos Rupestres. Ocorre associada à *Araucaria angustifolia* em aglomerados conhecidos por imbuias. Sua madeira é mundialmente apreciada, pela alta qualidade e beleza, usada na fabricação de móveis e também na construção civil. Foi maciçamente explorada e seu habitat muito reduzido e deteriorado. Estudos têm sido realizados para viabilizar a reprodução e assegurar a regeneração da espécie, que é difícil e lenta (CNCFlora, 2020).

As espécies *Podocarpus lambertii* e *Araucaria angustifolia* apresentaram elevados valores de IVI e frequência, demonstrando ampla distribuição destas espécies ameaçadas na região. Fator já conhecido, visto serem os principais elementos que compõem a cenose florística da Floresta Ombrófila Mista. Ambas são consideradas espécies ameaçadas tanto no âmbito nacional quanto estadual (Brasil, 2014; Consema, 2014) por conta da intensa exploração e ameaça aos diferentes habitats de ocorrência. Apesar de comuns na região serrana, são espécies endêmicas da Floresta Ombrófila Mista, a qual atualmente apresenta apenas 0,7% de sua cobertura original no território nacional (Medeiros et al., 2005) e no estado de Santa Catarina cobre menos de 25% da sua área original (Leite & Klein 1990; Vibrans et al. 2013).

A criticidade e ameaça sobre essas espécies estão mais relacionadas às pressões existentes nos processos de fragmentação florestal. Para plantas, os

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2737
desenvolvergestaoambiental

efeitos genéticos da fragmentação de *habitat* geralmente são complicados pelo hábito séssil, diferenças de longevidade entre espécies, quantidade de gerações pós-fragmentação, abundância pré-fragmentação, grande variedade de sistemas reprodutivos sexuais e assexuais, a possibilidade de fluxo gênico por pólen e por semente, a possibilidade de conservar material genético como sementes e as interações com animais polinizadores e vetores de dispersão, que por si só são afetados pela fragmentação (Young; Boyle; Brown, 1996).

Uma das principais metas nos programas de conservação, adicionalmente a preservação de *habitat*, é a manutenção dos níveis existentes de diversidade genética em espécies raras, ameaçadas ou que estão inseridas em biomas ameaçados. A perda da variabilidade deve reduzir a habilidade das populações de se adaptarem às mudanças ambientais e aumentar a sua susceptibilidade a pressões de pestes e doenças (Barret; Khon, 1991).

Estudo conduzido por Bittencourt e colaboradores (2019) com populações de *Podocarpus lambertii* chama a atenção para a diversidade genética da espécie. A presença de alelos raros nas populações e uma divergência genética significativa (F_{ST} = 0,303) evidenciam um baixo fluxo gênico histórico e um grande risco de perda de diversidade. Os resultados obtidos indicam a necessidade de conservação *in situ* das várias populações de *Podocarpus lambertii* e de um aumento da conectividade entre as populações remanescentes. Os autores ainda identificaram que as populações localizadas na microrregião de Campos de Lages, principalmente a população São José do Cerrito e Capão Alto apresentam também um papel importante na conservação da diversidade genética da espécie, pois, apresentam dois alelos exclusivos da região. Do mesmo modo, outra população importante para a conservação *in situ* é a população Campo Alegre, pois além de apresentar um alelo exclusivo, é a população com o maior índice de diversidade genética.

Araucaria angustifólia é uma das espécies de árvores mais exploradas do bioma Mata Atlântica (Guerra et al. 2002). Devido à intensa exploração e fragmentação resultante de seu habitat desde o início do século XX, *A. angustifólia* é hoje considerada em risco de extinção (IUCN, 2017), restando apenas 12,6% de sua área de ocorrência original (Ribeiro et al. 2009). A maioria das florestas de araucária

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2737
desenvolvergestaoambiental

agora está confinada a propriedades particulares em fragmentos dispersos, enquanto apenas 3,1% da área restante está em áreas protegidas (Ribeiro et al. 2009). *Araucaria angustifólia* é uma espécie-chave que ocorre naturalmente no Brasil (Shimizu e Oliveira 1981), e tem sido uma espécie arbórea importante da Floresta da Araucária, econômica, ecológica e culturalmente (Assis et al. 2010 ; Reis et al. 2014 ; Adan et al. . 2016), desde os tempos pré-colombiano (Reis et al. 2014).

Estudos genéticos referentes à espécie apontam para um índice de fixação elevado a alto (Reis et al., 2012), que pode estar associado à efeitos da endogamia, já que o seu sistema de cruzamento não permite autofecundação, e que o seu fluxo gênico é limitado, ocorrendo preferencialmente entre as primeiras classes de distância.

Em fragmentos florestais em área de campos, Cristofolini (2013) observou que valores de alta diversidade genética, ausência de endogamia, presença de imigração nas parcelas, dispersão de pólen e sementes a variadas distâncias e frequências, sugerem um ambiente propício à manutenção da diversidade genética da espécie, mesmo na presença de gado e constantes roçadas no campo. Zechini e colaboradores (2018) verificaram que a diversidade genética de populações de araucária em sistemas tradicionais de manejo é similar à de áreas protegidas, demonstrando a importância de pequenos fragmentos florestais isolados auxiliam na conservação da biodiversidade genéticas das espécies ameaçadas. De acordo com Critofolini (2013), as árvores isoladas na matriz campestre servem de trampolins de trocas alélicas entre os capões, matas de galerias, até possivelmente chegar a florestas contínuas ou remanescentes. O que demonstra que apesar de perturbações no recentes do período Antropoceno a espécie consegue manter o fluxo genético a partir dos fragmentos e árvores isoladas. Entretanto, é destaca a necessidade de manutenção destes habitats isolados para atuarem como trampolins de troca genética.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2737
desenvolvergestaoambiental

Figura 225 – Aspecto da paisagem de vegetação, com fragmentos isolados, matas de capões e exemplares de A. *angustifolia* isolados.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 226 – Vegetação ciliar, demonstrando a necessidade de manutenção destes ecossistemas que garantem a conectividade e fluxo genético entre as populações das espécies. Destaca-se a presença de *A. angustifolia* em diversos agrupamentos, contrastando com o avanço de áreas de silvicultura.



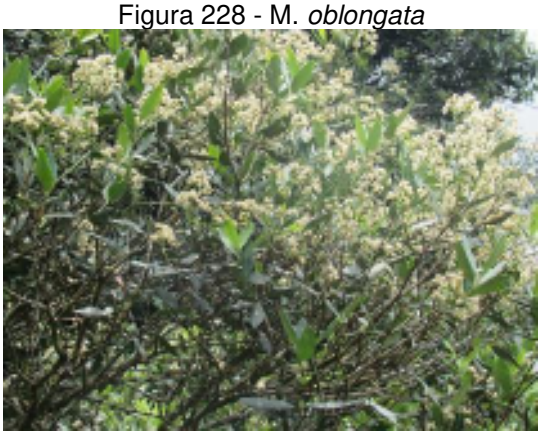
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 227 - O. *fulvus*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 228 - M. *oblongata*



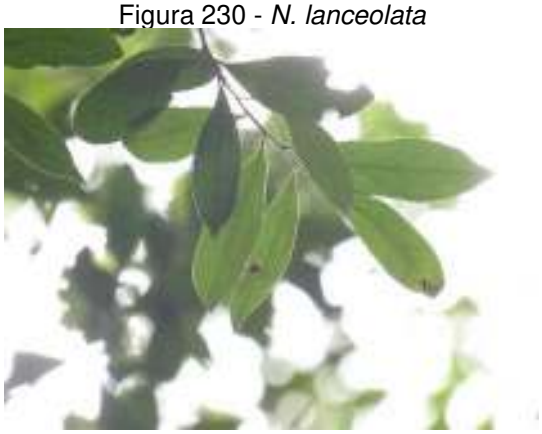
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 229 – *Z. rhoifolium*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 230 - *N. lanceolata*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 231 - *M. floribunda*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 232 - *P. lambertii*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 233 - *Inga sp*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 234 – *S. trachycarpos*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 235 - *D. brasiliensis*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 236 - *M. euosma*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 237 – *S. glandulosum*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 238 - *B. pilosa*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 239 - *S. commersoniana*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 240 - *N. megapotamica*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 241 - *X. twediiana*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 242 - *P. myrtifolia*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 243 - *M. scabrela*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 244 - *Z. fagara*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 245 - *A. angustifolia* cobrindo estrato emergente



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 246 - *L. brasiliensis*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 247 - *S. leprosus*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 248 - *M. muelleri*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.2.4.2.1.2 Similaridade florística

Os dados obtidos foram processados e compilados juntamente com dados de levantamentos realizados na região do rio Caveiras, e com unidades amostrais do IFFSC realizadas na bacia do Caveiras. Foi realizada análise de similaridade através do índice de jaccard, o qual indica a proporção de espécies compartilhadas entre diferentes amostras em relação ao total de espécies amostradas. Apesar de utilizadas distintas metodologias de amostragem em cada estudo, objetivou-se realizar comparações com trabalhos cujo foco estava na vegetação arbórea.

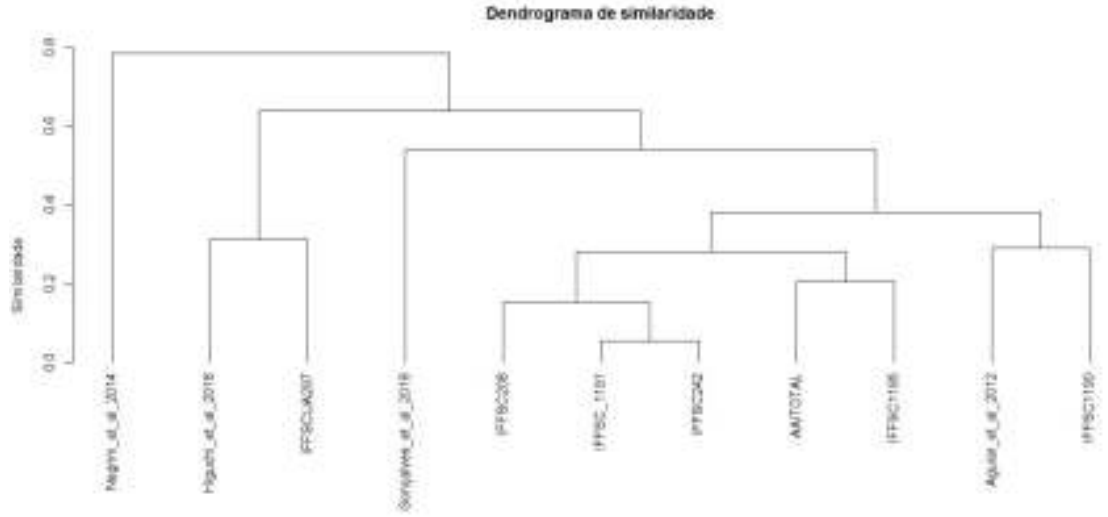
O valor médio de similaridade foi de J=0,29, sendo calculada as relações entre cada estudo avaliado e listado abaixo.

Tabela 116- Índices de similaridade.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
F2	0.357									
F3	0.328	0.541								
F4	0.362	0.545	0.637							
F5	0.179	0.162	0.161	0.165						
F6	0.271	0.291	0.318	0.310	0.324					
F7	0.206	0.237	0.253	0.269	0.203	0.373				
F8	0.280	0.381	0.449	0.404	0.152	0.234	0.281			
F9	0.118	0.110	0.143	0.125	0.055	0.148	0.195	0.145		
F10	0.233	0.319	0.338	0.312	0.174	0.328	0.309	0.323	0.178	
F11	0.350	0.639	0.683	0.784	0.160	0.333	0.305	0.440	0.114	0.337

AAITOTAL: F1; Aguiar et al., 2012: F2, Gonçalves et al., 2018: F3 ; Higuchi et al., 2018 : F4 ; IFFSC1191 : F5 ; IFFSC1190: F6; IFFSC1195: F7; IFFSC208: F8; IFFSC242: F9; IFFSCUA297: F10; Negrini et al; 2014: F11. Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 249 - Análise de agrupamento pelo índice de similaridade entre diferentes estudos elencados



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

A similaridade média calculada pode ser considerada baixa, influenciada por poucos registros de determinadas espécies consideradas raras, revelando uma alta heterogeneidade do componente arbóreo entre os estudos utilizados na comparação. Isso pode refletir na existência de padrões fitogeográficos baseados na distribuição das espécies, ou também nas diferentes metodologias e ambientes amostrados em cada estudo. As diferenças encontradas indicam que as espécies da Floresta Ombrófila Mista se caracterizam por se distribuírem espacialmente em mosaicos e mesmo as comunidades situadas em áreas dentro da mesma bacia apresentam-se florística e estruturalmente diferenciadas. Essa consideração reforça a necessidade de avaliação pontual para cada interferência a ser realizada na bacia, visto que, diante da amplitude e da heterogeneidade dentro dos fragmentos ao longo do rio Caveiras, podem ser encontradas áreas com potencial ocorrência de populações de espécies raras ou de baixa frequência.

7.2.4.2.1.3 Grupos Ecológicos

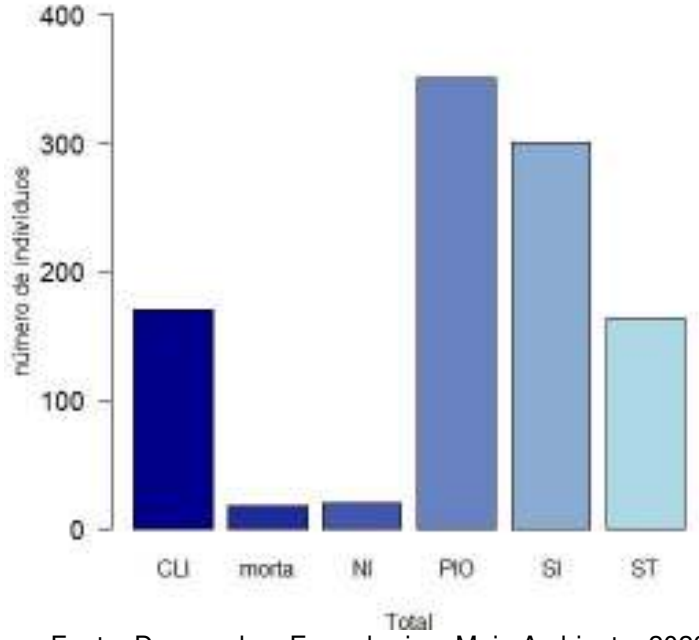
Os fragmentos florestais de determinados ecossistemas são constituídos pela vegetação aparente, e pelos propágulos, sementes e bancos de regeneração presentes no solo. O banco de sementes conserva-se no solo, sem germinar, em razão de fatores bióticos (inibidores químicos, período de latência, atividades de

micro-organismos, etc.) e de fatores abióticos (luz, temperatura, umidade, etc.), condicionando o futuro potencial florístico da vegetação (Hasper et al., 1965). Ele é formado por espécies de etapas sucessionais anteriores e espécies que não tinham estado presentes na área e que fazem parte do potencial, graças à sua capacidade de dispersão. Gomez-Pompa e colaboradores (1972) observaram que grande proporção de espécie, secundárias, está na forma de sementes no solo florestal. O recurso principal na determinação do comportamento das espécies, na dinâmica de sucessão, é a luz. Baseado nisso, têm surgido diversas classificações de grupos ecológicas de espécies arbóreas tropicais.

Diante dos dados levantados a campo foi observado um maior predomínio de espécies do grupo ecológico Pioneiras, seguida pelas Secundárias Tardias. Grande parte dos indivíduos do grupo de Pioneiras está a espécie *A. angustifolia*, que apesar de longévola, apresenta características como tolerância à luz e dessecação, ocupando os ambientes abertos, capões e áreas de campo com maior eficiência. A espécie é reconhecida como uma espécie facilitadora, pois atua como nucleadora nos ambientes naturais, além de permanecer em desenvolvimento até estágios mais avançados e climáxicos em termos de sucessão. As espécies pioneiras têm o potencial de colonizar ambientes perturbados, contribuindo para o estabelecimento de outras espécies e impulsionando a dinâmica e o avanço da estrutura das comunidades florestais. Em relação às espécies consideradas Secundárias Iniciais, destaca-se *Myrcia oblongata* como elemento secundário inicial, que aceita certa intensidade luminosa, mas necessita de condições de humidade mais específicas, ocorrendo geralmente nas bordas de fragmentos, podendo ocupar ambientes até estados mais tardios de sucessão. As plantas secundárias possuem sementes de grande viabilidade e têm mecanismo de dispersão muito eficiente, aparecendo, logo em seguida, às perturbações no ambiente.

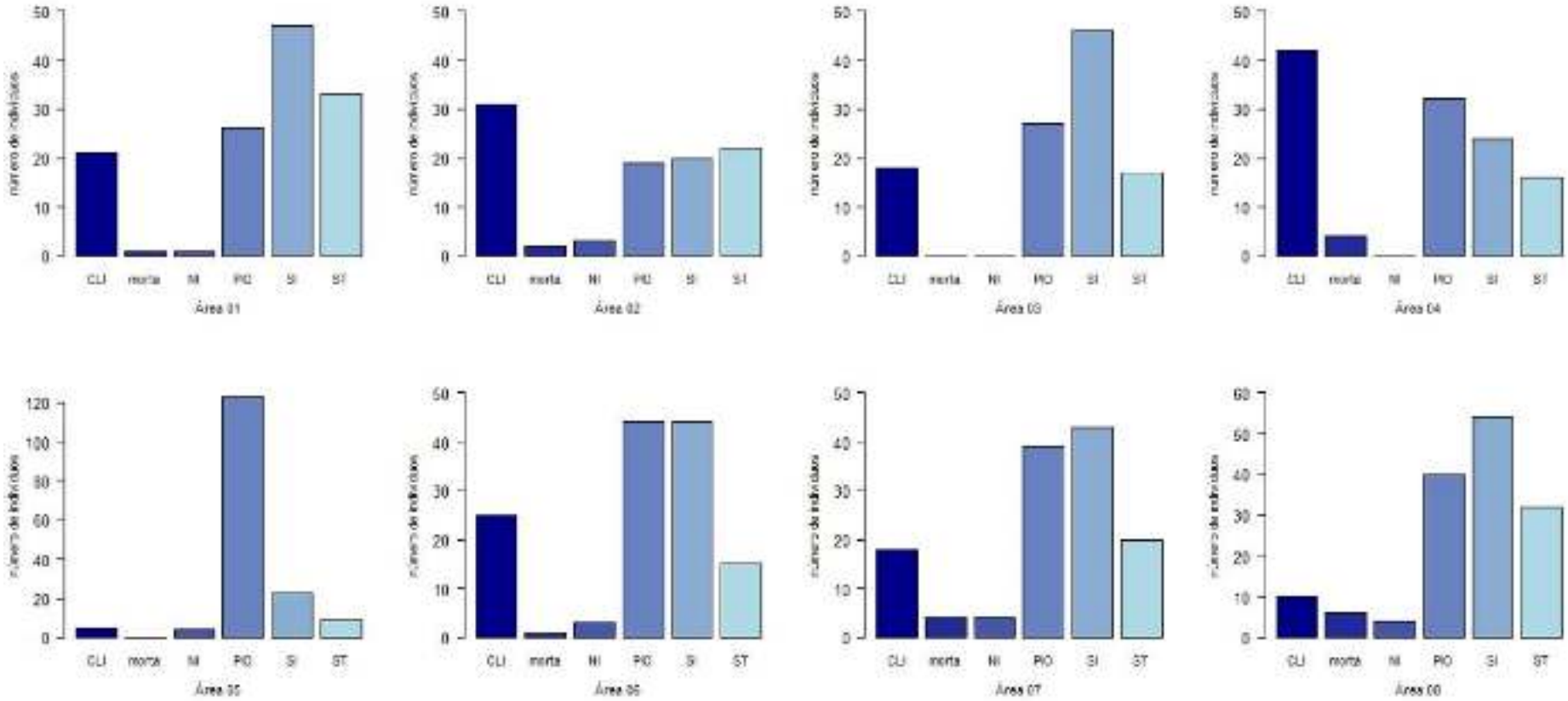
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 250 – Grupos ecológicos dos indivíduos em toda área amostrada



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 251 – Grupos ecológicos dos indivíduos por área amostrada



Legenda: CLI: Clímax, NI: Não Identificadas, PIO: Pioneiras, SI: Secundárias iniciais, ST: Secundárias Tardias.
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Observa-se que a proporção em cada área para cada grupo ecológico foi muito variável. Em determinadas áreas com características mais bem conservadas apresentaram maiores proporções das espécies climáxicas e secundárias tardias, enquanto em outras áreas maior concentração de espécie pioneiras ou secundárias iniciais. Isso reflete a complexidade de ambientes e fragmentos florestais ao longo da bacia.

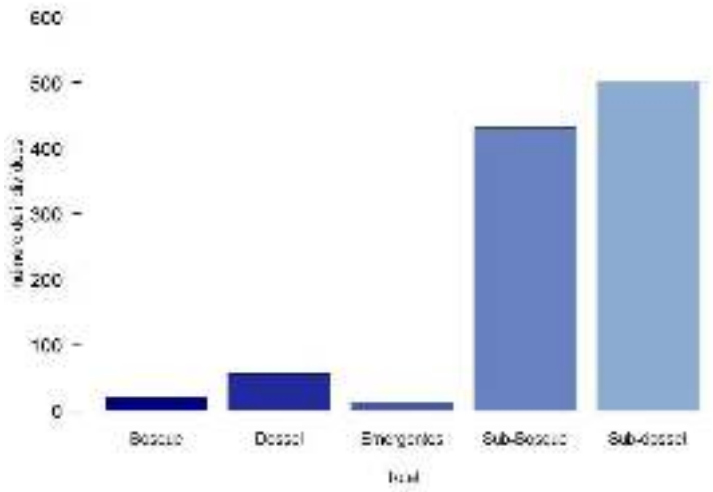
7.2.4.2.1.4 Estratificação e Síndrome de dispersão

Os resultados de estratificação demonstram uma maior proporção de espécies nos estratos Sub-bosque e Dossel, com árvores de altura de 3 a 15 metros compreendendo o estrato médio. A proporção em cada área manteve-se similar ao analisado no contexto total, apresentando um baixo número de árvores no estrato superior. O estrato inferior é formado predominantemente por indivíduos de CAP inferior ao critério de inclusão, sendo composto por espécies de *Dicksonia sellowiana* e *Berberis laurina*. Já o estrato superior esteve representado principalmente pelas espécies *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii*. Estudos desenvolvidos em diferentes formações demonstram que conforme o estrato que uma árvore ocupa na floresta, podem existir relações com a síndrome de dispersão de seus propágulos (Giehl et al., 2007; Negrini et al., 2012).

Apesar da indicação de que espécies de dispersão anemocórica geralmente ocupam os estratos superiores da floresta, viabilizando a dispersão dos propágulos em alturas maiores (Giehl et al., 2007). Os dados avaliados demonstram que a síndrome zoocórica foi predominante nos estratos dossel e emergente, principalmente pela espécie *Araucaria angustifolia* e *Matayba elaeagnoides*, enquanto a estratégia anemocórica em menor número e representada pelas espécies *Podocarpus lambertii*, *Myrocarpus frondosus*, *Piptocarpha angustifolia* e *Parapiptadenia rigida*. Contrariando esse padrão, nos estratos inferiores foi registrada a marcante presença de *Dicksonia sellowiana* Hook., a qual apresenta esporos dispersos pelo vento, altura mediana, e é uma espécie clímax de ocorrência em ambientes úmidos de sub-bosque.

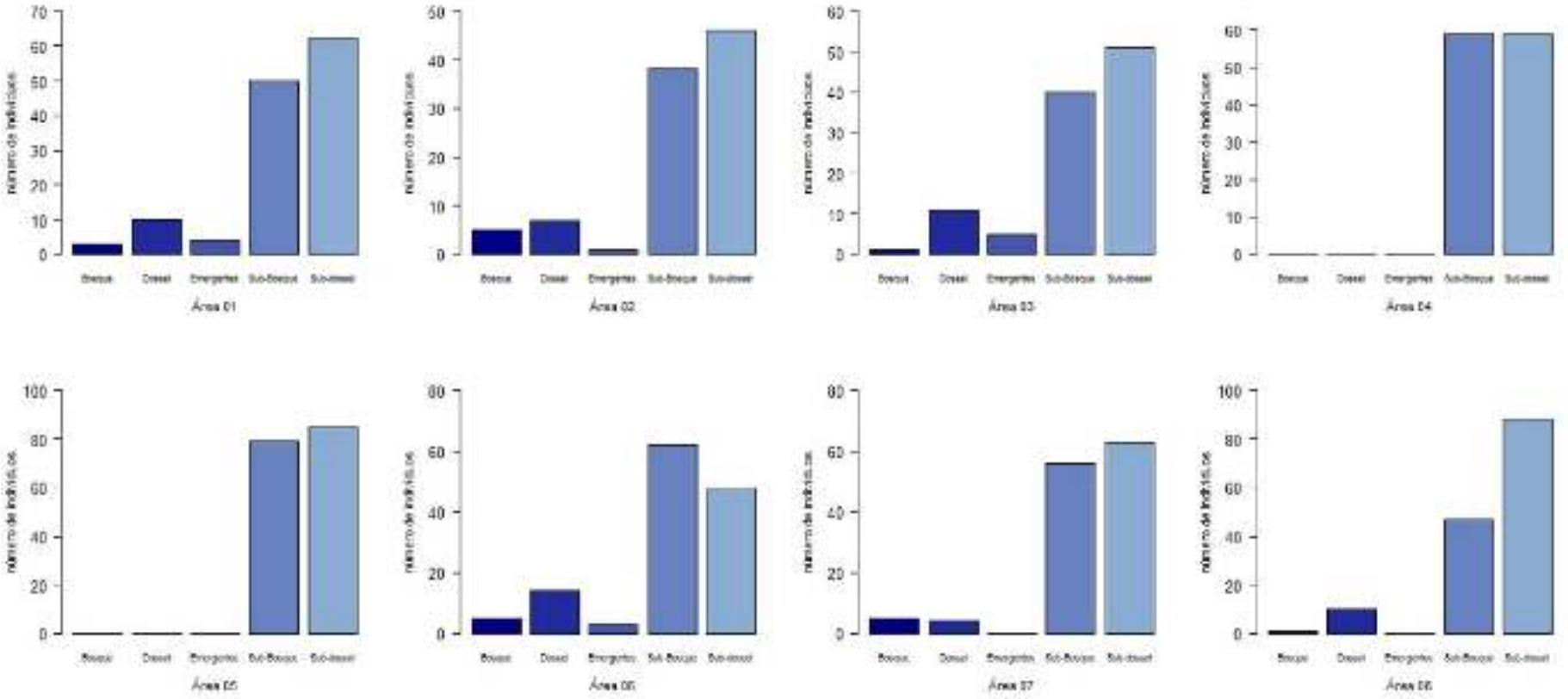
Leyser et al. (2009) identificaram que espécies zoocóricas estariam divididas por todas as classes de altura dentro dos fragmentos, não existindo uma relação entre estrato e síndrome. A síndrome de dispersão zoocórica tem sido relatada como predominante em diferentes fitofisionomias vegetacionais, tanto em ambientes tropicais, a exemplo do Cerrado (Gottsberger; Silberbauer-Gottsberger, 1983) e da Floresta Estacional Semidecidual (NUNES et al., 2003), quanto em ambientes subtropicais, como relatado por Budke et al. (2005) em Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul e em Floresta Ombrófila Mista (Negrini et al., 2012).

Figura 252 – Estratificação vertical dos indivíduos em toda área amostrada



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

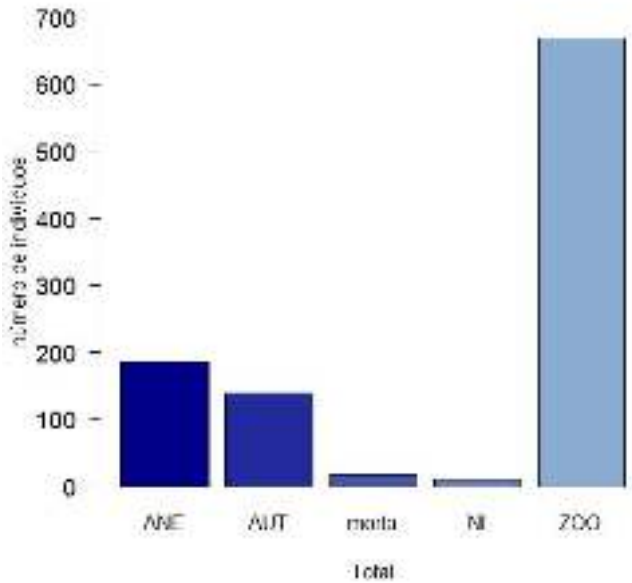
Figura 253 – Estratificação vertical dos indivíduos por área amostrada



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

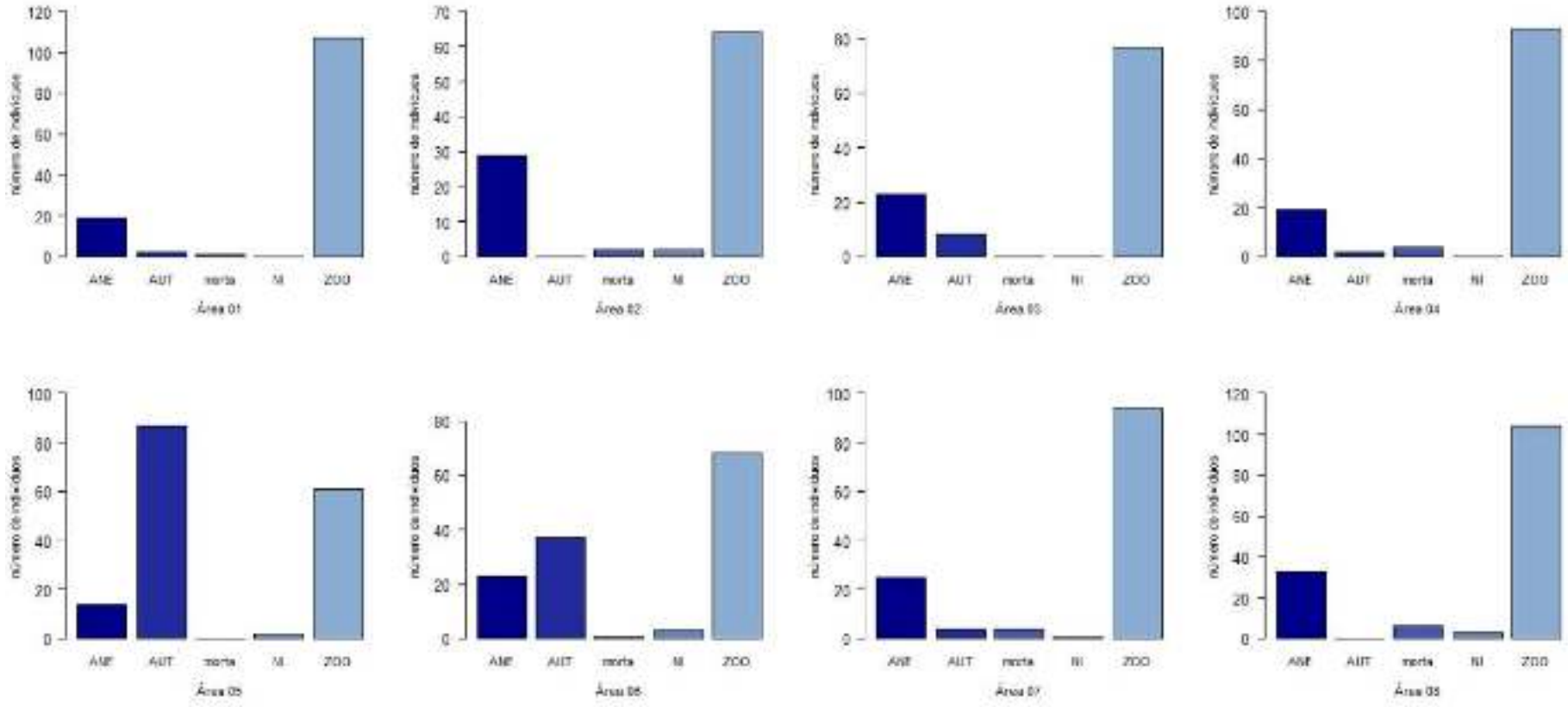
Ao avaliar a síndrome de dispersão nas áreas de estudo, pôde ser observado um predomínio de espécies com síndrome do tipo zoocórica, sendo três vezes superior no número de indivíduos em relação às demais síndromes identificadas. O mesmo cenário é observado detalhadamente por área, onde sete das oito áreas analisadas apresentam maior número de espécies de síndrome zoocórica, enquanto em uma única (área 5) a proporção de espécies autocóricas é predominante. Conforme Carvalho (2010), em florestas secundárias a estratégia de dispersão por animais é utilizada por 63,7% a 72,9% das espécies, enquanto somente em florestas preservadas esse número varia de 82,3% a 89,9%. Giehl et al. (2007) amostraram uma proporção de 80,5% das espécies com síndrome zoocórica, em uma floresta secundária com perturbações e corte seletivo em períodos passados. Desta forma, os resultados obtidos indicam que mesmo se tratando de florestas secundárias fragmentadas e perturbadas possuem grande importância no ponto de vista ecológico regional, especialmente no aspecto de bacia hidrográfica.

Figura 254 – Síndrome de dispersão dos indivíduos em toda área amostrada



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 255 – Síndrome de dispersão dos indivíduos por área amostrada



ANE: anemocoria; AUT: Autocoria, ZOO: zoocoria, NI: não identificados
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

As espécies analisadas em geral possuem crescimento lento, retardando o período reprodutivo e consequentemente a oferta de recurso para a cadeia alimentar (*A. angustifolia*, *M. palustris*, *E. rostrifolia, M. floribunda*). Os dados amostrados refletem uma importante característica nos fragmentos de Floresta Ombrófila Mista da bacia do rio Caveiras: a necessidade de fragmentos florestais contínuos, que fomentem suporte para a fauna regional, em especial a avifauna. A supressão e perda de fragmentos florestais pode afetar drasticamente as comunidades e populações da fauna local, visto que a escassez de recurso alimentar provoca efeitos de migrações regionais a longo prazo, perdurando até a reconstituição de fragmentos que possam fomentar novos nichos. Esse é retardado em função do ciclo reprodutivo de espécies-chave típicas da Floresta Ombrófila Mista, diagnosticadas no levantamento florístico.

7.2.4.3 Inventário de Epífitos

O levantamento de dados primários de epífitos ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras foi em oito áreas amostrais anteriormente descritas. A metodologia adotada foi de levantamento por caminhamento (Filgueiras et al., 1994), dentro das parcelas amostrais do levantamento arbóreo e transectos nas áreas ciliares. Foram registrados os indivíduos epífitos, tendo material coletado e encaminhado para identificação com base na literatura usual, os táxons foram também avaliados conforme o grau de ameaça segundo as listas nacionais e estaduais (Brasil, 2014; Consema, 2014) e potencialidade de raridade e ameaças conforme Klein (1990, 1996, 1997).

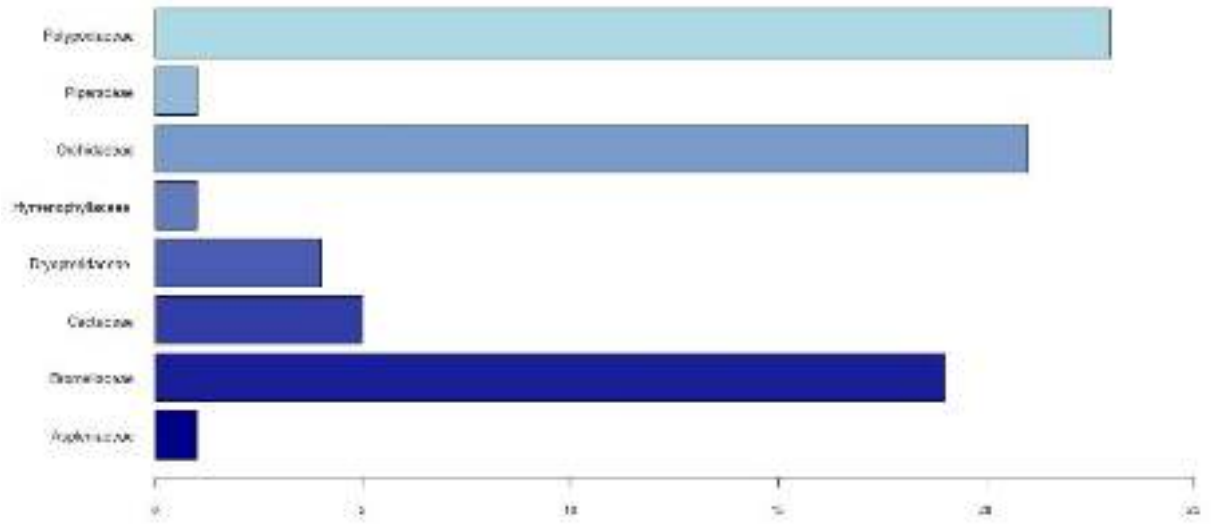
Dados complementares de coletas nos municípios pertencentes à bacia do rio Marombas foram utilizados de forma complementar a amostragem. Foram coletados dados do Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (http://inct.splink.org.br/), nos municípios de Campo Belo do Sul, Capão Alto, Cerro Negro, Correia Pinto, Lages, Painel, São José do Cerrito e Urupema, com as respectivas famílias listadas abaixo, as quais possuem taxa com hábito epifítico citado na literatura: Anemiaceae, Aspleniaceae, Athyriaceae, Blechnaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Cyatheaceae, Cystopteridaceae, Dennstaedtiaceae, Dicksoniaceae, Dryopteridaceae,

Gleicheniaceae, Hymenophyllaceae, Isoetaceae, Lycopodiaceae, Marattiaceae, Ophioglossaceae, Orchidaceae, Osmundaceae, Plagiogyriaceae, Polypodiaceae, Pteridaceae, Piperaceae, Schizaeaceae, Selaginellaceae, Thelypteridaceae, Woodsiaceae.

Os fragmentos florestais avaliados apresentaram uma riqueza de 75 espécimes de epífitos, sendo grande maioria táxons de Polypodiaceae (23) e Orchidaceae (21). Os resultados do levantamento de dados secundários, resultaram em 763 registros de espécies epífitas, indicando maior abundância de espécimes para o município de Lages (375) Painel (106) e Urupema (135). Nas formações Floresta Ombrófila Mista e Estacional Decidual do oeste catarinense, registros mais recentes apontam para uma riqueza de 130 táxons da família Orchidaceae e 24 táxons de Bromeliaceae (Fravretto; Geuster, 2017). Em Floresta Ombrófila Mista aluvial no estado do Paraná Kersten & Silva (2002) amostraram 51 espécies de epífitas vasculares, distribuídas em 28 gêneros e 12 famílias; as epífitas vasculares sem sementes contribuíram com seis famílias, 11 gêneros e 16 espécies, enquanto magnoliófitas 35 espécies, sendo representadas por seis famílias, sendo 9 espécies para Bromeliaceae e 14 Orchidaceae. Estudos envolvendo grupos de epífitos de monilófitas para as Florestas Ombrófila Mista catarinense são escassos, e até mesmo inexistentes.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 256 - Riqueza de famílias do componente epifítico nas áreas amostradas



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Nas áreas avaliadas a família Orchidaceae apresentou o maior número de espécies (8), seguida de Polypodiaceae (7) (tabela abaixo) número bem inferior aos registros para a região avaliada. Os resultados de baixa riqueza pode estar relacionados ao esforço amostral restrito/reduzido, e também ao tipo de ambiente amostrado, representado por matas ripárias perturbadas. Matas ciliares estão expostas a condições adversas do curso hídrico, as quais interferem na dinâmica de ocupação dos nichos de epífitos nos troncos das árvores por conta de inundações temporárias.

Tabela 117 – Táxons amostrados e respectiva família e autoria.

Família	Táxon
Aspleniaceae	*Asplenium* sp.
Bromeliaceae	*Aechmea recurvata* (Klotzsch) L. B. Sm.
Bromeliaceae	*Billbergia nutans* H. Wendl.
Bromeliaceae	*Tillandsia aeranthos* (Loisel.) L. B. Sm.
Bromeliaceae	*Vriesea* sp.
Cactaceae	*Lepismium cruciforme* (Vell.) Miq.
Cactaceae	*Lepismium houlletianum* (Lem.) Barthlott
Cactaceae	*Lepismium lumbricoides* (Lem.) Barthlott
Dryopteridaceae	*Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching
Hymenophyllaceae	*Hymenophyllum asplenioides* (Sw.) Sw.
Orchidaceae	*Acianthera sonderana* (Rchb. f.) Pridgeon & M.W. Chase
Orchidaceae	*Acianthera* sp.
Orchidaceae	*Barbosella australis* (Cogn.) Schltr.
Orchidaceae	*Capanemia micromera Barb.* Rodr.

Família	Táxon
Orchidaceae	*Octomeria crassifolia* Lindl.
Orchidaceae	Orchidaceae NI
Orchidaceae	*Pleurobotryum rhabdosepalum* (Schltr.) Hoehne
Piperaceae	*Peperomia tetraphylla* (G. Forst.) Hook. & Arn.
Polypodiaceae	*Campyloneurum nitidum* C. Presl
Polypodiaceae	*Campyloneurum rigidum* Sm.
Polypodiaceae	*Campyloneurum angustifolium* (Sw.) Fée
Polypodiaceae	*Microgramma squamulosa* (Kaulf.) de la Sota
Polypodiaceae	*Pecluma pectinatiformis* (Lindm.) M.G. Price
Polypodiaceae	*Pleopeltis angusta Humb.* & Bonpl. ex Willd
Polypodiaceae	*Pleopeltis hirsutissima* (Raddi) de la Sota

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Entre as espécies inventariadas seis são reconhecidas como táxons indicadores de áreas pioneiras, enquanto doze são de áreas secundárias tardias ou avançadas. Espécies pioneiras são mais plásticas e possuem capacidade de ocorrer em ambientes mais estressantes, enquanto secundárias e avançadas necessitam de condições específicas para o desenvolvimento, sendo mais exclusivas de fragmentos mais conservados. A presença de espécies indicadoras de estágios mais avançados sugere que os fragmentos analisados estão em melhor estado de conservação do que aqueles em que há maior predomínio de espécies de estágio pioneiro.

Ambientes com árvores mais altas, com estratificação definida, permitem que as espécies avançadas ocupem os nichos em diferentes níveis da estrutura vertical da floresta. Espécies arbóreas mais longévolas, como *A. angustifolia*, *P. lambertii* garantem que a ocupação ocorra ao longo do tempo, garantindo que diferentes estados de sucessão do componente epifítico ocorram; ressaltando a importância destass espécies ameaçadas para o componente epifítico da Floresta Ombrófila Mista. Já em espécies de vida curta e crescimento rápido, como S*. commersoniana*, *P. myrtifolia* geralmente são ocupadas por espécies de licófitas de vida curta, pioneiras e que caracterizam a cobertura inicial do componente epifítico.

Figura 257 – Exemplo de ocupação de diferentes estratos em uma mesma espécie arbórea (*P. lambertii*) por diferentes espécies de epífitos de distintos grupos indicadores.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 258- *P. tetraphylla*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 259- *T. aeranthos*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 260- *M. squamulosa*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 261- *L. lumbricoides*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 262- *A. recurvata*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 263- *P. angusta*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 264- Orchidaceae NI



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 265- *A. recurvata*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 266- *B. australis*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 267- *C. angustifolium*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 268- *P. pectinatiformis*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 269- *Acianthera* sp.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 270- *P. angusta*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 271- *C. micromera*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.2.4.4 Reófitas

7.2.4.4.1 Materiais e Métodos

O levantamento de dados primários de reófitas ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras foi conduzido, em oito áreas amostrais em diferentes trechos. A metodologia adotada foi de levantamento por caminhamento (Filgueiras et al., 1994), com a realização de transectos ao longo do trecho do corpo hídrico de interesse, nas margens e próximo de ilhas e ambientes ripários. Foram registrados os indivíduos com características de plantas reófitas conforme Klein (1979), tendo material coletado e encaminhado para identificação com base na literatura usual (CITAR), os táxons foram também avaliados conforme o grau de ameaça segundo as listas nacionais e estaduais (Brasil, 2014; Consema, 2014) e potencialidade de raridade e ameaças conforme Klein (1990, 1996, 1997).

Os ambientes visitados em sua maioria apresentam condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento de espécies reófitas, tanto submersas (classe 1) quanto arbóreas (classe 2). Corredeiras, quedas, ilhas e rochas submetidas as alterações nas vazões do curso hídrico são ambientes preferenciais e exclusivos para ocorrência de algumas espécies. As condições naturais expostas, permitem o desenvolvimento e ocupação de diversos táxons os quais possuem papel fundamental no ecossistema ciliar e ripário, participando ativamente da cadeia alimentar e relações ecológicas com a fauna aquática.

A figura abaixo demonstra a vegetação reofítica arbustiva e herbácea amostrada, a qual é bem adaptada às condições desses ambientes, perfazendo a única cobertura vegetal para esses habitats.

Figura 272- Queda d'agua com cobertura reofítica relictual.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Em condições naturais a vegetação reofítica arborescente compõe a mata ciliar, realizando a transição da vegetação de maior porte para a de menor porte, conforme o gradiente de stress de distância do rio. O que pode ser observado abaixo.

Figura 273- Mata ciliar com sinais de perturbação, com



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 274- mesmo em áreas mais perturbadas e alteradas a vegetação ciliar reofítica compõe a cobertura natural, funcionando como importante filtro ambiental.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Em determinados pontos foram registradas alterações antrópicas nos ecossistemas aquáticos e terrestres, como supressão da vegetação reofítica arborescente, e represamento do rio Caveiras, reduzindo habitats da vegetação reofítica submersa.

Figura 275- Vegetação e curso hídrico alterados, comprometendo habitats de espécies reófitas.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.2.4.4.2 Resultados

Foram registrados 72 indivíduos, reconhecido um a nível de família, dois a nível de gênero e 17 a nível de espécie, e um não identificado. Por conta da complexidade taxonômica e ausência de estruturas reprodutivas no período de coleta diversas amostras permaneceram sem identificação, especialmente membros da família Podostemaceae e Myrtaceae.

A família Myrtaceae foi a mais abundante nos táxons registrados, seguida de Apiaceae e Podostemaceae. A família Myrtaceae está entre as mais ricas em formações de Floresta Ombrófila Mista, o que justifica sua abundância de registros.

Ao todo foram identificados quatro táxons de Myrtaceae e cinco de Podostemaceae, distribuídas em todos os pontos avaliados, demonstrando que cada área amostrada possuí potencialidade e ocorrência de espécies desses grupos crípticos.

Tabela 118 - Táxons amostrados e respectiva família e autoria.

Família	Táxon	Área amostral								Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Alismataceae	*Echinodorus* sp.	1		1		1	1			4
Anacardiaceae	*Schinus lentiscifolius* Marchand	1			1	1		1		4
Apiaceae	*Eryngium* sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Euphorbiaceae	*Sebastiania schottiana* (Müll.Arg.) Müll.Arg.		1							1
Myrtaceae	*Calyptranthes conccina* DC.	1	1		1	1	1		1	6
Myrtaceae	*Myrceugenia euosma* (O.Berg) D. Legrand	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Myrtaceae	*Myrcia* sp.	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Myrtaceae	*Myrrhinium atropurpureum* Schott		1	1	1	1		1	1	6
Não identificada	Não identificada submersa	1		1						2
Phyllanthaceae	*Phyllanthus sellowianus* (Klotzsch) Müll.Arg.	1		1	1	1		1	1	6
Podostemaceae	N1	1	1			1				3
Podostemaceae	*Podostemum* cf *distichum*					1	1			2
Podostemaceae	*Podostemum distichum* (Cham.) Wedd.		1							1
Podostemaceae	*Podostemum irgangii* C. T. Philbrick & A. Novelo	1	1							2
Podostemaceae	*Podostemum muelleri* Warm. Kongel. Danske Vidensk. Selsk. Skr., Naturvidensk		1				1		1	3
Podostemaceae	*Podostemum* sp.					1				1
Quillajaceae	*Quillaja brasiliensis* (A.St.-Hil. & Tul.) Mart.				1					1
Sapotaceae	*Pouteria salicifolia* (Spreng.) Radlk.		1	1	1	1		1	1	6
Total Geral		**10**	**11**	**8**	**9**	**12**	**7**	**7**	**8**	**72**

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 276: Agrupamento de *Podostemum* sp. em ambiente de cachoeira



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 277: Populações de *Podostemum* sp. em corredeira



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 278: *Erygium* sp. espécie reófita comum em ambientes de corredeiras



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 279: *Myrcia sp.* espécie reófita arbórea



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 280: *Podostemum* sp. espécie reófita submersa em ambiente de corredeira.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 281: Podostemaceae Não identificada



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 282: *Podostemum muelleri*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 283: *Podostemum distichum*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 284: *Podostemum muelleri*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 285: Podostemaceae Não identificada



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 286: *Echinodorus* sp. táxon sem registro para SC



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 287: Reófita submersa não identificada, exclusiva de ambientes de baixa profundidade.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 288: Ambiente reofítico, destacando ilha e vegetação arbórea adaptada às corredeiras, observar vegetação submersa, predominantemente composta por Podostemaceae.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 289: Ambiente reofítico, corredeiras e agrupamentos de vegetação.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 290: *P. sellowianus,* espécie reófita obrigatória



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 291: *Q. brasiliesnis*, espécie arbórea ameaçada, registrada em ambiente reofitício



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 292: *S. lentiscifolius* espécie arbórea, registrada em ilhas e matas ciliares



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 293: *P. salicifolia* arbórea exclusiva de ecossistemas reofíticos



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 294- Mata ciliar de reservatório, apontando a inexistência de espécies reófitas.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 295: Reservatório hidrelétrico, o qual eleva a coluna d'agua, eliminando as espécies reófitas submersas.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

As amostras de Podostemaceae foram conservadas em frascos e doadas ao Herbário da Universidade Federal de Santa Catarina, para avaliação dos taxa por especialistas. São escassas as coletas e estudos científicos para as espécies de Podostemaceae em Santa Catarina (Mello Jr et al., 2011). Destaca-se que o grupo é exclusivo de ambientes conservados, e dependem de boas condições de qualidade de água, luminosidade e variação do curso hídrico para o desenvolvimento de suas populações. São fundamentais para o equilíbrio da cadeia alimentar do ecossistema aquático, atuando, em conjunto das algas, como produtores primários. Alterações pontuais agrupadas, ou em grande escala dentro de um rio, podem acarretar em danos à essas populações, influenciando na entomofauna aquática, ictiofauna e demais grupos dependentes (Philbrick et al., 2010; Tavares et al. 2006).

7.2.4.5 Macrófitas aquáticas

O termo macrófita (*macro*: grande; *fita*: planta) é utilizado para o reconhecimento de táxons que possuem a capacidade de resistir à submersão permanente ou periódica de seu sistema radicular, ocupando ambientes úmidos ou alagadiços em diferentes períodos do ano (Amaral et al., 2008, Pott & Pott, 2000). Trata-se de um grupo artificial, ou seja, não possui relações filogenéticas entre os táxons que o compõem, podendo abranger diversos membros dos filos *Carophyta*, *Bryophyta*, *Lycopodiopsida*, *Polypodiopsida* e *Magnoliophyta*, abrindo uma ampla

gama de diversidade de espécies (PPG I 2016; APG IV 2016). As comunidades de espécies de macrófitas aquáticas apresentam grande potencial de adaptação e grande amplitude ecológica, visto que, habitam ambientes de água doce, salobra e salgada, ambiente de água estacionária e corrente, sendo capaz de suportar ambientes com longos períodos de seca (Moura, et al., 2009).

Este grupo de plantas apresenta considerável importância ecológica, especialmente por participar na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, apresentando-se como componentes estruturais e fundamentais para o equilíbrio destes ambientes. Entre estes papéis está o fornecimento de substrato para colonização e crescimento do perifiton (fina camada de biofilme, com atuação na interface entre o substrato e a água circundante), além de fornecer ambientes propícios para o desenvolvimento de fauna associada como peixes, insetos aquáticos e moluscos (Dornfeld, Fonseca-Gessner, 2005, Fulone, 2008, Peiró et al., 2013, Hilt, 2015; Diniz et al., 2018).

Outro papel das macrófitas é a proteção de margens dos corpos hídricos contra processos erosivos, através do sistema radicular que promovem também a da retenção de sedimentos e de matéria orgânica desempenhando importante papel no ciclo de nutrientes e fluxo de energia (Pompêo & Moschini, 2003). Neste aspecto atuam como produtores primários, e importantes fontes de carbono e energia na base da cadeia alimentar, contribuindo para a liberação de nutrientes (por morte ou excreção) interferindo na dinâmica de crescimento do fitoplâncton e de outras plantas aquáticas, principalmente em períodos de seca, onde há queda de sua produtividade e maior liberação de teores de matéria orgânica e nutrientes (Mitchell, 1974).

Em função de sua proximidade ao curso hídrico as macrófitas aquáticas acabam envolvidas no processo de autodepuração das águas, que ocorre através da assimilação dos nutrientes e dos sedimentos que são retidos (Poot & Poot, 1997). Essa capacidade de resposta às mudanças na qualidade da água permite que sejam utilizadas como bioindicadoras de poluição, além de reduzir diferentes tipos de poluentes da água poluída.

Devido à estas características de habitat de transição, diversos são os fatores que propiciam o crescimento e, consequentemente, a produção de biomassa das macrófitas. No entanto, podem existir interferências de origem antrópica como excesso de nutrientes provenientes de fontes como o esgoto doméstico, erosão de terras agrícolas, resíduos industriais, sendo estes os mais preocupantes (Mitchell, 1974). Por esse motivo, as macrófitas frequentemente ocorrem como pragas em ecossistemas aquáticos continentais de várias partes do planeta. No Brasil, Pompêo e Moschini (2003) citam a proliferação indesejada de macrófitas aquáticas em reservatórios de hidrelétricas com prejuízo à geração de eletricidade, em especial os reservatórios de Itá (RS) e Paulo Afonso (BA). Tais prejuízos relacionam-se não somente aos custos de remoção, gestão e manejo das plantas, mas também da paralização das atividades das hidrelétricas.

Conforme levantamento de Pitelli (2006), é comum em reservatórios recém edificados as macrófitas já constituírem um problema sério, podendo ser citados os reservatórios de Santana (RJ) nos anos 50, Itá (SC) nos anos 90 e Aimorés (MG) concluído em 2005. Segundo Pitelli (1998, *apud* Pitelli 2006), os maiores problemas causados pelas densas colonizações de macrófitas aquáticas são:

- ⇒ Alteração das características da água, especialmente redução da disponibilidade de oxigênio dissolvido;
- ⇒ Alteração das características de navegabilidade e de utilização do corpo hídrico para esportes náuticos;
- ⇒ Prejuízos à produção de peixes e para a captura do pescado;
- ⇒ Criação de condições adequadas para instalação e manutenção de populações de insetos e outros organismos indesejáveis, incluindo vetores de doenças humanas;
- ⇒ Redução da capacidade de armazenamento e da durabilidade de reservatórios;
- ⇒ Redução do fluxo d'água e da vida útil de canais de irrigação e drenagem;
- ⇒ Interferência na captação de água para irrigação e uso público;

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

⇒ Interferência na produção de energia elétrica;

⇒ Prejuízos às edificações no corpo hídrico, especialmente pontes;

⇒ Aumento das perdas d'água por evapotranspiração.

Desta forma, torna-se fundamental o estudo dos distintos grupos de macrófitas, assim como, o conhecimento sobre as condições ambientais que permitem sua proliferação, de modo a evitar prejuízos aos usos múltiplos dos ecossistemas aquáticos que necessitam ser controlados. Nesse aspecto, qualquer abordagem ecológica em ecossistemas deve necessariamente ser precedido pela análise da vegetação local. Estudos quantitativos, ou qualitativos da vegetação incluem a composição florística, a análise da forma de vida e a classificação da forma de crescimento (Matteucci e Colma, 1982). A forma de vida das plantas é determinada pelas características adaptativas da planta à mudança do clima e ambiente (Raunkiar, 1934).

O estudo das formas biológicas pode ser um componente decisivo para identificar o comportamento das espécies em determinado ecossistema. Diante da grande variedade de classificações empregadas no reconhecimento das formas de vida de plantas (Raunkiar 1934, Ellenberg Muller & Dombois 1967, Mäkirinta, 1978; Pedralli, 1990; Andersson, 1999), foi adotado para o presente estudo a que considera a forma de fixação no substrato (Madsen & Sand-Jensen, 1991). Desta forma, as macrófitas **emergentes** são as firmemente enraizadas em solo submerso, apresentam suas bases sob as águas e seu caule, folhas e flores acima da superfície; as plantas **anfíbias** podem a sobreviver tanto em áreas alagadas como fora d'agua em ambientes úmidos; enquanto nas **submersas** todas as partes da planta ficam abaixo da coluna d'agua, emergindo somente as flores, e as **flutuantes** apresentam caule/ramo e/ou folhas que flutuam sobre a superfície da água. As formas de vida submersas e flutuantes podem também se apresentarem como **fixas**, quando enraizadas no fundo, ou **livres**, quando perdem as raízes de fixação, predominado somente raízes adventícias voltadas para absorção. Há ainda uma categoria incomum de macrófitas **epífitas**, que ocorre quando determinadas plantas

se desenvolvem escoradas em outras plantas de hábito aquático, sendo comum na formação de estandes e bancos de macrófitas, conforme observado por Pivari e colaboradores (2008) no domínio do Pantanal.

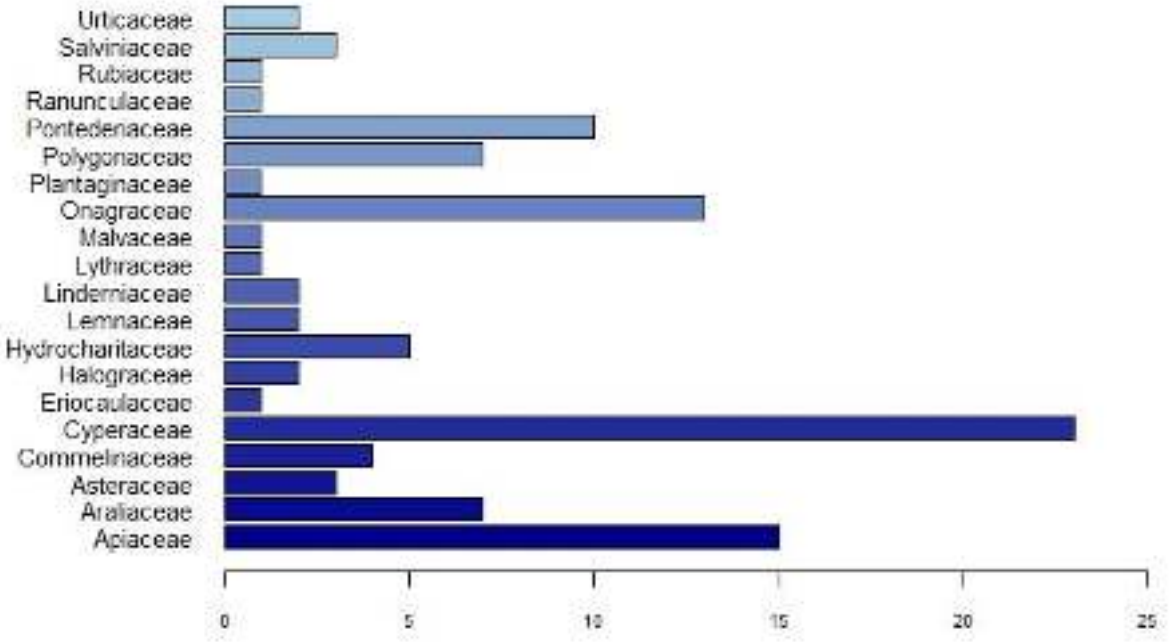
7.2.4.5.1 Metodologia

Os dados primários de hidrófitas ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras foi conduzido em sete áreas amostrais anteriormente apontadas em mapa. A metodologia adotada foi de levantamento por caminhamento (Filgueiras et al., 1994), com a realização de transectos ao longo do trecho do corpo hídrico de interesse, nas margens e próximo de ilhas e ambientes palustres. Foram registrados os indivíduos com características de plantas hidrófitas, tendo material coletado e encaminhado para identificação com base na literatura usual, sendo também avaliadas as características de hábito e grau de ameaça segundo as listas nacionais e estaduais (Brasil, 2014; Consema, 2014).

7.2.4.5.2 Resultados

Foram registrados 104 indivíduos, reconhecidos em 48 táxons (em nível de espécie e de gênero). A família Cyperaceae foi a mais abundante número de indivíduos registrados, seguida de Apiaceae, Onagraceae e Pontederiaceae. Especificamente táxons da família Cyperaceae possuem diversas adaptações para ocupar tanto ambientes palustres quanto aquáticos, refletindo em maior abundância de indivíduos e espécies. De acordo com Goetghebeur (1998) essa família tende a dominar esses ambientes, devido à presença de rizomas, tubérculos e estolões, que lhes permitem maior eficiência na propagação vegetativa. Além disso, seus representantes são perenes, dominando completamente o ambiente no período de redução da coluna d'água (Bove et al. 2003).

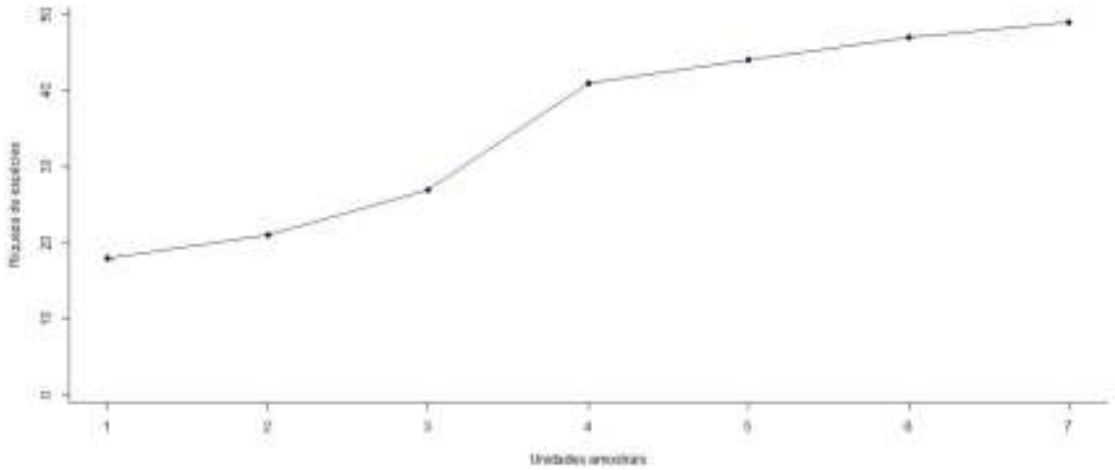
Figura 296 – Riqueza de famílias botânicas de macrófitas aquáticas amostradas.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

A curva de suficiência amostral mostrou determinado equilíbrio e estabilidade a partir do 4º ponto amostral, mantendo leve ascensão ao longo dos demais pontos amostrais. As variações de ambientes existentes ao longo da bacia permitem a ocupação de nichos e habitats por diferentes espécies, desta forma, estima-se que haja uma maior riqueza de táxons ao longo de trechos pouco explorados do rio Caveiras.

Figura 297 – Curva de suficiência amostral.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Tabela 119: Lista de táxons amostrados e respectivas famílias

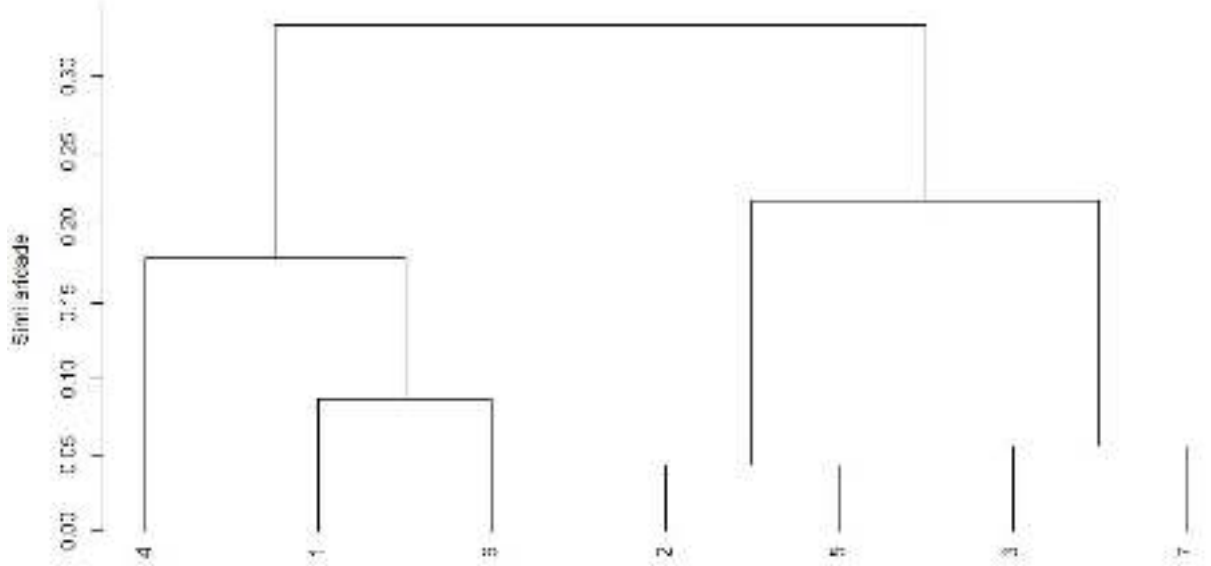
Família	Táxon
Apiaceae	*Eryngium* sp.
Apiaceae	*Eryngium pandanifolium* Cham. & Schltdl
Apiaceae	*Centella asiatica (*L.) Urb.
Araliaceae	*Hydrocotyle pusilla* A.Rich.
Araliaceae	*Hydrocotyle leucocephala* Cham. & Schltdl.
Araliaceae	*Hydrocotyle bonariensis* Lam.
Asteraceae	*Senecio bonariensis* Hook.& Arn.
Commelinaceae	*Commelina* sp.
Commelinaceae	*Commelina diffusa* Burm. f.
Cyperaceae	*Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Soják
Cyperaceae	*Rhynchospora corymbosa* (L.) Britton
Cyperaceae	*Eleocharis* sp.
Cyperaceae	*Eleocharis montana* (Kunth) Roem.& Schult
Cyperaceae	*Eleocharis filiculmis* Kunth
Cyperaceae	*Cyperus surinamensis* Rottb.
Cyperaceae	*Cyperus reflexus* Vahl
Cyperaceae	*Cyperus meyenianus* Kunth
Cyperaceae	*Cyperus lanceolatus* Poir.
Cyperaceae	*Carex pseudocyperus* L.
Eriocaulaceae	*Syngonanthus caulescens* (Poir.) Ruhland.
Halograceae	*Myriophyllum aquaticum (*Vell.) Verdc.
Hydrocharitaceae	*Limnobium laevigatum* (H.B.K. ex Willd.) Heine
Hydrocharitaceae	*Egeria densa* Planch.
Lemnaceae	*Lemna valdiviana* Phil.
Linderniaceae	*Micranthemum umbrosum* S.F. Blake
Lythraceae	*Cuphea campylocentra* Griseb.
Malvaceae	*Pavonia communis* A. St.-Hil.
Onagraceae	*Ludwigia natans* Elliott
Onagraceae	*Ludwigia uruguayensis* (Camb.) H. Hara
Onagraceae	*Ludwigia tomentosa* (Cambess.) H.Hara
Onagraceae	*Ludwigia* sp.
Onagraceae	*Ludwigia repens*
Onagraceae	*Ludwigia longifolia* (DC.) Hara
Onagraceae	*Ludwigia lagunae* (Morong) Hara
Plantaginaceae	*Mecardonia serpylloides* (Cham. & Schltdl.) Pennell
Polygonaceae	*Polygonum punctatum* Elliott
Polygonaceae	*Polygonum hidropeperoides* Michx
Polygonaceae	*Polygonum ferrugineum* Weed.
Pontederiaceae	*Pontederia cordata* L.
Pontederiaceae	*Heteranthera reniformis* Ruiz & Pav.
Pontederiaceae	*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms
Ranunculaceae	*Ranunculus flagelliformis* Nakai

Família	Táxon
Rubiaceae	*Diodia alata* Nees & Mart.
Salviniaceae	*Salvinia* sp.
Urticaceae	*Pilea nummularifolia* (Sw.) Wedd.
Urticaceae	*Boehmeria caudata* SW.

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

A análise de similaridade de Jaccard apresentada no dendrograma abaixo sugere essas variações, onde pontos distantes possuem maior similaridade, enquanto pontos amostrais próximos são menos similares. A heterogeneidade existente em ecossistemas aquáticos favorece que diferentes espécies ocupem espaços distintos, ampliando os limites de suas populações.

Figura 298 – Dendrograma de similaridade de índice de Jaccard por ponto amostral.

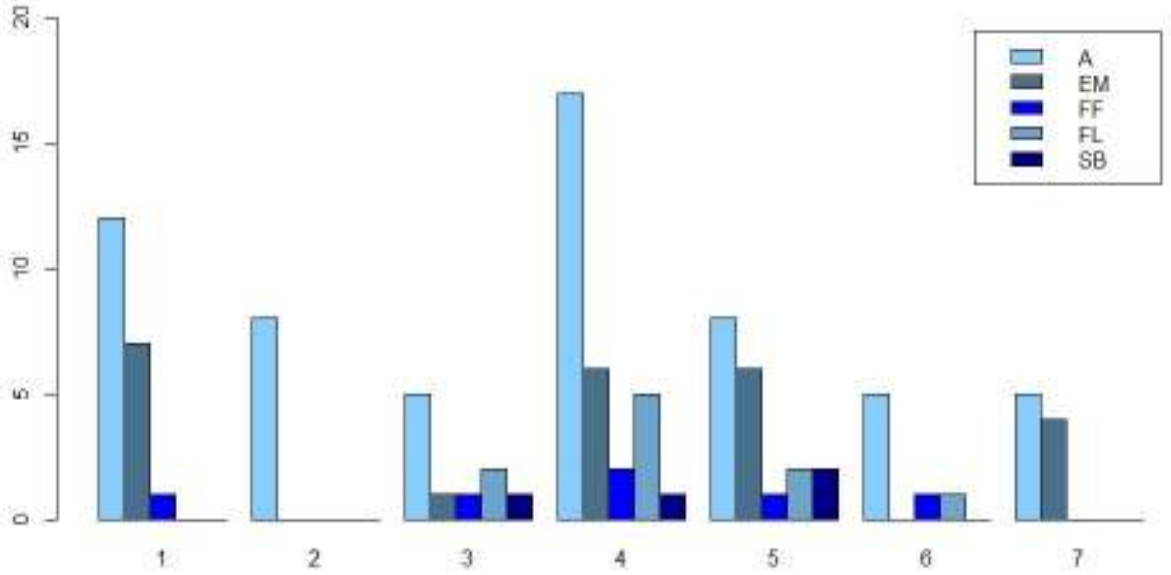


Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Ao avaliar as formas de vida, pode ser observado que o tipo anfíbio foi mais predominante em todas as áreas, seguidas pelas emergentes. As plantas anfíbias (AF), que ocupam os pontos mais distantes do curso hídrico, e são que mais toleram o dessecamento, pois somente em períodos curtos durante o ano permanecem com o corpo vegetativo parcialmente inundado. As plantas emergentes (EM) são mais suscetíveis ao dessecamento que as anfíbias e mais tolerantes que as espécies flutuantes livres (FL) ou fixas (FF) e as submersas fixas ou livres (SF e SL). Tratando-se de um curso hídrico, há de ser ponderado que a maior presença de

espécies anfíbias dá-se pela condição (lótico) do próprio curso hídrico com poucos ambientes lênticos, que possibilitam o desenvolvimento de espécies com outros hábitos de vida.

Figura 299 – Gráfico de abundância de formas de vida por ponto amostral.



Legenda: A: Anfíbias; EM: Emergentes, FF: Flutuante-Fixa; FL: Flutuante-Livre; SB: Submersa.
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Em situações de ambientes perturbados determinadas formas de vida podem vir a tornar-se mais abundantes que outras, alterando as condições biológicas, físicas e químicas dentro do ecossistema aquático. Nesse aspecto destacam-se as formas de vida Flutuante-Livre e Submersas, as quais conseguem ocupar diferentes ambientes e propagar-se em áreas de maior extensão.

Dentre as espécies amostradas e identificadas se destacam: *Salvinia* sp., *Lemna valdivian, Eichhornia crassipes*, *Senecio bonariensis*, *Centella asiatica* e *Egeria densa* como indicadoras de ambientes perturbados e com potencial contaminante de ecossistemas aquáticos. Atualmente as populações destas espécies encontram-se reduzidas e isoladas, em condições naturais de ocorrência. Com alterações no curso hídrico, estas populações podem consequentemente invadir maiores áreas acarretando em graves problemas ao meio ambiente, como por exemplo, eutrofização e limitação de desenvolvimento de outras espécies naturais do ambiente aquático.

Em áreas de redução da vazão do rio Caveiras por empreendimentos já instalados, foram registrados ambientes eutrofizados e com graves problemas de infestação de espécies potencialmente contaminantes. Nesse aspecto cabe a inclusão do monitoramento de macrófitas nos trechos de vazão reduzida de empreendimentos futuros e nos já instalados na bacia; visto que a redução do volume de água possibilita o desenvolvimento de espécies nocivas ao ecossistema aquático. Essa obrigatoriedade depende dos órgãos licenciadores e fiscalizadores.

Entre as espécies raras ou endêmicas, destaca-se a Eriocaulaceae *Syngonanthus caulescens*. A espécie é pouco amostrada no estado de Santa Catarina, sendo comum em ambientes de campos de altitude brejosos. O indivíduo foi encontrado em somente um ponto amostral, em transição de ambiente de campo para área ciliar.

Figura 300 – *C. campylocentra*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 301- *Ludwigia* sp.



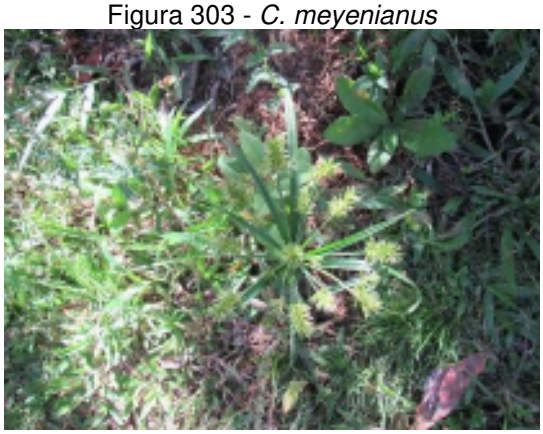
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 302 - *R. flagelliformis*



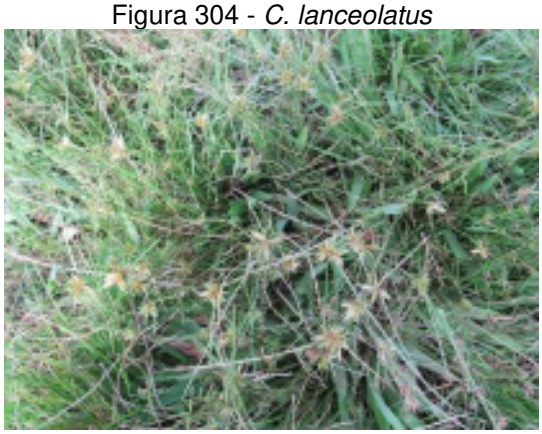
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 303 - *C. meyenianus*



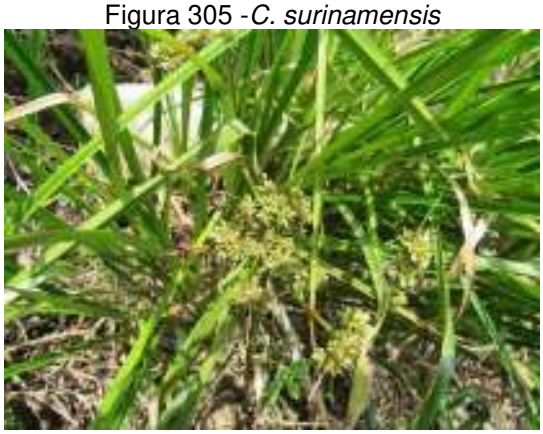
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 304 - *C. lanceolatus*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 305 -*C. surinamensis*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 306 - *R. corymbosa*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 307 - *L. lagunae*



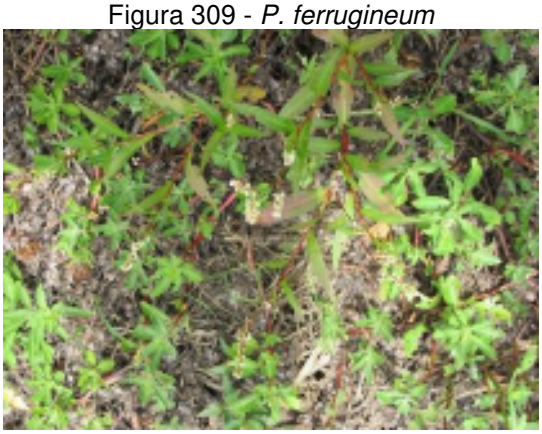
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 308 - *L. tomentosa*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 309 - *P. ferrugineum*



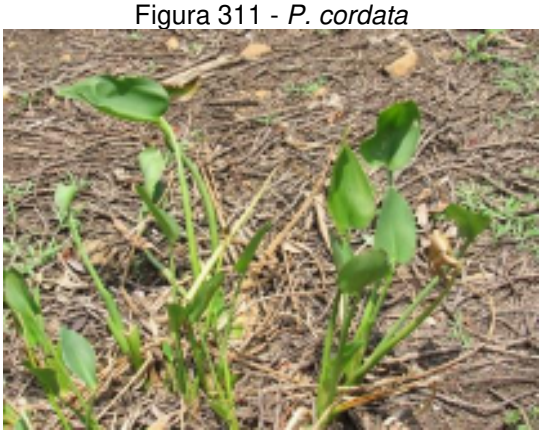
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 310 - *H. bonariensis*



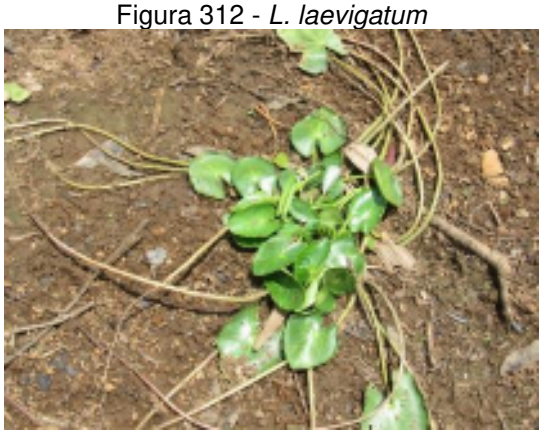
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 311 - *P. cordata*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 312 - *L. laevigatum*



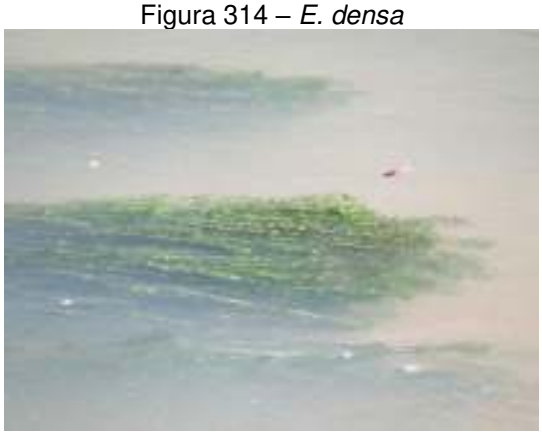
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 313 - *C. diffusa*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 314 – *E. densa*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 315 - *E. crassipes*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 316 - *E. crassipes*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 317 - *L. valdiviana*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 318 - *M. serpylloides*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 319 – Ambiente com predominante cobertura de espécies flutuantes livres



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 320 – *C. asiática*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 321 – Ambientes eutrofizados em TVR de empreendimentos já instalados.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.2.5 Ecologia da paisagem

7.2.5.1 Introdução

Existem vários conceitos para o termo “paisagem”. Um conceito muito aceito atualmente é aquele apresentado em Lang & Blaschke (2009), que definem a paisagem como “um sistema integrador de componentes do meio ambiente e sociais”. Esse aspecto integrador implica que não somente se aceitam as atividades humanas no conceito de paisagem, como essas mesmas atividades e modificações de natureza antrópica não podem ser desprezadas na formação da paisagem. A diferenciação entre uma paisagem e outra dá-se por meio do estudo da estrutura da paisagem, que é uma função do padrão e ordenamento espacial das unidades da paisagem em um determinado local.

Em função da necessidade de se analisar a estrutura da paisagem foram desenvolvidos métodos chamados de medidas da estrutura da paisagem, ou métricas da paisagem, os quais são “o coração metodológico do conceito de estrutura da paisagem” (Lang & Blaschke, 2009). As métricas da paisagem procuram “descobrir as relações causais entre padrões e processos em andamento na paisagem” (Lang & Blaschke, 2009).

Sendo a paisagem o sistema integrador entre componentes naturais e sociais, sua configuração influencia os fenômenos físicos, bióticos e sociais, e reflete as alterações causadas por esses fenômenos, em um contínuo processo de retroalimentação. Além disso, quando aplicada a hábitats, permite a comparação entre diversas configurações diferentes, e mesmo auxiliar no planejamento do uso e ocupação do solo, na dinâmica das populações e na quantificação e espacialização de alterações em ambientes antropizados.

Os estudos de ecologia da paisagem realizados para o presente relatório buscaram avaliar a distribuição e configuração dos fragmentos florestais da bacia, apontando as diferenças e similaridades na distribuição espacial dos mesmos, permitindo a comparação de áreas na bacia.

O cálculo isolado das áreas atingidas pelos aproveitamentos não engloba as funções da estrutura da paisagem nessas áreas atingidas, como conectividade, tamanho dos fragmentos remanescentes e a espacialização das alterações sobre a paisagem. No presente estudo, foram avaliados parâmetros (métricas da paisagem) visando subsidiar não somente o conhecimento sobre o padrão da paisagem, como sua funcionalidade para a fauna terrestre.

A área de estudo definida para os estudos de ecologia da paisagem é a bacia do rio Caveiras. Os dados de uso do solo necessários para os estudos foram obtidos do mapeamento de uso do solo realizado pelo Projeto Mapbiomas. Essa base de dados apresenta várias características interessantes, como sua abrangência espacial (todo o Brasil), e temporal, com dados atualizados.

A análise da paisagem pode ser feita em 3 níveis: paisagem, classe e fragmentos (*patches*). A análise no nível da paisagem apresenta os dados que caracterizam toda uma região de estudo, ou seja: as métricas são calculadas por paisagem, possibilitando a comparação de diferentes paisagens. Nesse caso, as métricas seriam calculadas para toda a bacia, resultando em um único valor para toda a área da bacia. Essa prática é útil quando se deseja comparar, por exemplo, uma bacia com outra ou diferentes períodos. No nível de classe, os dados são computados e comparados entre as classes que definem a paisagem (Ex: uso agropastoril, matas, corpos d'água). Já na análise ao nível de fragmentos, coletam-se as informações sobre os fragmentos, que são a menor unidade de análise da paisagem, ou seja, os polígonos que representam uma feição e suas características, bem como sua localização.

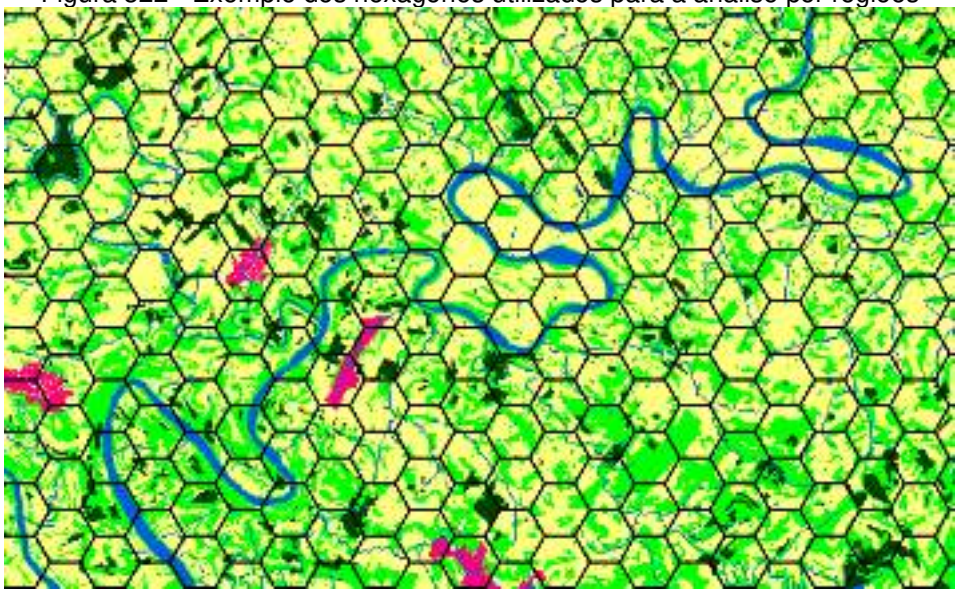
Para a AIBH do rio Caveiras, optou-se por abordar as características específicas da classe de florestas nativas, diagnosticando a estrutura dos fragmentos florestais por meio de métricas da paisagem em uma análise por regiões.

7.2.5.2 Métricas da paisagem

Como a área de estudo apresenta uma elevada extensão espacial, as métricas foram calculadas por região, possibilitando a apresentação posterior de

resultados por sub-áreas. Para a divisão da paisagem em regiões foi gerada uma grade de hexágonos equivalentes, cada qual com área de 100ha, ou 1km². A escolha da forma hexagonal para a divisão em regiões deu-se pelo fato que são forma simples, porém muito próximas à forma de um círculo, podendo, contudo, ser dispostos de forma adjacente sem que ocorram sobreposições ou lacunas, como pode ser visto na figura abaixo.

Figura 322 - Exemplo dos hexágonos utilizados para a análise por regiões



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Para alcançar os objetivos dos estudos – aprofundar os estudos existentes e a funcionalidade da paisagem para a fauna terrestre – foram selecionadas 4 métricas para análise por regiões. As métricas selecionadas estão descritas abaixo:

NumP – Number of Patches

NumP expõe o número de fragmentos existentes dentro de uma determinada região de análise. Na análise realizada nesse estudo, o número de fragmentos foi calculado para cada um dos hexágonos. O número de fragmentos, contudo, não é isoladamente um indicador de melhor ou pior condição de suporte para as atividades da fauna silvestre ou mesmo para as ações antrópicas, pois um único fragmento pode tanto englobar toda a região analisada ou corresponder a uma porcentagem ínfima da região de análise.

PLAND – Percentage of Landscape

PLAND apresenta o percentual de uma determinada área que é pertencente a uma classe de uso do solo. Na análise por regiões, como foi realizada no presente trabalho, a classe de interesse utilizada para o cálculo foram os fragmentos de vegetação arbórea.

Na presente análise, a métrica PLAND afere o grau de cobertura florestal das regiões. Isso permite aferir, em conjunção com a métrica NumP, quais as áreas que possuem maior ou menor adensamento florestal. Como as regiões utilizadas possuem uma área de 100ha, o percentual medido também corresponde a área de cobertura florestal em hectares.

MPS – Mean Patch Size

MPS é a medida do tamanho médio dos fragmentos existentes em uma determinada região. Quando da análise de fragmentos que representam a cobertura florestal (como é o caso no presente estudo), assume-se que existe uma proporção direta entre o tamanho do fragmento e a riqueza e abundância de espécies animais que utilizam essas áreas para alimentação, abrigo e/ou reprodução, o que justifica sua utilidade para a presente análise.

MNN – Mean distance to Nearest Neighbor

MNN é uma métrica cujo resultado é a distância média entre um fragmento e seu vizinho mais próximo, ou seja, entre fragmentos da mesma classe. MNN é uma métrica cujo resultado é inversamente proporcional à conectividade entre fragmentos, ou seja, quanto menor a distância (medida em metros) maior a conectividade. Um ponto importante a se considerar é que para uma melhor interpretação, MNN deve ser analisado juntamente a outras métricas que forneçam informações sobre os fragmentos, como PLAND e MPS. Um exemplo é uma área onde somente há dois fragmentos, a uma distância de 100m. Caso se separe um desses fragmentos em 4 fragmentos, a distância entre eles será menor, e consequentemente MNN apresentará uma diminuição, sem significar que houve melhoria da cobertura.

É importante ressaltar que na análise de métricas da paisagem, assim como em qualquer trabalho com rigor científico, é necessário que as variáveis analisadas apresentem independência entre si. Em resumo, se uma variável mostra uma

correlação com outra variável, de forma que esta seja, de certa forma, uma função de outra, as variáveis não são independentes. Para aferir a independência das variáveis utilizadas, foram calculados os coeficientes de determinação (R^2) entre as quatro variáveis utilizadas para a análise, os quais estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 120 - Coeficientes de determinação (R^2) entre as variáveis analisadas

Variáveis	NumP	PLAND	MPS	MNN
NumP	1	0.186	0.258	0.002
PLAND	0.186	1	0.488	0.182
MPS	0.258	0.488	1	0.071
MNN	0.002	0.182	0.071	1

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Nota-se pelos resultados que à exceção da correlação entre PLAND e MPS, todas as variáveis apresentam baixo grau de correlação. A relativamente elevada correlação entre PLAND e MPS deve-se ao simples fato que não há possibilidade do tamanho médio do fragmento ser grande (digamos, de 90ha) sem que no mínimo existam 90ha de cobertura florestal na região. Como MPS registra a média do tamanho dos fragmentos, a única possibilidade de MPS ser igual ou superior à metade do tamanho da região é com a existência de um único fragmento florestal de área maior ou igual à metade da área total florestal da região (100ha), mensurada por PLAND.

Para comprovar esse resultado, foi calculada a determinação entre PLAND e MPS para os resultados nos quais MPS era igual ou superior a 50ha. Nesse caso, comprovando a correlação, foi alcançado um coeficiente de determinação de 100%.

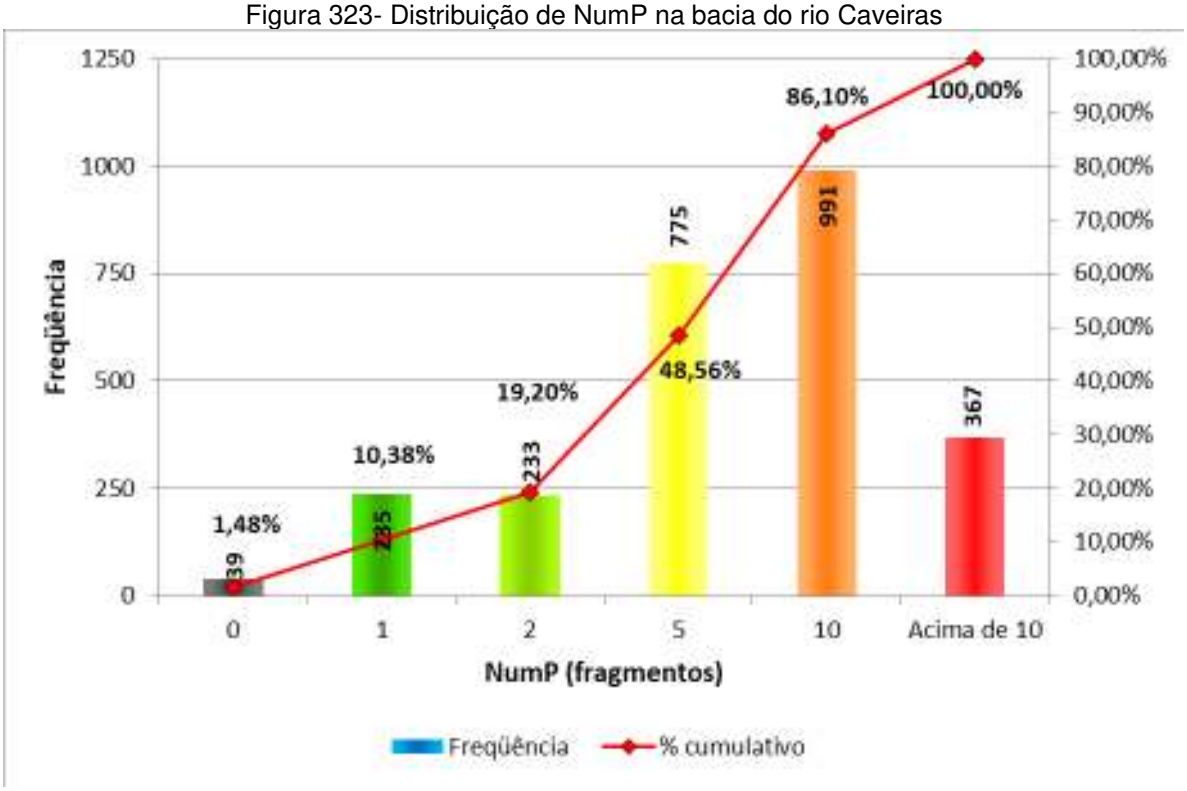
7.2.5.3 Resultados das Métricas da Paisagem

Conforme citado anteriormente, foram calculadas quatro métricas da paisagem. Como a análise foi feita por regiões (hexágonos de 100ha) em um *buffer* de 1km da região hidrográfica, os resultados somam 2640 dados diferentes para cada uma das métricas. Os resultados de cada uma das métricas são analisados abaixo.

⇒ NumP

Os resultados de NumP, apresentados na figura e mapa na sequência, demonstram que as regiões analisadas são muito fragmentadas, com somente uma pequena parcela das áreas apresentando mais de poucos fragmentos. Contudo, nota-se que há uma expressiva percentagem das regiões nas quais se encontram mais que 6 fragmentos, totalizando mais de 51% das regiões. Isso se explica não somente pelo uso já consolidado da bacia para atividades agrícolas, como também pelo fato que as propriedades na bacia são, em geral, pequenas propriedades, e que cada uma dessas propriedades, de acordo com a legislação federal (Lei 4771/1965 e a mais recente Lei 12.651/2012) deve dispor de uma reserva legal de 20% da propriedade. Como as reservas legais das propriedades não são contíguas, não espanta que exista uma relativa desconexão e um grande número de fragmentos nas regiões, o que é normal em todo o Estado de Santa Catarina.

Figura 323- Distribuição de NumP na bacia do rio Caveiras



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Em termos gerais, a distribuição espacial das áreas com menos fragmentação apresenta uma correlação com as altitudes da bacia, sendo que as áreas com menos fragmentação tendem a se concentrar nos trechos mais altos da bacia.

AIBH RIO CAVEIRAS - ECOLOGIA DA PAISAGEM - NUMP

desenvolver
engenharia e meio ambiente

510000 540000 570000 600000

6930000 6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
PAINEL
URUPEMA
RIO CANOAS
Rio Caveiras

N W E S

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais

Número de fragmentos NumP

- Sem fragmento
- 1
- 2
- 3-5
- 6-10
- 11 ou mais

ID	EMPREENDIMENTO
1	CGH Santo Antônio
2	PCH A. M. Dias
3	CGH São Paulo
4	CGH Hoppen
5	CGH Caveiras
6	PCH Pinheiro
7	PCH Itararé
8	PCH João Borges
9	PCH Portão

0 3 6 9 12 15 18 Km

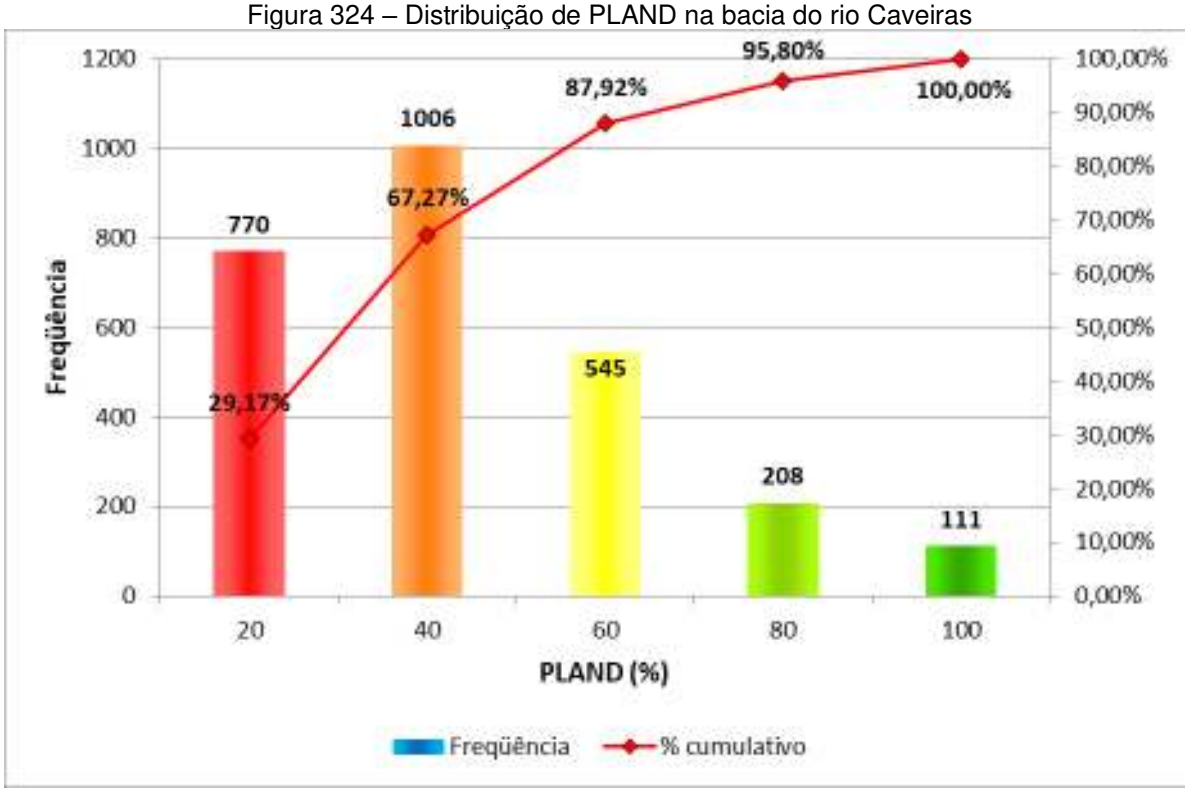
Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

PLAND

Em relação ao percentual de cobertura florestal na bacia, os resultados são coerentes com a ocupação da bacia, apresentando uma predominância de pequenos percentuais de cobertura na grande maioria das regiões analisadas. Analisando a figura e o mapa abaixo nota-se que a maior concentração de regiões com percentual de cobertura florestal acima de 60% encontra-se concentrada nas porções mais elevadas da bacia, em especial o trecho leste.

Entre os resultados apresentados, nota-se que significativa porção da bacia (87,92% das regiões de análise) possui porcentuais de cobertura inferiores a 60%. Esse é um percentual baixo, porém coerente com outras bacias de tamanho, uso e ocupação do solo similares no Estado de Santa Catarina.

Figura 324 – Distribuição de PLAND na bacia do rio Caveiras



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

AIBH RIO CAVEIRAS - ECOLOGIA DA PAISAGEM - PLAND

desenvolver
engenharia e meio ambiente

510000 540000 570000 600000

6930000

6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA
BOCAINA DO SUL

Rio Caveiras
RIO CANOAS

N W E S

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais

Percentual de cobertura florestal nativa PLAND

- 0.00 - 20.00
- 20.01 - 40.00
- 40.01 - 60.00
- 60.01 - 80.00
- 80.01 - 100.00

ID	EMPREENDIMENTO
1	CGH Santo Antônio
2	PCH A. M. Dias
3	CGH São Paulo
4	CGH Hoppen
5	CGH Caveiras
6	PCH Pinheiro
7	PCH Itararé
8	PCH João Borges
9	PCH Portão

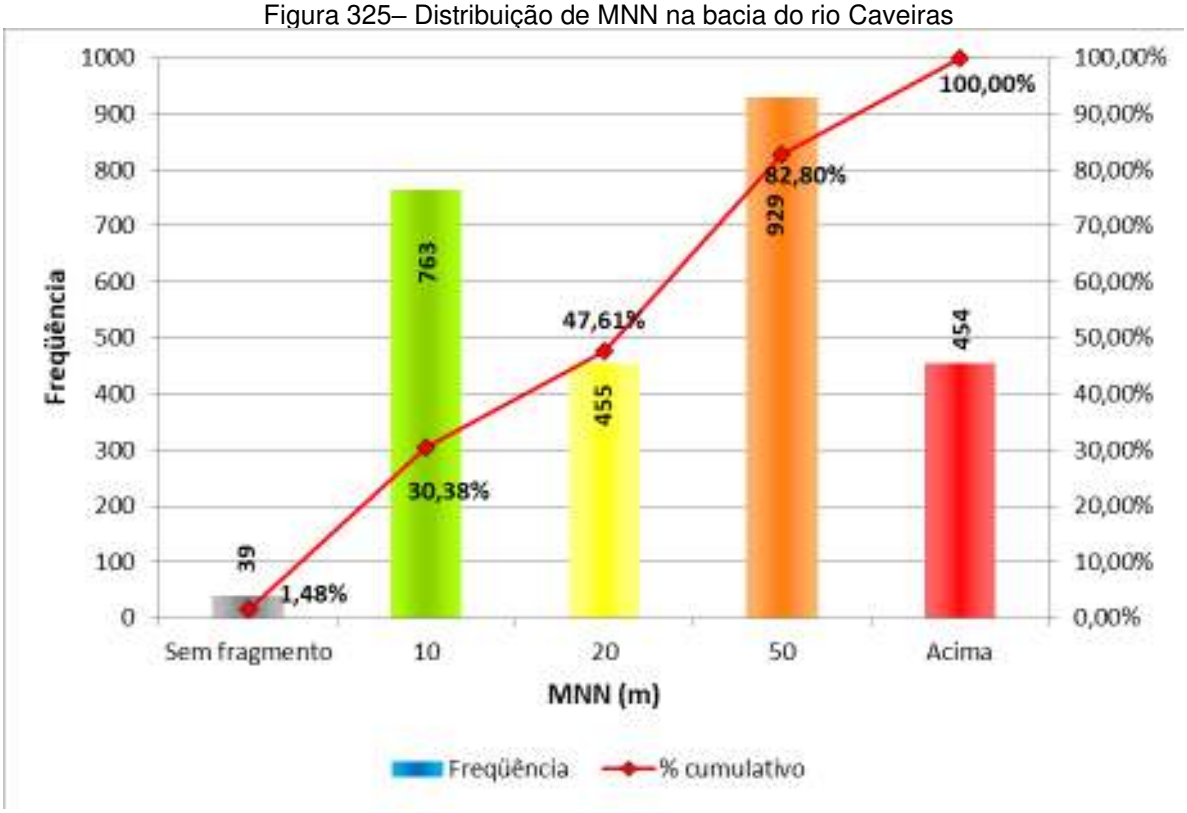
0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

⇒ MNN

Como explicado anteriormente, MNN apresenta a distância média entre fragmentos em uma mesma região. Observando-se o mapa e a figura na sequência, é notável que quase metade das regiões de análise apresenta valores de MNN até 20m. Contudo, ainda há locais em que os fragmentos encontram-se desconexos. Esse fenômeno pode ser explicado, assim como os valores de NumP, através da análise da ocupação e da estrutura fundiária da bacia, onde predominam as pequenas propriedades rurais, as quais dispõem de pequenas áreas de reserva legal, contudo sem uma conexão entre as reservas legais de uma propriedade e das propriedades adjacentes. Seguindo a tendência apresentada em PLAND, os locais com fragmentos melhor conectados encontram-se na porção leste da bacia, seguido pela porção noroeste.

Figura 325– Distribuição de MNN na bacia do rio Caveiras



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

AIBH RIO CAVEIRAS - ECOLOGIA DA PAISAGEM - MNN

desenvolver
engenharia e meio ambiente

510000 540000 570000 600000

6930000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA

Rio Caveiras
RIO CANOAS

N W E S

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais

Distância média entre fragmentos MNN

- Até 10m
- 10 - 20m
- 20 - 50m
- Acima de 50m

ID	EMPREENDIMENTO
1	CGH Santo Antônio
2	PCH A. M. Dias
3	CGH São Paulo
4	CGH Hoppen
5	CGH Caveiras
6	PCH Pinheiro
7	PCH Itararé
8	PCH João Borges
9	PCH Portão

0 3 6 9 12 15 18 Km

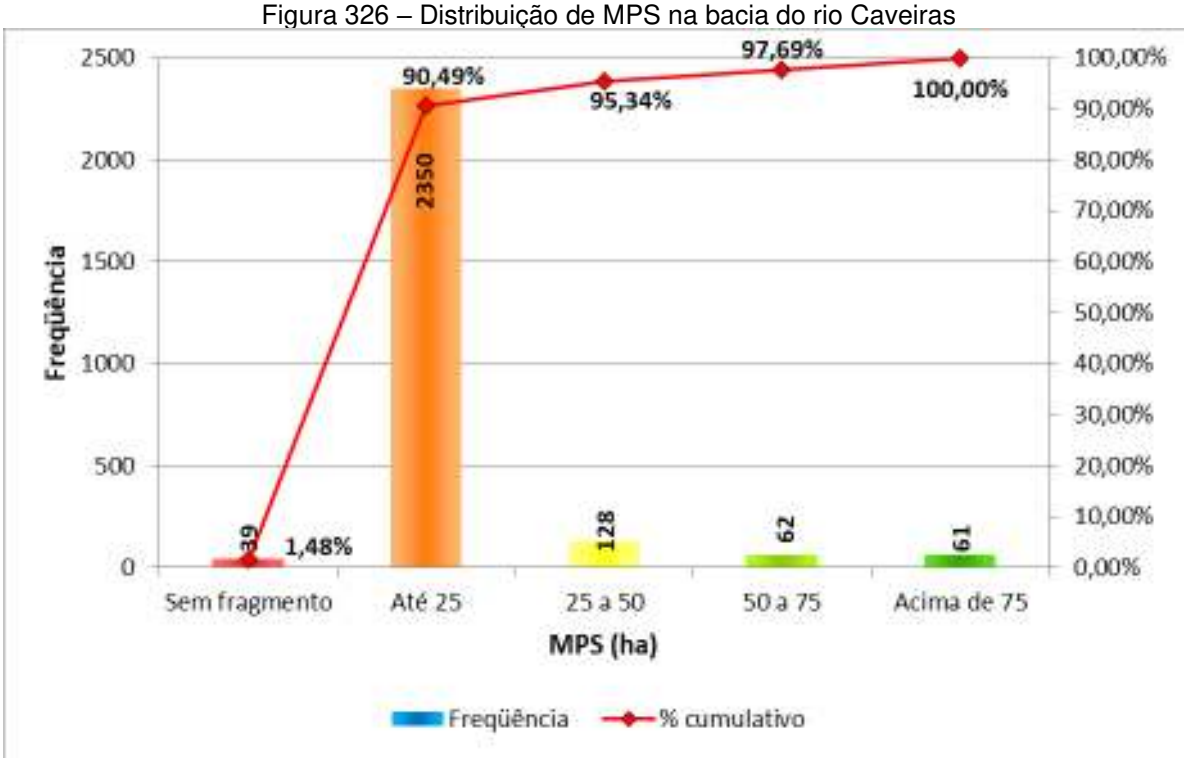
Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

⇒ MPS

A medida do tamanho médio dos fragmentos serve para determinar se em uma determinada região, além de uma cobertura relativamente elevada (representada por PLAND), essa cobertura é formada de fragmentos maiores ou menores. Se os casos em que o tamanho médio do fragmento for igual ou superior a 50ha já se pode atestar que somente há um único fragmento, nota-se pela figura e pelo mapa apresentados abaixo que essas áreas são relativamente raras, representando aproximadamente 5% do total da área analisada.

Cabe lembrar que essas áreas nas quais os valores de MPS foram mais elevados coincidem com as áreas nas quais já se notou que há maior conectividade e maior cobertura. Como nas métricas supracitadas, a concentração dos valores mais elevados de MPS se deu na porção leste da bacia.

Figura 326 – Distribuição de MPS na bacia do rio Caveiras



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

AIBH RIO CAVEIRAS - ECOLOGIA DA PAISAGEM - MPS

desenvolver
engenharia e meio ambiente

510000 540000 570000 600000

6930000

6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA
BOCAINA DO SUL

Rio Caveiras
RIO CANOAS

N W E S

9 8 7 6 5 4 3 2 1

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais

Tamanho médio dos fragmentos (ha)
MPS

- Sem fragmento
- Até 25ha
- 25 a 50ha
- 50 a 75ha
- 75 a 100 ha

ID	EMPREENDIMENTO
1	CGH Santo Antônio
2	PCH A. M. Dias
3	CGH São Paulo
4	CGH Hoppen
5	CGH Caveiras
6	PCH Pinheiro
7	PCH Itararé
8	PCH João Borges
9	PCH Portão

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

7.2.5.4 Considerações

A estrutura da paisagem na bacia do rio Caveiras apresenta características muito similares a de bacias estudadas em outras avaliações integradas de bacia hidrográfica no estado, onde a vegetação florestal nativa encontra-se fragmentada, a cobertura é inferior a um terço da área da bacia, e os fragmentos florestais restantes são de pequeno porte, ainda que relativamente bem conectados. Como em outras bacias estudadas no estado de Santa Catarina (Peixe, Marombas, Lava-Tudo), as áreas que apresentam os melhores resultados das métricas são aquelas nos trechos mais elevados da bacia. No caso específico do rio Caveiras, esses trechos com resultados mais favoráveis são a porção leste, nas nascentes do rio Caveiras; no trecho noroeste em São José do Cerrito nas nascentes do ribeirão da Taipa; e na porção sul, nos trechos altos do ribeirão da Cachoeirinha.

Ao passo que os resultados não são positivos analisados por si só, é importante lembrar que eles não diferem daqueles encontrados em outras bacias hidrográficas de Santa Catarina. Isso é resultado da forma de ocupação da terra e da estrutura fundiária, que possui similaridades em toda a vertente do interior. Para fins de planejamento ambiental, é recomendável que eventuais aproveitamentos hidrelétricos a ser implantados na bacia promovam a recomposição da vegetação ciliar e a conectividade entre os fragmentos na área de influência dos empreendimentos.

7.2.6 Unidades de Conservação e áreas prioritárias para conservação ambiental

Em relação as Unidades de Conservação, no âmbito federal, a mais próxima da bacia do rio Caveiras fica a 32,5 km, o Parque Nacional de São Joaquim, de acordo com informações do ICMBIO (BRASIL, 2019). Também não há Unidades de Conservação na esfera estadual, na área da bacia (IMA, 2019).

Quanto as Reservas Particulares do Patrimônio Natural- RPPN, existem duas reservas nos municípios do estudo, a RPPN Emilio Einsfeld Filho, entre Campo Belo do Sul e Capão Alto, com área de 6328,60 há e a RPPN Papagaios-de-altitude, em Urupema, com área de 36,07 ha.

Constatou-se através de registros da FUNAI- Fundação Nacional do Índio (2019) que, na área abrangida pela Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, não há Terras Indígenas.

AIBH RIO CAVEIRAS - UNIDADE DE CONVERVAÇÃO

desenvolver
engenharia e meio ambiente

500000 550000 600000

6950000 6900000

N W E S

PARQUE ESTADUAL RIO CANOAS

RIO CANOAS

CERRO NEGRO

Rio Caveiras

PCH Portão

CORREIA PINTO

SÃO JOSÉ DO CERRITO

PCH João Borges

PCH Itararé

PCH Pinheiro

CAMPO BELO DO SUL

PCH Caveiras

LAGES

CGH São Paulo

CGH Santo Antônio

CGH Hoppen

PCH A. M. Dias

Rio Caveiras

PAINEL

CAPÃO ALTO

RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL EMÍLIO EINSFELD FILHO

RPPN PAPAGAIO DE ALTITUDE

URUPEMA

RIO GRANDE DO SUL

PARQUE NACIONAL DE SÃO JOAQUIM

PARQUE ESTADUAL DO IBITRIC

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais

Unidade de Conservação

- Esfera estadual
- Esfera federal

0 4,5 9 13,5 18 22,5 27 Km

Escala: 1:450000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

7.3 ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

7.3.1 Uso dos recursos hídricos

7.3.1.1 Usos Consuntivos

Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2019), um uso é considerado consuntivo quando a água retirada é consumida, parcial ou totalmente, no processo a que se destina, não retornando diretamente ao corpo d'água. O consumo pode ocorrer por evaporação, transpiração, incorporação em produtos, consumo por seres vivos, dentre outros. Os principais usos consuntivos da água no Brasil são o abastecimento humano (urbano e rural), o abastecimento animal, a indústria de transformação, a mineração, a termoeletricidade, a irrigação e a evaporação líquida de reservatórios artificiais.

No caso da bacia do Rio Caveiras, os usos consuntivos de maior significância estão voltados ao abastecimento humano e uso industrial. No estudo em tela, a descrição e a estimativa dos usos consuntivos na região foram baseadas no Manual de Usos Consuntivos da ANA (2019) e seus metadados, bem como em demais dados secundários disponíveis, indicando um panorama generalizado das vazões. Para cada uso são caracterizadas as vazões de retirada (montante captado no corpo hídrico), de consumo (fração da retirada que não retorna ao corpo hídrico) e de retorno (fração da retirada que retorna ao corpo hídrico).

7.3.1.1.1 Abastecimento público

O abastecimento público voltado ao consumo humano é uma das práticas de maior uso consuntivo na bacia do Rio Caveiras. Observa-se que a maior demanda hídrica voltada ao abastecimento humano é advinda do município de Lages, principalmente por seu centro urbano estar localizado dentro dos limites da bacia. De acordo com os dados consultados no Atlas de Abastecimento Urbano de Água (2015), Lages, Painel e Urupema utilizam de captação integralmente superficial,

enquanto Campo Belo do Sul, Capão Alto e Cerro Negro fazem uso de sistemas subterrâneos. Já Correia Pinto e São José do Cerrito possuem sistemas parciais de captação superficial e subterrânea.

Dentre todos os municípios da bacia, apenas Lages faz uso das vazões do Rio Caveiras para abastecimento público, sendo seu sistema operado pela Secretaria Municipal de Água e Saneamento - SEMASA. Na tabela abaixo estão apresentadas as captações para abastecimento humano de cada município da bacia em estudo e o operador responsável pelos sistemas.

Tabela 121- Caracterização do abastecimento público nos municípios da bacia do Rio Caveiras.

Município	Operador	Tipo de captação	Identificação da captação
Campo Belo do Sul	CASAN	Subterrânea	Sistema de Poços
Capão Alto	CASAN	Subterrânea	Poço
Cerro Negro	CASAN	Subterrânea	Poço
Correia Pinto	CASAN	90% Superficial / 10% Subterrânea	Rio dos Pombos / Poço
Lages	SEMASA	Superficial	**Rio Caveiras**
Painel	CASAN	Superficial	Córrego Santo Antônio
São José do Cerrito	CASAN	57% Superficial / 43% Subterrânea	Rio Antunes / Poço
Urupema	CASAN	Superficial	Rio Caronas

Fonte: Atlas de Abastecimento Urbano de Água, 2015.

A fim de obter uma estimativa das vazões de retirada, consumo e retorno, destinadas ao abastecimento público na bacia do Rio Caveiras, foi consultado o Painel de Indicadores da ANA, disponível no Sistema de Metadados (2019). As discussões também foram embasadas na estimativa populacional dos municípios, apresentadas na tabela abaixo, segundo dados do CENSO do IBGE de 2000 e 2010. Na sequência, a figura apresenta os dados estimados para as vazões nos anos de 2000, 2010, 2020 e 2030.

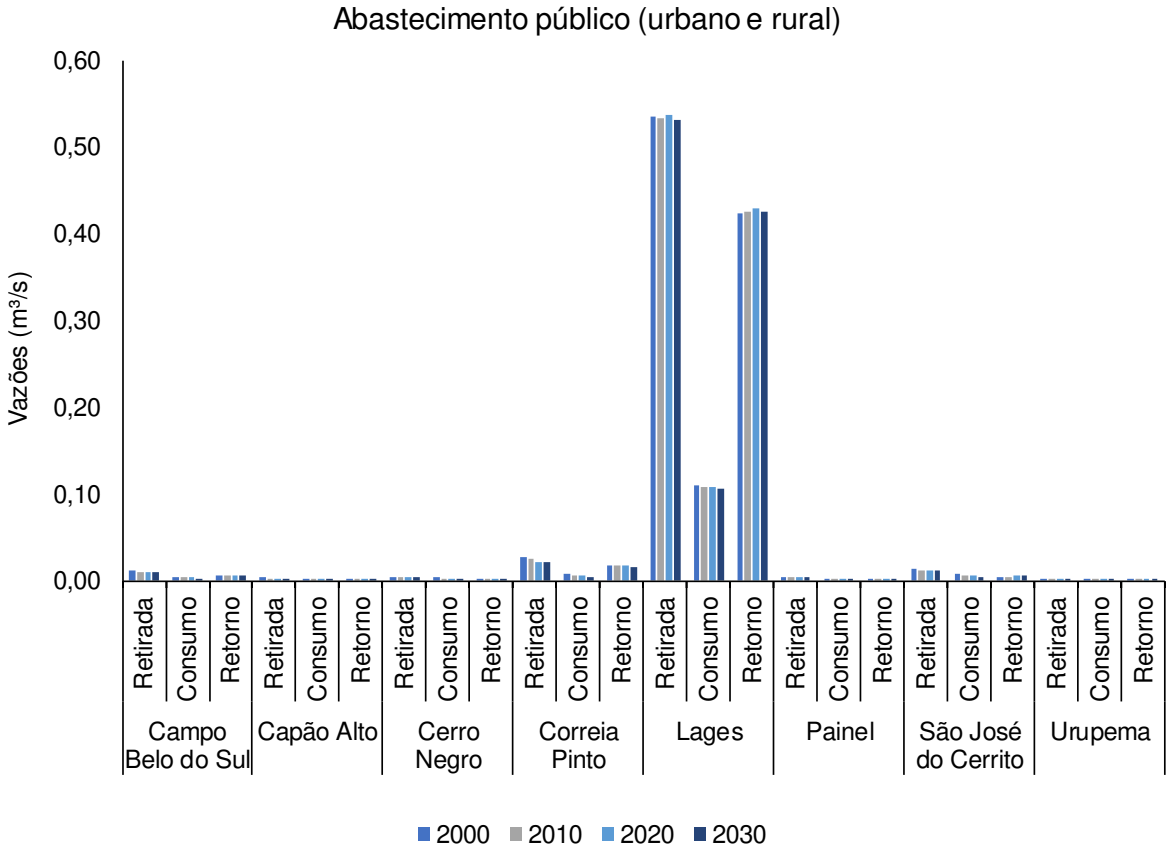
Tabela 122- Contingentes populacionais dos municípios da bacia do Rio Caveiras, definidos através dos Censos (2000 e 2010) e estimativas do IBGE.

Município	Ano			
	2000 (censo)	2010 (censo)	2020 (estimativa)	2030 (estimativa)
Capão Alto	3009	2753	3143	3471
Campo Belo do Sul	7924	7483	8542	9433

Município	Ano			
	2000 (censo)	2010 (censo)	2020 (estimativa)	2030 (estimativa)
Cerro Negro	4105	3581	4088	4514
Correia Pinto	17020	14785	16878	18639
Lages	156966	156727	178917	197576
Painel	2381	2353	2686	2966
São José do Cerrito	10364	9273	10586	11690
Urupema	2527	2482	2833	3129

Fonte: IBGE, 2000, 2010, 2019.

Figura 327- Vazões de retirada, retorno e consumo para o abastecimento público na bacia do Rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020. Adaptado de ANA, 2019.

Observa-se que as vazões mais significativas correspondem ao município de Lages, o qual possui maior concentração populacional. Segundo as estimativas da ANA, no ano de 2020 a vazão de retirada do Rio Caveiras para abastecimento público no município é de 0,54 m³/s, aproximando-se da média anual de 2019 obtida

junto à SEMASA, correspondente a 0,60 m³/s. Para o ano de 2030, de acordo com a Agência Nacional de Águas, apesar do aumento da população, principalmente nas maiores cidades, espera-se uma pequena redução no valores das vazões, conforme indicado na figura acima.

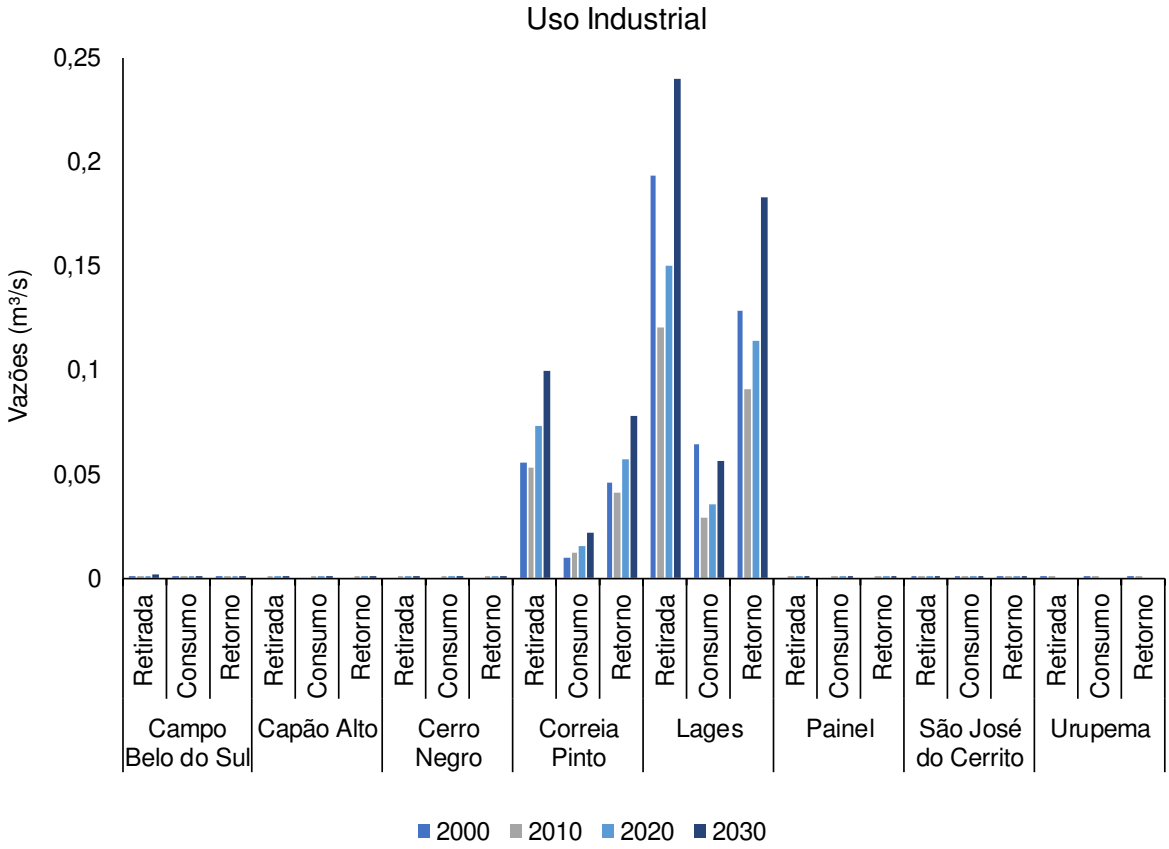
Os demais munícipios da bacia, por apresentarem um menor contingente populacional, possuem estimativas menores quando comparado à Lages. Para o ano de 2020, Campo Belo do Sul, Correia Pinto e São José do Cerrito apresentam vazões de retirada entre 0,01 e 0,02 m³/s, enquanto Capão Alto, Cerro Negro, Painel e Urupema retiram entre 0,003 e 0,004 m³/s destinados ao abastecimento público.

7.3.1.1.2 Uso Industrial

A demanda de água na indústria de transformação depende do tipo de produto ou serviço que está sendo produzido e os processos industriais associados. O uso está relacionado a vários fatores, como o tipo de processo e de produtos, tecnologias empregadas, boas práticas e gestão eficiente. No que se refere a utilização de água no processo produtivo, pode-se observar diversas funções, tais como: matéria-prima e reagentes; solventes de substâncias sólidas, líquidas e gasosas; lavagem e retenção de materiais contidos em misturas; veículo de suspensão; operações envolvendo transmissão de calor; entre outras (ANA, 2017).

Na bacia do Rio Caveiras as principais atividades das indústrias de transformação estão voltadas, principalmente, aos ramos alimentício, têxtil, produtos de madeira, produção de bebidas e metal-mecânica. Lages é o município que mais possui unidades industriais, com 549 indústrias de transformação registradas no ano de 2017 (IBGE, 2017), seguido de Correia Pinto (47), Campo Belo do Sul (20), São José do Cerrito (14), Cerro Negro (7), Capão Alto (3), Painel (1) e Urupema (sem ocorrências). A figura abaixo apresenta a estimativa das vazões de retirada, retorno e consumo para os municípios da região hidrográfica em estudo.

Figura 328- Vazões de retirada, retorno e consumo para uso industrial na bacia do Rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020. Adaptado de ANA, 2019.

A utilização da água destinada a indústria mostra-se mais evidente nos locais onde existem maiores populações. Em 2014, Lages tinha o segmento industrial como responsável por 13,2% do Produto Interno Bruto (PIB) do município (SEBRAE, 2017), destacando-se as filiais de grandes empresas dos ramos alimentícios, têxtil, celulose e papel, metal-mecânico e cervejaria e bebidas. A vazão de retirada estimada para o ano de 2020 é de 0,15 m³/s e em 2030 0,24 m³/s no município citado, indicando um aumento significativo na demanda hídrica.

O segundo município de maior consumo industrial, segundo as estimativas da ANA, é Correia Pinto. Em 2010, a indústria foi responsável por 55,1% do PIB municipal (SEBRAE, 2010), sendo os segmentos de papel e celulose e madeireiro os principais responsáveis pelo setor. A vazão de retirada estimada para o ano de 2020 é de 0,073 m³/s e em 2030 0,1 m³/s.

Os demais municípios da bacia – Campo Belo do Sul, Capão Alto, Cerro Negro, Painel, São José do Cerrito e Urupema, apresentam vazões de retirada irrisórias para a indústria, tendo em vista que parte das atividades econômicas locais são voltadas a outros setores.

7.3.1.1.3 Criação animal

Os maiores usos consuntivos da água, em escala global, são voltados às práticas agropecuárias. O Brasil, por possuir alguns dos maiores rebanhos do mundo, demanda quantidade elevada de água para o mantimento das estruturas de dessedentação, criação e ambiência de animais (ANA, 2019).

As estimativas da ANA para este uso são determinadas com base em coeficientes técnicos per capita (litros por dia por cabeça), tipo de rebanho e o número de cabeças registrado ou estimado no ano de referência. Nas tabelas a seguir estão apresentados os coeficientes adotados pela ANA e a estimativa de cabeças por rebanho para o ano de 2018 nos municípios da bacia do Rio Caveiras (IBGE, 2018).

Tabela 123- Coeficientes técnicos de retirada por cabeça (litros/dia) para os rebanhos.

Espécie	Retirada por cabeça (l/dia)
Bovinos	50
Bubalinos	50
Equinos	40
Suínos	12,5
Caprinos	10
Ovinos	10
Galináceos	0,18
Codornas	0,18

Fonte: Agência Nacional de Águas, 2019.

Tabela 124- Estimativa de cabeças por rebanho para o ano de 2018 nos municípios da bacia do Rio Caveiras.

Município	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Capr.	Ovino	Galin.	Codorna	Total
Capão Alto	34000	210	1650	1200	20	3050	10000	140	50.270
Campo Belo do Sul	29500	40	1200	2900	70	1850	24000	115	59.675
Cerro Negro	16500	5	600	3900	70	850	21000	32	42.957

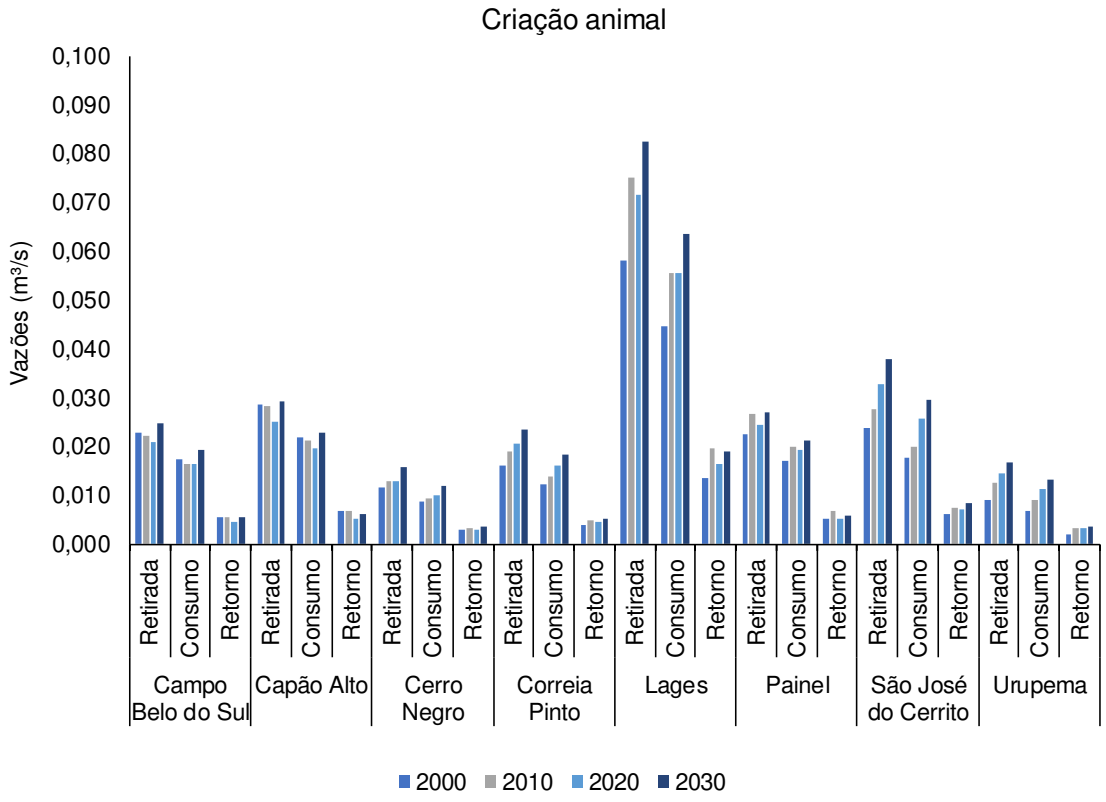
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Município	Bovino	Bubalino	Equino	Suíno	Capr.	Ovino	Galin.	Codorna	Total
Correia Pinto	26000	4	1400	2200	120	1620	178000	12	209.356
Lages	88000	150	5800	2317	73	8570	58000	520	163.430
Painel	32000	10	1150	1100	30	2200	5600	-	42.090
São José do Cerrito	45000	15	1450	6200	260	2450	55000	55	110.430
Urupema	15000	-	950	560	6	250	2000	12	18.778

Fonte: IBGE, 2018.

A agricultura e a pecuária são algumas das práticas de maior interesse econômico na bacia do Rio Caveiras, principalmente para os pequenos municípios, que têm boa parte do seu PIB proveniente do setor agropecuário. Correia Pinto, Lages e São José do Cerrito, respectivamente, possuem os maiores números de cabeças considerando o total dos rebanhos, conforme indicado na tabela acima. A figura a seguir apresenta as vazões de retirada, retorno e consumo destinadas à criação animal.

Figura 329- Vazões de retirada, retorno e consumo para a criação animal na bacia do Rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020. Adaptado de ANA, 2019.

Os municípios de Lages e São José do Cerrito, por possuírem maiores rebanhos de bovinos, têm maiores demandas de retirada para a criação animal. Segundo as estimativas da ANA (2019), em Lages, atualmente - 2020, são captados 0,07 m³/s para este fim, e em São José do Cerrito, 0,03 m³/s. Para 2030 espera-se um aumento de 0,01 m³/s nas vazões de retiradas para ambas as localidades. Os demais municípios fazem captações entre 0,01 e 0,02 m³/s no cenário atual.

7.3.1.1.4 Irrigação

A prática de irrigação, assim como a criação animal, é um dos setores que mais demanda recursos hídricos a nível mundial e federal. Contudo, na bacia do Rio Caveiras, devido às condições climáticas e as características das principais culturas cultivadas, que se adaptam facilmente a região, não são observadas grandes áreas que necessitam de irrigação. Os principais cultivos são de feijão, milho, soja, hortaliças e frutas, como a uva. A tabela abaixo apresenta um panorama das áreas irrigadas nos municípios da bacia no ano de 2015 e a projeção para 2030, conforme dados do Atlas de Irrigação da ANA (2017).

Tabela 125- Área irrigada nos municípios da bacia do Rio Caveiras em 2015 e a projeção para 2030.

Município	**Área irrigada (ha)**	
	2015	**2030**
Capão Alto	0	0
Campo Belo do Sul	18	18
Cerro Negro	49	50
Correia Pinto	45	45
Lages	50	50
Painel	28	28
São José do Cerrito	46	47
Urupema	41	41
Total	**277**	**279**

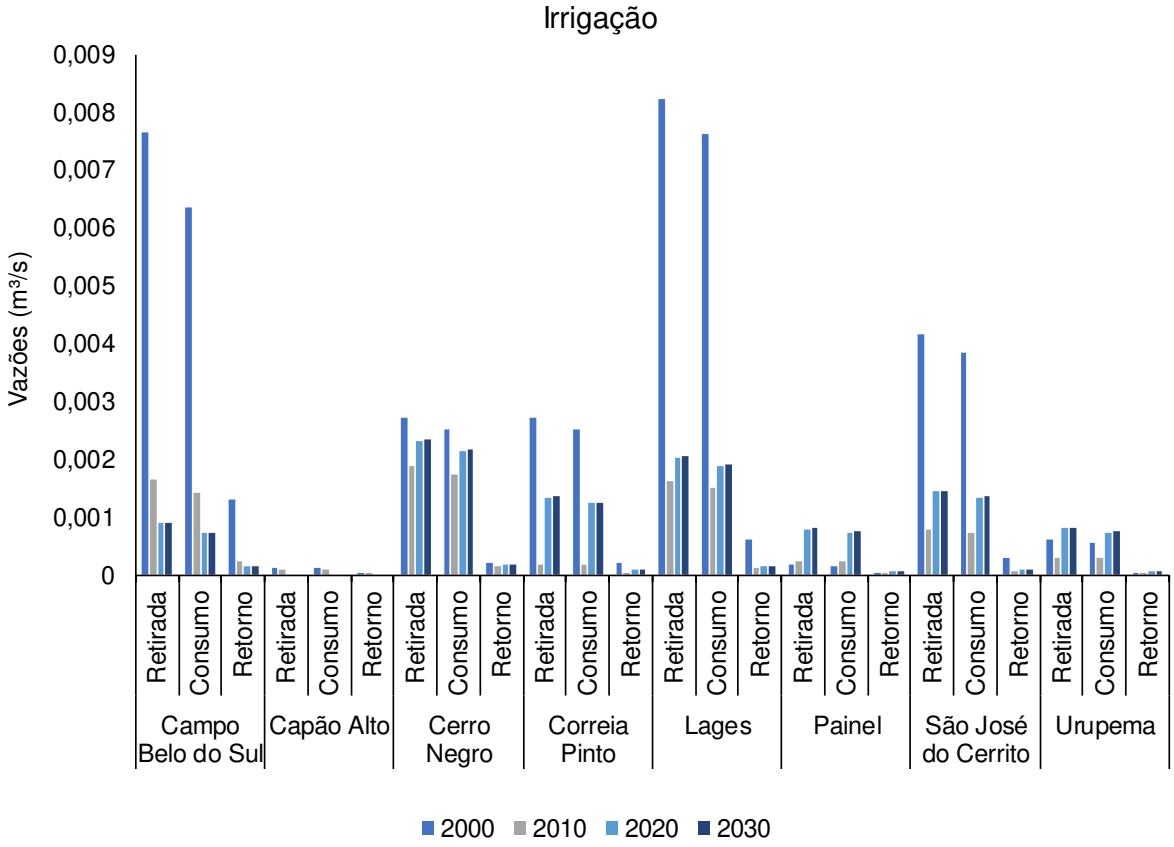
Fonte: Atlas de Irrigação, 2017.

No estudo voltado as vazões destinadas à irrigação, assim como nos demais usos, foram utilizadas as bases de dados e estimativas da ANA (2019). O método baseia-se no balanço hídrico nas áreas irrigadas, atribuindo à irrigação a fração de água necessária às culturas e não suprida por fontes naturais (chuva e solo). Além

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

disso, são considerados fatores como clima, culturas e sistemas de irrigação (ANA, 2019). A figura abaixo apresenta as vazões de retirada, retorno e consumo para a irrigação nos municípios da bacia do Rio Caveiras.

Figura 330- Vazões de retirada, retorno e consumo para irrigação na bacia do Rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020. Adaptado de ANA, 2019.

Na figura acima é possível observar que no ano de 2000, as práticas de irrigação apresentavam uma demanda hídrica muito maior quando comparado às décadas seguintes. Possivelmente essa diferença esteja relacionada ao aprimoramento das técnicas de irrigação e de cultivo, além da inserção de outros setores na economia dos municípios. Atualmente, a demanda hídrica de retirada para este uso varia entre 0,00 m³/s (Capão Alto) e 0,002 m³/s (Cerro Negro e Lages). Para 2030 não são esperadas grandes variações, tendo em vista que, segundo a

projeção do Atlas de Irrigação, a quantidade de área irrigada na bacia não terá um aumento significativo.

7.3.1.1.5 Conclusões

Conforme discutido e apresentado anteriormente, os principais usos consuntivos da água na bacia do Rio Caveiras estão voltados ao Abastecimento Público e ao Uso Industrial. O município de Lages é o que apresenta os maiores índices de utilização da água em todos os usos elencados, cenário já esperado devido ao seu elevado desenvolvimento econômico comparado aos demais municípios da bacia.

É importante atentar-se à possíveis conflitos em decorrência dos diversos usos da água e da localização de pontos de captação (retirada) e restituição (retorno). Para o município de Lages, por utilizar de vazões diretamente do Rio Caveiras, a vazão do manancial mantida no ponto de captação para o abastecimento público deve ser de, pelo menos, a mínima estimada para suprir as demandas necessárias, tendo em vista que esta captação já é regularizada a nível de município, através da SEMASA e estado, através da SDS. Além disso, devem se considerar os demais usos cadastrados nos órgãos competentes e as vazões disponibilizadas aos mesmos, principalmente usos industriais, já consolidados na região.

7.3.1.2 Usos Não Consuntivos

Dentre as demandas hídricas não consuntivas, aquelas que mais se destacam atualmente na bacia do Rio Caveiras referem-se à piscicultura/aquicultura – com a criação de peixes de águas frias; e recreação, turismo e lazer – com exploração de locais de potencial turístico devido a presença de quedas d'água e cachoeiras, formadas principalmente entre os cânions lageanos.

A geração de energia hidrelétrica também é um uso não consuntivo já presente na bacia, com a operação da CGH Caveiras (3,83 MW), entre os municípios de Lages e Capão Alto e da PCH João Borges (19 MW), localizada entre

Campo Belo do Sul, São José do Cerrito e Lages. Além destes, outros empreendimentos estão projetados no Rio Caveiras, e encontram-se em fase de estudos e projetos junto a ANEEL e ao IMA.

O principal aspecto relacionado à implantação destas usinas hidrelétricas consiste na presença de trechos de vazão reduzida, os quais devem ser estudados de forma individual no processo de licenciamento ambiental de cada aproveitamento, a fim de verificar a existência de outros usos no local, bem como as vazões demandadas e possíveis conflitos que possam vir a ocorrer por conta de captações já consolidadas e aprovadas no trecho de rio.

7.3.2 Qualidade da água

Esta secção da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, traz as diretrizes que foram aplicadas e os resultados obtidos durante a campanha da Qualidade da Água Superficial, para a campanha realizada na primavera de 2019. Sempre que possível foram correlacionados com dados secundários obtidos a partir de artigos científicos e em estudos realizados nos empreendimentos já instalados no rio Caveiras: EIA CGH Caveiras - ETS/2005, EIA PCH João Borges - ETS/2010, EIA PCH Portão – em andamento, e no rio Canoas EIA UHE Garibaldi - ETS/2008.

A qualidade da água de rios e reservatórios estão relacionadas com as características físicas, químicas e biológicas intrínsecas de cada Bacia Hidrográfica. A estruturação do espaço físico e a forma de ocupação humana provocam alterações na dinâmica de nutrientes e matéria orgânica que atingem o corpo hídrico, fatores esses que influenciam diretamente todo o ecossistema (KNAPIK, 2005). Nesse sentido esta avaliação tornou-se essencial para o conhecimento sobre a dinâmica e comportamento hidrológico e da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Frente a esta importância, no dia 07 de junho de 2017, foi firmado acordo aditivo ao Inquérito Civil nº 06.2017.00001120-8, entre o Ministério Público do Estado de Santa Catarina e o Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina IMA (então FATMA), o qual se refere à instalação de empreendimentos geradores de energia hidrelétrica na região Hidrográfica 04 (RH 04), em Santa Catarina.

O termo de acordo supracitado exige a elaboração de uma Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica (AIBH) do rio Caveiras, para a realização do rito de licenciamento ambiental de todos os empreendimentos de geração de energia propostos para este rio, que cumulativamente possuam a necessidade de desmatamento da vegetação em estágio avançado de regeneração igual ou inferior a 100 ha e (ou) área alagada igual ou superior a 200 ha.

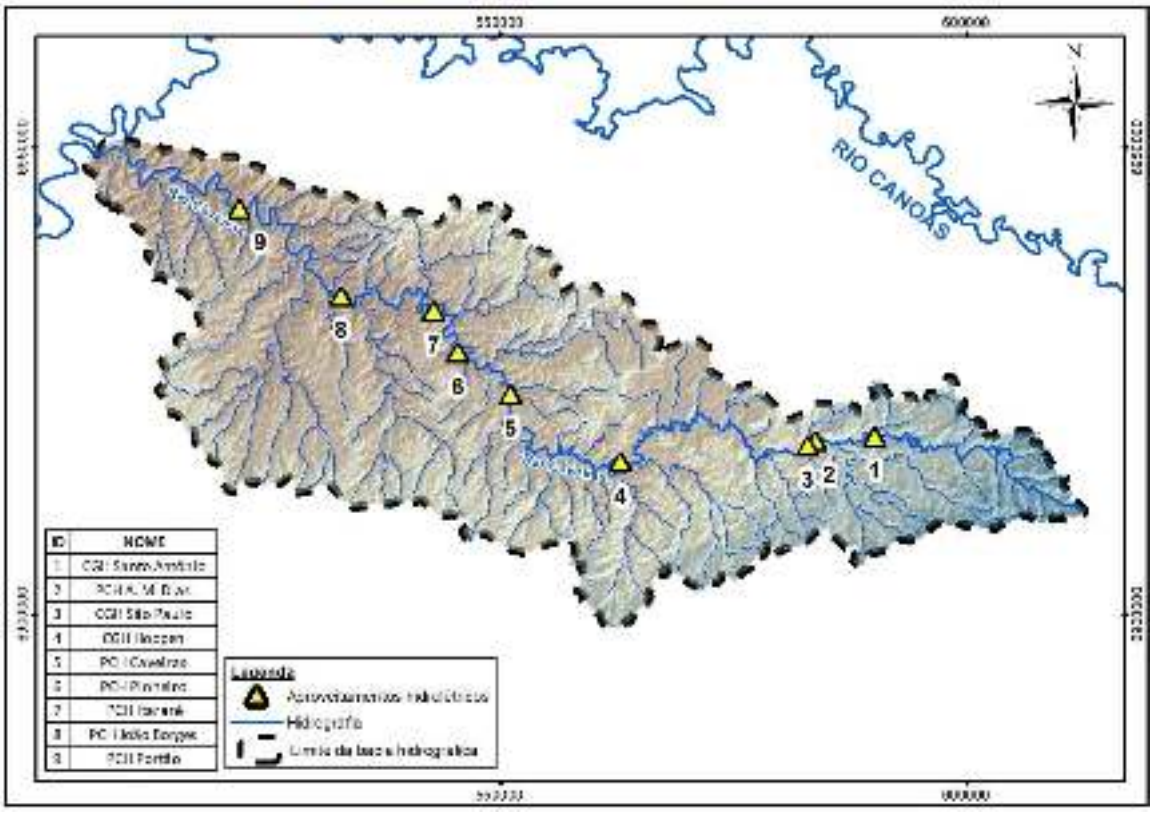
Abaixo foram apresentados os empreendimentos e as informações pertinentes dos envolvidos na realização da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Tabela 126. Projetos e empreendimentos hidrelétricos do trecho utilizado na Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Descrição		MW	Situação	Trecho livre a jusante (km)	Área do lago (ha)	Extensão do reservatório (km)	Desnível da barragem (m)	Tempo de residência da água (dias)
CGH	Santo Antônio	1,75	Projeto	4,8	2,9	0,80	5,0	0,07
PCH	A.M. Dias	5,80	Projeto	0,0	26,1	2,70	18,0	1,70
CGH	São Paulo	3,40	Projeto	0,0	1,6	0,50	4,0	0,04
CGH	Caveiras	3,83	Ampliação	9,0	1180,0	23,00	9,0	25,00
CGH	Hoppen	2,50	Projeto	-	-	-	-	-
PCH	Pinheiro	8,60	Projeto	7,4	22,0	1,00	1,0	0,20
PCH	Itararé	9,40	Projeto	0,0	4,0	0,00	0,0	0,00
PCH	João Borges	19,00	Operação	13,6	360,0	15,32	16,5	6,30
PCH	Portão	16,00	Projeto	0,0	300,0	13,40	21,5	4,20

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 331 - Projeção da futura instalação dos empreendimentos hidrelétricos no rio Caveiras – Santa Catarina



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Os empreendimentos em questão possuem área alagada acima de 200 há, cumulativamente, e se enquadram na necessidade da elaboração de AIBH. Na tabela abaixo estão apresentados os aproveitamentos hidrelétricos a serem estudados (somente os em estudo, excluindo os em operação) e avaliados no estudo proposto, sendo que os mesmos estão em fase inicial de licenciamento ambiental.

7.3.2.1 Objetivos

7.3.2.1.1 Objetivo Geral

Esta Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica objetivou a caracterização do rio Caveiras, através da utilização dos indicadores e índices ambientais, buscando identificar possíveis fontes antrópicas de poluição, para que quando necessário sejam sugeridas medidas corretivas em tempo hábil, visando à minimização de prováveis processos de degradação.

7.3.2.1.2 Objetivos Específicos

⇒ Avaliar a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Caveiras na primavera de 2019, frente à Resolução CONAMA 357/2005;

⇒ Correlacionar obtidos no levantamento com os dados secundários disponíveis para a Bacia Hidrográfica, especialmente para os empreendimentos em operação;

⇒ Classificar a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Caveiras, através da aplicação de índices ambientais;

⇒ Identificar as possíveis contribuições antrópicas referentes aos usos e ocupações dos solos de entorno do corpo hídrico;

⇒ Apontar os possíveis prognósticos da área, a partir da implantação dos projetos, em comparação ao status atual da qualidade da água do rio Caveiras – primavera de 2019.

7.3.2.2 Metodologias de Trabalho

7.3.2.2.1 Área Amostral

O rio Uruguai forma a Bacia Hidrográfica Uruguai, que em sua parte brasileira é denominada como “Bacia 7” pela classificação da Agência Nacional de Águas (ANA), possuindo área territorial de aproximadamente de 174.375 km² (Neto et al., 2013) e inserida nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, com uma pequena parte dos divisores de água no território do estado do Paraná. A bacia hidrográfica do rio Uruguai também faz parte da região hidrográfica de número 11, denominada Região Hidrográfica do Uruguai, a qual é limitada pela região hidrográfica do Paraná ao norte, pela Argentina a oeste e pelo Uruguai ao sul.

A bacia hidrográfica do rio Caveiras (sub-bacia 71 - ANA) nasce entre os municípios de Rio Rufino e Urupema a aproximadamente 1.600 m de altitude, nas encostas Serra Geral – formação montanhosa que delimita a borda leste do planalto catarinense. Como o planalto serrano catarinense tem inclinação suave para oeste, todos os rios da região fluem rumo ao interior. O rio Caveiras percorre aproximadamente 230 km na direção noroeste, com um desnível de 930 m até a sua foz, sendo o segundo maior contribuinte da bacia hidrográfica do rio Canoas.

A vegetação predominante na bacia é de Floresta Ombrófila mista, intercalada com formações campestres. A proporção de campos, áreas de agricultura, solo exposto e talhões de silvicultura (especial de *Pinus*), é progressivamente maior nas partes mais baixas da Bacia (Rafaeli Neto et al, 2013).

Para a caracterização dos ambientes foram monitoradas, de modo sistemático, variáveis físicas, químicas e microbiológicas da água, buscando-se registrar possíveis alterações ao longo da bacia hidrográfica do rio Caveiras. Durante as atividades de campo amostraram-se diferentes locais sobre influência de diversas atividades e empreendimentos, a fim de avaliar espacialmente a Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Esta avaliação considerou dezenove (19) pontos amostrais ao longo dos aproximados 190 km de extensão do rio Caveiras, caracterizados com ambientes lóticos, intermediários e lênticos, partindo do trecho de interesse P1 (a

aproximadamente 40 km a jusante da nascente – município Urupema/SC) até a montante da confluência da foz do rio Caveiras com o Canoas P19**.** As amostragens desta seção do monitoramento foram realizadas na camada subsuperficial (~20 cm abaixo da lâmina d'água) em todos os pontos amostrais indicados abaixo. Adicionalmente, para a caracterização das áreas foram realizadas imagens aéreas dos locais com auxílio de um Drone (Dji – Phanton IV Pro).

Tabela 127. Caracterização dos pontos amostrais do monitoramento da qualidade da água realizado ao longo do rio Caveiras.

Ponto	Coordenada Geográfica (UTM 22J)		Caracterização Ambiental
	Longitude	Latitude	
P1	590240.45 m E	6918963.13 m S	Ambiente lótico, situado no rio Caveiras, local do reservatório, montante do barramento da futura CGH Santo Antônio.
P2	584418.56 m E	6918415.94 m S	Ambiente lótico, situado no rio Caveiras, local do reservatório da futura PCH A. M. Dias. A jusante desta existe o projeto para implantação da CGH São Paulo.
P3	579363.42 m E	6917522.24 m S	Ambiente lótico, situado no rio Caveiras.
P4	572018.15 m E	6921058.42 m S	Ambiente intermediário, situado no rio Caveiras, próximo as instalações de uma cervejaria de Lages/SC. Neste local, ocorre a captação da água que abastece o município de Lages/SC.
P5	566920.44 m E	6919949.71 m S	Ambiente lótico, situado no rio Caveiras, próximo às instalações de ETE, a 3 km a montante deste ponto existe a confluência do rio Ponte Grande com o Caveiras e jusante deste ponto existe a confluência do rio Carahá (que transpassa a cidade de Lages/SC) com o Caveiras.
P6	565039.78 m E	6919377.44 m S	Ambiente lótico, situado no rio Caveiras, porém em uma alça interligada ao rio, nas proximidades existe ETE.
P7	560746.22 m E	6915909.96 m S	Ambiente lótico, situado no rio Caveiras, local a jusante da futura CGH Hoppen e a montante do reservatório da CGH Caveiras.
P8	555134.67 m E	6917813.73 m S	Ambiente lêntico, situado no rio Caveiras, área de reservatório da CGH Caveiras.
P9	551347.40 m E	6923156.47 m S	Ambiente lêntico, situado no rio Caveiras, área de reservatório da CGH Caveiras na secção à montante do barramento. Recebem as contribuições de um dos importantes afluentes da região o rio Amola Faca.
P10	550731.28 m E	6923502.59 m S	Ambiente intermediário, situado no rio Caveiras, trecho de vazão reduzida da CGH Caveiras.
P11	550317.93 m E	6924736.00 m S	Ambiente intermediário, situado no rio Caveiras, local de jusante da Casa de Força da CGH Caveiras. Ambiente de entorno com vegetação marginal bem preservada, com atividade agrícola e monocultivo de *Pinus* sp.
P12	546592.57 m E	6927946.17 m S	Ambiente intermediário, situado no rio Caveiras, área do reservatório da futura PCH Pinheiro. Ambiente de entorno com vegetação marginal bem preservada, com atividade agrícola e pequenos focos de pecuária.
P13	542820.76 m E	6932907.55 m S	Ambiente intermediário, situado no rio Caveiras, área do reservatório da futura PCH Itararé. Ambiente de entorno com vegetação marginal bem preservada, porém com ausência em alguns locais com atividade agrícola.
P14	541424.09 m E	6934875.78 m S	Ambiente intermediário, situado no rio Caveiras, área de início do reservatório da PCH João Borges. Ambiente de entorno com vegetação marginal preservada, porém com significativo estreitamento desta faixa, locais com forte presença de atividade

Ponto	Coordenada Geográfica (UTM 22J)		Caracterização Ambiental
	Longitude	Latitude	
			agrícola.
P15	534195.22 m E	6933456.90 m S	Ambiente lêntico, situado no rio Caveiras, área do reservatório da PCH João Borges na secção de montante do barramento. Ambiente de entorno com vegetação marginal em processo de recuperação, porém com significativo estreitamento e por vezes ausência desta faixa, local com forte presença de atividade agrícola.
P16	532651.41 m E	6934602.45 m S	Ambiente intermediário, situado no rio Caveiras, trecho de vazão reduzida da PCH João Borges. Ambiente de entorno com vegetação marginal em processo inicial de recuperação, porém quando presente com significativo estreitamento e por vezes ausência desta faixa e solo descoberto, local com forte presença de atividade agrícola.
P17	531954.47 m E	6934176.91 m S	Ambiente lótico, situado no rio Caveiras, jusante da Casa de Força da PCH João Borges, confluência do TVR rio caveiras com a água turbinada. Ambiente de entorno com vegetação marginal bem preservada.
P18	522162.82 m E	6943295.47 m S	Ambiente intermediário, situado no rio Caveiras, área do reservatório da futura PCH Portão. Ambiente de entorno com vegetação marginal bem preservada.
P19	507307.80 m E	6949126.74 m S	Ambiente lêntico, situado a montante da confluência dos rios Caveiras e Canoas e início da área de reservatório da UHE Garibaldi.

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 332. Equipe técnica verificando condições de voo.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 333. Imagem registrada durante o reconhecimento das áreas amostrais – P18.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - PONTOS AMOSTRAIS DE QUALIDADE DE ÁGUA

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
CERRO NEGRO
LAGES
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
URUPEMA
PAINEL

RIO CANOAS
Rio Caveiras
Rio Caveiras
Rio Caveiras

P19 P18 P16 P17 P15 P14 P13 P12 P11 P9 P10 P8 P7 P6 P5 P4 P3 P2 P1

9 8 7 6 5 4 3 2 1

N W E S

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais
- Pontos amostrais de qualidade de água

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

ID	NOME
1	CGH Santo Antônio
2	PCH A. M. Dias
3	CGH São Paulo
4	CGH Hoppen
5	PCH Caveiras
6	PCH Pinheiro
7	PCH Itararé
8	PCH João Borges
9	PCH Portão

7.3.2.2.2 Variáveis Físicas, Químicas e Microbiológicas

Para esta amostragem foram aferidos "*in loco*" parâmetros como: temperatura da água, transparência da água, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, pH, condutividade elétrica, vazão, além de realizadas observações sobre presença de resíduos, cor das águas, odores e floração de algas. Para os parâmetros que foram submetidos aos processos analíticos, as amostras foram coletadas com o auxílio de amostradores específicos para cada uma das atividades, após foram preservadas e acondicionadas de acordo com as técnicas recomendadas no *Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras* (CETESB e ANA, 2011), sendo posteriormente encaminhadas ao laboratório especializado.

As metodologias analíticas laboratoriais para determinação dos resultados físicos, químicos e biológicos, seguirão as especificações das normas da edição mais recente das publicações *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, de autoria das instituições *American Public Health Association* (APHA)*; American Water Works Association* (AWWA) e; *Water Environment Federation* (WEF) ou das normas publicadas pela ISO (*International Standardization Organization*). O laboratório encontra-se certificados pelo IMA (Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina) e INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) através da Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 em sua edição mais recente. Os resultados dos ensaios analíticos foram atestados através de laudos emitidos pelo laboratório responsável pelas análises e estes se encontram disponíveis em Anexo, desta secção.

Tabela 128. Parâmetros e os métodos de análise do escopo amostral.

Parâmetros	Método Analítico
Temperatura do Ar	Termômetro
Temperatura da Água	Medidor Multiparâmetro AK88
Oxigênio Dissolvido	Medidor Multiparâmetro AK88
Saturação do Oxigênio	Medidor Multiparâmetro AK88
pH	Medidor Multiparâmetro AK88
Condutividade Elétrica	Medidor Multiparâmetro AK88
Transparência da Água	Disco de Secchi

Parâmetros	Método Analítico
Profundidade	Fita métrica
Vazão	Método flutuador
Floração de Algas	Visual
Odor	Sensorial
Materiais Flutuantes	Visual
Clorofila a	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H
Coliformes Termotolerantes	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B
Demanda Química de Oxigênio - DQO	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D
Fósforo Inorgânico	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E
Fósforo Orgânico	PR-Tb-FQ 336
Fósforo Total	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B
Nitrato (como N)	PR-Tb-FQ 170
Nitrito (como N)	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B
Nitrogênio Amoniacal Total	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C
Nitrogênio Kjeldahl	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B
Nitrogênio Orgânico	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A
Ortofosfato Total	PR-Tb-FQ 336
Sólidos Dissolvidos Totais	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C
Sólidos Suspensos Totais	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D
Sólidos Totais	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B
Turbidez	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 334. Desinfecção realizada com hipoclorito 1%.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 335. Amostragem direta da água do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 336. Amostra acondicionada em frasco específico.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 337. Aferições dos parâmetros *in loco*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 338. Aferição da transparência da coluna d'água com o auxílio do Disco de Secchi.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

7.3.2.3 Análise dos Dados

Os resultados obtidos nas análises laboratoriais foram comparados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005), a fim de avaliar se a qualidade ambiental dos locais monitorados apresentou o padrão aceitável pela legislação brasileira. Os valores que apresentaram divergência dos limitados em tal legislação foram discutidos com fundamentação técnica e ecológica. Para identificar as alterações espaciais da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, as variáveis limnológicas foram submetidas à Análise dos Componentes Principais (ACP), com auxílio do *software PAleontological STatistics - Past 2.17 (University of Oslo, 2013).*

Índices de qualidade de água foram aplicados visando resumir as variáveis analisadas em um número que possibilite avaliar a evolução da qualidade de água espacialmente, facilitando a interpretação de extensas listas de variáveis.

Os dados de subsuperfície dos dezenove pontos amostrais foram utilizados para o cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA) (Silva *et al*., 2003). Para tanto, levou-se em consideração o nível de importância de cada parâmetro abordado, atribuindo-os pesos distintos de acordo com a tabela abaixo. O IQA baseia-se em cinco categorias que classificam as águas em: Ótima, Boa, Regular, Ruim e Péssima (CETESB, 2019).

Tabela 129. Parâmetros utilizados para o cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA) com seus respectivos pesos.

Parâmetros (unidades)	Pesos
Oxigênio dissolvido (mg/L)	17
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	15
pH	12
Fósforo total (mg/L)	10
Nitrogênio total (mg/L)	10
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/L)	10
Temperatura da água (°C)	10
Turbidez (NTU)	08
Sólidos totais (mg/L)	08

Fonte: CETESB, 2020.

O Índice do Estado Trófico - IET foi utilizado com finalidade de classificar os locais amostrados em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao possível desenvolvimento excessivo de algas nos ambientes monitorados. Para o cálculo foram aplicadas apenas duas variáveis, clorofila-a e fósforo total, uma vez que os valores de transparência da coluna d'água muitas vezes não representam o estado trófico, pois frequentemente são afetados pela elevada turbidez decorrente de material em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos (Lamparelli, 2004). Os limites estabelecidos para as diferentes classes de trofia em rios e reservatórios estão descritos na tabela abaixo.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Tabela 130. Classificação do estado trófico de rios e reservatórios.

Classificação do Estado Trófico - Rios e Reservatórios	
Categoria estado trófico	**Ponderação**
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59
Eutrófico	59 < IET ≤ 63
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67
Hipereutrófico	IET> 67

Fonte: CETESB, 2020.

O Índice do Estado Trófico é composto pelo Índice do Estado Trófico do fósforo total – IET(**PT**) e o Índice do Estado Trófico da clorofila-a – IET(**CL**), de acordo com Carlson (1977), modificado por Lamparelli (2004), sendo que esses valores foram estabelecidos, segundo as equações abaixo:

Rios	**Reservatórios**
IET (CL) = 10x(6-((-0,7-0,6x(ln CL))/ln 2))-20	IET (CL) = 10x(6-((0,92-0,34x(ln CL))/ln 2))
IET (PT) = 10x(6-((0,42-0,36x(ln PT))/ln 2))-20	IET (PT) = 10x(6-(1,77-0,42x(ln PT)/ln 2))

onde:

CL: concentração de clorofila-a medida à superfície da água, em $\mu g.L^{-1}$;
PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em $\mu g.L^{-1}$;
ln: logaritmo natural.

O resultado apresentado na tabela do IET é a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e a clorofila-a, segundo a equação:

$$\mathbf{IET = [\ IET\ (CL) + IET\ (PT)\ ] / 2}$$

Para auxiliar na interpretação dos resultados, sempre que necessário, serão utilizadas informações adicionais relevantes para o entendimento da dinâmica ecológica do ambiente. Se coerente serão sugeridas medidas para mitigação do processo de degradação da qualidade das águas, visando a conservação e/ou recuperação destes ecossistemas em função de seus usos.

7.3.2.4 Resultados e Discussões

7.3.2.4.1 Caracterização Futura da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras

Pontualmente, no terço superior do rio (P1 a P4) residem nas redondezas comunidades rurais esparsas e está locado o município de Painel/SC, com cerca de 2.500 habitantes, sem impactos antrópicos significativos sobre o rio Caveiras. Nesta secção estão sendo projetadas as implantações de três empreendimentos hidrelétricos, as CGHs São Paulo (3,40 MW de potência instalada) e Santo Antônio (1,75 MW) e a PCH A.M. Dias (5,80 MW), que irão alterar as características lóticas deste trecho superior do rio Caveiras e deverão atender as diretrizes e os valores máximos permitidos prescritos na Resolução CONAMA 357/2005, caso implantadas. Neste trecho também ocorre à captação da água (P4) que abastece a cidade de Lages/SC.

A jusante deste ponto o rio passa a receber contribuições de efluentes industriais e urbanos do município de Lages, principalmente através dos rios Ponte Grande (24 km^2) e Carahá (30 km^2) (Rafaeli Neto, 1994). A jusante deste local e a montante da CGH Caveiras existe a intenção de implantação da CGH Hoppen (2,50 MW de potência Instalada), que também alterará as características lóticas deste ponto do rio, propiciando a acúmulo destas contribuições à montante do barramento.

Na sequência do fluxo unidirecional do rio Caveiras, há já em Operação a Central Geradora Hidrelétrica (CGH) Caveiras (3,83 MW), cujo reservatório possui aproximadamente 12 km^2 de superfície, sendo utilizado para fins de recreação (balneabilidade) e para atividades econômicas das comunidades locadas na região.

Além destes, ainda em projeto, pretendendo ser implantadas à jusante da CGH Caveiras mais duas represas para geração de energia, sendo elas: as PCHs Itararé (9,40 MW de potência instalada) e Pinheiro (8,60 MW). Estes empreendimentos somados a PCH João Borges e a PCH Portão, que já está em estudo, irão gerar uma sequência de ambientes lênticos, que alterarão as características lóticas do rio Caveiras em grande parte.

O mapa abaixo traz a paisagem das classes dos usos e ocupações dos solos de entorno do rio Caveiras, que foram enquadradas em agricultura, mineração, área urbanizada, florestas, pastagens, reflorestamento e solo exposto.

AIBH RIO CAVEIRAS - USO DO SOLO - MAPBIOMAS (2018)

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6950000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
CERRO NEGRO
LAGES
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
URUPEMA
PAINEL

Rio Caveiras
RIO CANOAS

PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
PCH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
CGH Santo Antônio
PCH A. M. Dias

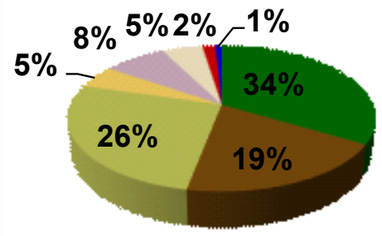
6900000 6900000

Legenda

Uso do solo - Mapbiomas

- Formação Florestal
- Reflorestamento
- Formação Campestre
- Pastagem
- Cultura Anual e Perene
- Mosaico de Agricultura e Pastagem
- Infraestrutura Urbana
- Outra Área não Vegetada
- Rio, Lago e Oceano
- Hidrografia
- Aproveitamentos hidrelétricos
- Bacia do rio Caveiras

Representatividade gráfica



0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

550000 600000

7.3.2.4.2 Variáveis Físicas, Químicas e Microbiológicas

Durante a realização das amostragens ocorreram chuvas pontuais que podem ter interferido nos resultados registrados na área da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, na primavera de 2019. Desta forma, os locais P9, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19 foram amostrados sem a interferência de precipitação recente, com estiagem máxima de onze dias, já os P1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 e 12 foram amostrados sob a influência de precipitação, tendo além das contribuições lançadas no curso d'água, também a interferência do carreamento de compostos presentes nas áreas de drenagem do rio Caveiras e de seus afluentes.

Dentre os parâmetros elencados no escopo amostral deste estudo foram constatados que as variáveis fósforo total, nitrogênio amoniacal total, pH, oxigênio dissolvido, DBO e coliformes termotolerantes estiveram em desacordo com a legislação citada e foram discutidos a seguir. Os demais parâmetros estiveram em concordância com os valores preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005.

O cenário referente aos usos e ocupações dos solos das margens do rio Caveiras corroborou para os excessos observados de fósforo total a partir do P5 até P8, P11 e P12. Nos trechos, inicial (P1 a P4) e final (P14 a P19), o resultado deste elemento esteve como abaixo do limite de quantificação, demonstrando que nestes pontos existiu pouca ou nenhuma contribuição das áreas adjacentes. Os projetos das futuras CGH Hoppen e PCH Pinheiro preveem a formação dos reservatórios a jusante do P6 e no P12, respectivamente. Desta forma, a instalação do barramento poderá gerar o acúmulo deste e demais compostos, com concentrações mais elevadas do que as registradas nesta campanha de primavera de 2019, principalmente em momentos de precipitação elevada.

Ao longo do rio foi possível perceber que o volume de água do Caveiras proporcionou a diluição deste composto nos ambientes lóticos e principalmente na porção intermediária e final da bacia notou-se o efeito da depuração em virtude da formação dos reservatórios das PCH Caveiras, PCH João Borges e UHE Garibaldi.

Ademais, a jusante da PCH João Borges existe o projeto de instalação da PCH Portão (porção final do rio Caveiras - P18), que alterará as características

lóticas do ambiente e acumulará à montante do barramento os compostos oriundos da área de drenagem do futuro empreendimento e da continuidade do rio. Salienta-se que neste trecho do rio as amostragens foram realizadas sem a interferência da precipitação, existindo um período de estiagem relevante que permitiu avaliar apenas as contribuições advindas através do rio Caveiras (lançamentos), sendo que tais condições podem ser agravadas após momentos de precipitação.

Corroborando com essa possível contaminação por despejos sanitários no P6 foi identificado também o desacordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para o parâmetro nitrogênio amoniacal total, indicando a contribuição pontual relacionado com as atividades de entorno e provenientes dos afluentes. Também foram identificados desacordos para este parâmetro no P9, P13, P15 e P17, porém estes foram em função dos elevados registros de pH, que remeteram a ambientes com potencial tóxico em meio a menores concentrações de nitrogênio amoniacal total.

O pH esteve elevado nos P13 e P17 o que remeteu os locais ao sinal de alerta sobre toxicidade e nos P9 e P15 acima do máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005, indicando a possibilidade de toxicidade. Sabe-se, que o nitrogênio amoniacal quando presente no meio aquático, em pH acima de 9,0 e em altas temperaturas (principalmente no verão), forma óxido de cálcio, que pode se tornar tóxico e capaz de promover graves prejuízos às comunidades aquáticas, através da corrosão dos tecidos respiratórios e de locomoção, levando inclusive alguns organismos com menor resistência à morte. Entretanto, não foram observados indícios visuais desta contaminação para estes pontos amostrais e nem dos parâmetros ambientais elencados no escopo amostral.

De acordo com o 2º Relatório Semestral da Fase de Operação da PCH João Borges, cuja área de influência corresponde do P14 até o P17 para esta AIBH, já haviam sido identificados desacordos com o pH, sendo que foram registradas variações significativas com o máximo registrado de 9,37 no local equivalente ao P15 (FATMA, Protocolo nº 34561/2014), sendo que nesta avaliação integrada obtivemos pH= 9,51. Este dado histórico juntamente com o resultado atual demonstrou que a área em questão está propensa a alcalinidade da água, não se tratando de uma situação pontual para esta avaliação.

O oxigênio dissolvido apresentou desacordo com a legislação nos pontos considerados mais críticos para o rio Caveiras, P5, P6 e P7, sendo que nos dois primeiros o registro foi próximo a zero mg/L, atingindo o reestabelecimento aos níveis exigidos e sem oferecer riscos as comunidades aquáticas, apenas no P8 – reservatório da PCH Caveiras, a 27 km do primeiro registro de anóxia. Nos estudos de Neto e seus colaboradores (2013), já apontava a existência de um trecho de aproximadamente 70 km que se apresentava criticamente poluído e com risco de integridade biológica.

Esta ausência de oxigênio dissolvido no trecho monitorado (P5 a P6 – 2,5 km) foi ocasionada pelo excesso de matéria orgânica aportada nessa região, que favoreceu a ocorrência e desenvolvimento de microrganismos aeróbios, o que reduziu drasticamente a concentração de oxigênio no meio e certamente trouxe prejuízos à fauna aquática local, que por vezes podem morrer por asfixia. Alerta-se, pois através de uma sequência lógica, os corpos mortos destes animais logo começam a ser decompostos, aumentando ainda mais o número de microrganismos e o consumo de oxigênio, promovendo a proliferação de indivíduos anaeróbios. Estes se instalam na superfície da água dificultando a passagem da luz através da coluna d'água, prejudicando a fotossíntese, gerando assim a morte das algas bentônicas e promovendo ainda mais a diminuição na concentração de oxigênio dissolvido na água. Abaixo foram expostos os registros *in loco* desta condição de anóxia nos P5 e P6, impactando a comunidade íctica.

Figura 339. Efeito da anóxia (morte) sobre a comunidade íctica - P5.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 340. Peixes emergindo à superfície em busca de oxigênio atmosférico - P6.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Intimamente correlacionado com a concentração de oxigênio dissolvido, o parâmetro DBO apresentou desacordo frente à Resolução CONAMA 357/2005 para os P5 e P6, neste último houve registro de cerca de três vezes acima do permitido. Além desses, nos P8, P11, P12, P13 e P17, também apresentaram resultados acima do preconizado, porém sem reflexos na concentração do oxigênio dissolvido. Este registro indicou que nestes locais existiu aporte de quantidade variável de matéria orgânica, o que proporcionou a demanda do oxigênio dissolvido em níveis diferentes, para a estabilização biológica. Através do cálculo da relação DQO/DBO foi possível confirmar que se tratou de compostos orgânicos e que na maioria dos ambientes apresentou-se de fácil degradação, exceto para os P11 e P12 que necessitaram de mais energia no processo, por se tratar de uma carga de difícil degradação biológica. Nestes locais existem focos de pecuária e forte agricultura que em alguns lugares se estendem até a beira das margens do rio Caveiras, inclusive com áreas destinadas a monocultura de *Pinus* sp.

Figura 341. Vista aérea da região do P11 – jusante da Casa de Força da PCH Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 342. Vista aérea da região do P12 – área do reservatório da futura PCH Pinheiro.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Como participante inicial dos processos de decomposição em meio aquático, os micro-organismos agem permitindo a palatalidade deste material orgânico para os grupos tróficos superiores complementarem com as demais etapas do processo. Entretanto, os excessos registrados neste monitoramento remetem a região que possui as Estações de Tratamento de Efluentes inseridas no entorno dos P5 e P6, e as contribuições advindas através dos rios Ponte Grande (montante P5) e Carahá

(jusante do P5 e a montante do P6). Nos demais pontos amostrais houve baixa contagem de indivíduos, inclusive com ausência de coliformes termotolerantes em alguns locais, refletindo em baixa contribuição e/ou grande poder de diluição por massa d'água em um curto espaço. A presença microbiológica também remeteu a contribuições agropecuárias, principalmente no P3, está foi a única interferência constatada no local. No entorno do P3 possuem fazendas em ambas as margens, com a realização de atividades por famílias rurais, como a criação de animais (currais e piscicultura) e agricultura (fertilização). Os resíduos destas atividades em momentos de precipitação acabaram sendo carreados das áreas de drenagem e/ou lançados ao corpo hídrico, aportando quantidades significativas de micro-organismos termotolerantes, que indicam a contaminação pontual sanitária para o local, já que estes coliformes são exclusivamente de origem intestinal dos animais de sangue quente. Já no P4 foi registrado número bem inferior comparado ao P3, sendo que para ambos os pontos estiveram dentro do limite permitido por lei.

Para todos os excessos contatados neste monitoramento, destacaram-se os P5, P6 e P7, sendo que os dois primeiros como os mais impactados devido os lançamentos pontuais e as contribuições oriundas dos rios Ponte Grande e Carahá, que cortam a cidade de Lages/SC. No P7 já foi possível perceber indicativos de restauração da qualidade da água, estando localizado a aproximadamente 15 km da região do P6.

A condição do rio Ponte Grande, conforme apontado por Oliveira e Becegato (2015) refletiu o resultado de causa e consequência da urbanização sem planejamento, sendo que os mananciais se encontram poluídos como resultado da ausência de infraestrutura e planejamento dos usos dos solos, pelo despejo de esgotos domésticos sem tratamento e lixo depositado diretamente em seu leito. Ademais, existem registros que contribuem com essa eutrofização, como: (I) a derrubada das matas ciliares e ocupação de APP's; (II) aterramento de nascentes; (III) impermeabilização do solo; (IV) retificação e canalização do rio. Tais ações, além de degradar e alterar o regime natural do rio Ponte Grande produzem uma estética e odor desagradável, promovem a eutrofização do ambiente com a perda da fauna aquática e a erosão das margens.

Em situação semelhante encontraram-se os resultados obtidos por Quinatto et. al., (2017), em estudo realizado no rio Carahá na secção que corta Lages/SC. No decorrer das amostragens os resultados afirmaram que este trecho recebeu contribuições constantes por meio da ação antrópica, que resultou em uma má qualidade da água, principalmente pelo despejo de efluente doméstico. Ademais, com a aplicação do IQA revelou a péssima qualidade de água do rio e as relações DQO/DBO registradas ao longo do espaço mantiveram-se acima de DQO/DBO=2,9 o que indicou a existência de despejos contendo compostos com baixa biodegradabilidade e que normalmente não são encontrados em esgotos domésticos. Nos pontos próximos a esse importante afluente do rio Caveiras (P5 e P6), foi registrado grande quantidade de lixo nas margens e flutuando no corpo do rio, possivelmente carreado da zona urbana em momentos de precipitação intensa.

Figura 343. Presença de lixo nas margens do P5 – jusante da afluência do rio Ponte Grande.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 344. Presença de lixo no corpo do rio Caveiras P7 – jusante da afluência do rio Carahá.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

De forma geral, para a avaliação realizada na primavera de 2019, estima-se que a qualidade do rio Caveiras esteja mais comprometida no trecho de aproximadamente 57 km, correspondente a jusante do P4, local no qual se realiza a captação de água potável que abastece a cidade de Lages/SC (Semasa), até montante do P8 – reservatório da CGH Caveiras. Essa condição se dá provavelmente em função das contribuições antrópicas que este trecho recebe principalmente através dos usos do solo de entorno e dos afluentes Ponte Grande e Carahá.

Figura 345. Foz do rio Carahá com vista ao fundo da cidade de Lages/SC.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 346. Zona de confluência das águas dos rios Carahá com o Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Ademais, salienta-se que a CGH Hoppen será implantada a jusante do P6 e a montante do P7, o que inicialmente facilitará o acúmulo de grandes quantidades de compostos capazes de gerar o declínio da qualidade da água, proporcionando o risco de eutrofização e possível impacto sobre as comunidades aquáticas na secção de remanso.

Na tabela abaixo estão apresentados os resultados das aferições *in loco* e dos ensaios analíticos realizados para o Monitoramento das Águas Superficiais para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, realizada na primavera de 2019. Nela também estão apresentados os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas superficiais das Classes II, as quais foram utilizadas como referência.

Tabela 131. Resultados obtidos durante a Avaliação Integrada da Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras – primavera de 2019.

Parâmetros amostrados	*R	Unidade	Bacia Hidrográfica do rio Caveiras																		
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Temperatura do Ar	-	ºC	18,2	21,8	20,4	17,8	15,5	15,7	19,3	19,5	22,00	18,8	21,4	20,7	27,8	27,3	27,1	27,4	23,2	32,2	21,2
Temperatura da Água	-	ºC	18,4	18,4	18,9	19,3	19,2	18,7	19,5	21,6	20,3	21,7	20,1	20,7	21,3	22,3	22,3	17,2	20,6	22,1	20,3
Oxigênio Dissolvido	*1	mg/L	9,4	7,9	9,3	6,7	**0,1**	**0,0**	**2,8**	11,6	11,80	9,6	7,2	8,1	13,6	8,3	14,0	9,3	11,8	8,6	8,3
Saturação do Oxigênio	-	%	99,1	83,9	100,1	72,1	0,3	0,0	31,0	130,6	126,4	108,2	81,3	88,1	164,9	100,2	151,9	102,2	130,9	100,3	91,9
pH	*2	-	6,73	7,90	6,74	6,26	6,59	6,72	6,60	6,98	**9,23**	7,07	7,95	7,29	8,57	7,26	**9,51**	6,87	8,74	6,24	6,15
Condutividade Elétrica	-	-	34,2	41,5	40,8	42,3	127,9	209	133,2	79,3	76,9	68,8	74,9	72,9	74,7	71,6	71,2	53,2	59,7	52,4	53,5
Transparência da Água	-	m	1,09	1,61	0,99	1,49	0,44	0,39	1,26	0,63	1,02	1,00	1,06	0,83	0,53	1,54	0,94	2,13	1,18	1,38	3,72
Profundidade	-	m	1,09	11,87	0,99	3,73	0,50	0,92	1,26	6,24	7,70	1,17	6,80	4,30	4,32	3,96	16,33	4,52	1,95	2,28	14,43
Vazão	-	m³/s	2,75	3,53	4,23	7,96	8,24	4,15	9,53	-	-	-	20,57	21,00	-	-	-	-	-	35,56	-
Floração de Algas	-	-	A	A	A	A	A	A	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Odor	-	-	A	A	A	A	P	P	P	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Materiais Flutuantes	-	-	A	P	P	P	P	P	P	A	A	A	A	A	P	P	A	A	A	A	A
Clorofila-a	*3	µg/L	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Coliformes Termotolerantes	*4	NMP/100mL	170	45	700	78	**16000**	**16000**	170	170	0	20	110	0	20	45	0	20	0	0	0
DBO	*5	mg/L	1,00	1,00	1,00	1,00	**9,86**	**14,26**	1,00	**9,42**	1,00	1,00	**5,38**	**6,44**	**11,64**	1,00	1,00	1,00	**9,54**	1,00	1,00
DQO	-	mg/L	1	1	1	1	24	27	1	17	1	1	20	30	27	1	1	1	19	1	1
Fósforo Inorgânico	-	mg/L	0,180	0,010	0,010	0,010	0,170	0,530	0,400	0,160	0,010	0,100	0,030	0,090	0,010	0,050	0,010	0,080	0,050	0,030	0,030
Fósforo Orgânico	-	mg/L	0,550	0,030	0,010	0,010	0,600	1,770	1,230	0,490	0,010	0,310	0,090	0,270	0,010	0,150	0,010	0,240	0,150	0,090	0,090
Fósforo Total	*6	mg/L	0,000	0,000	0,000	0,000	**0,440**	**0,560**	**0,360**	**0,240**	0,000	0,000	**0,070**	**0,100**	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nitrato (como N)	≤ 10	mg/L	0,100	0,100	0,100	0,100	0,620	0,270	2,290	1,740	0,220	0,100	0,430	0,640	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Nitrito (como N)	≤ 1	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,174	0,023	0,279	0,114	0,023	0,014	0,025	0,029	0,018	0,010	0,011	0,011	0,008	0,009	0,001
Nitrogênio Amoniacal Total	*7	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	**4,7**	1,0	1,0	**1,0**	1,0	1,0	1,0	**1,0**	1,0	**1,0**	1,0	**1,0**	1,0	1,0
Nitrogênio Kjeldahl	-	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	3,2	6,4	2,4	1,0	1,0	1,0	1,0	2,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Nitrogênio Orgânico	-	mg/L	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Ortofosfato Total	-	mg/L	0,180	0,010	0,010	0,010	0,170	0,530	0,400	0,160	0,010	0,100	0,030	0,090	0,010	0,050	0,010	0,080	0,050	0,030	0,030

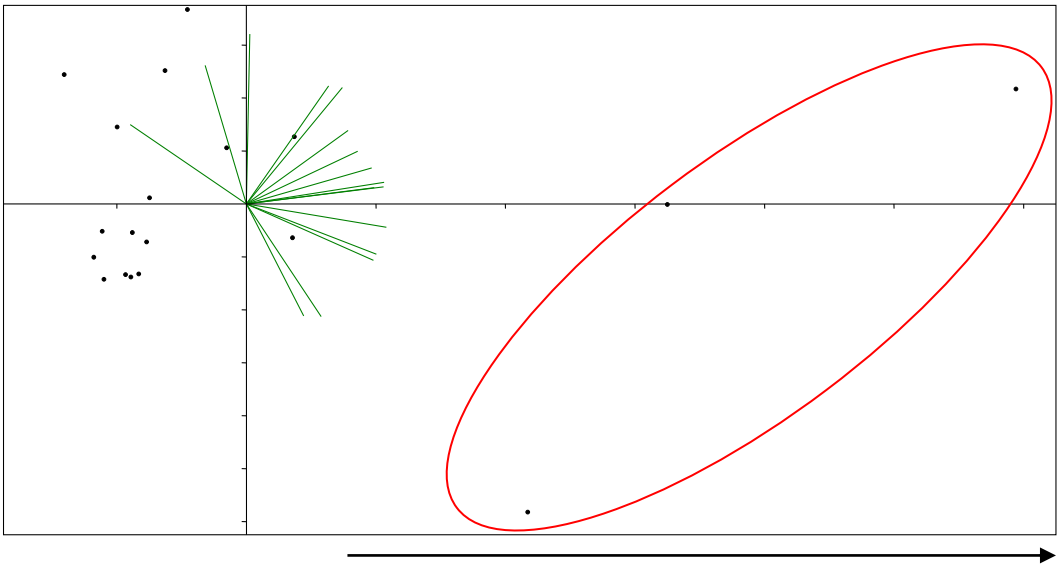
Parâmetros amostrados	*R	Unidade	Bacia Hidrográfica do rio Caveiras																	
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500	mg/L	42	60	47	47	120	128	17	50	60	57	72	74	42	46	33	30	46	58	62
Sólidos Suspensos Totais	-	mg/L	12	5	10	5	44	56	133	5	33	3	20	12	64	46	37	50	40	14	2
Sólidos Totais	-	mg/L	54	60	57	47	164	184	150	50	90	60	92	86	106	92	70	80	86	72	64
Turbidez	*8	NTU	5,4	2,7	3,4	3,7	8,7	12,1	1,8	12,0	13,8	6,3	9,8	12,2	19,1	13,4	22,0	3,2	13,6	10,5	2,3

*Os resultados em destaque divergiram do estipulado pela Resolução CONAMA 357/2005 art 15, Classe II; [*1] Valores de Oxigênio dissolvido > 5,0 mg/L; [*2]Valores de pH entre 6,00 e 9,00; [*3] Concentração de Clorofila-a < 30 µg/L; [*4] Densidade de Coliformes Termotolerantes < 1000/100 mL; [*5] DBO < 5,0 mg/L; [*6] Concentração de Fósforo Total: ≤ 0,030 mg/L para ambientes lênticos; ≤ 0,050 mg/L para ambientes intermediários com tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambientes lênticos; [*7] Concentração de Nitrogênio Amoniacal Total: 3,7 mg/L para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L N para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L N para 8,0 < pH ≤ 8,5; e 0,5 mg/L N para pH > 8,5; Turbidez < 100 mg/L; A= ausência e P= presença.*

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020. Transcrito de Laboratório Freitag, 2019.

A análise de componentes principais explicou, através da utilização dos seus dois primeiros eixos, um total de 73,22% da variação total dos dados. Corroborando com os pontos já citados, os P5, P6 e P7 destacaram-se como os mais comprometidos na análise, principalmente pelos dois primeiros apresentarem os resultados mais elevados para a maioria dos parâmetros capazes de gerar a eutrofização em ambientes aquáticos. O P7 apresentou-se correlacionado diretamente com os parâmetros nitrito e nitrato, em função dos lançamentos ocasionados a montante (P6) que revelam aporte pontual de nitrogênio amoniacal total (e.g. ciclo do nitrogênio). Em uma condição melhor, porém sob a influência de quantidades significativas de material orgânico, os P8 e P12 demonstraram que a área de influência da PCH Caveiras e da futura PCH Pinheiro possuem no entorno, atividades que proporcionaram o declínio da qualidade da água, principalmente pelas contribuições advindas de lançamentos e da continuidade do rio, que podem ser agravados em momentos de precipitação. O agrupamento dos P9, P13, P15 e P17, apesar de correlacionados negativamente com as variáveis causadoras de eutrofização se deu em função dos resultados do pH, que remeteram estes a ambientes com águas alcalinas e passiveis de toxicidade quando presente a amônia.

Figura 347. Analise dos componentes principais das variáveis ambientais analisadas durante a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera de 2019.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.3.2.4.3 Índice da Qualidade da Água - IQA

O Índice da Qualidade da Água (IQA) é utilizado pela CETESB desde 1975 e constitui-se da integração de variáveis físicas (temperatura, turbidez e sólidos totais), químicas (pH, nitrogênio total, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio "DBO" e oxigênio dissolvido) e microbiológicas (coliformes termotolerantes) que refletem a contaminação dos corpos hídricos causada pelo lançamento de esgotos e/ou lixiviação de substâncias estocadas no solo das margens do rio e de seus afluentes (CETESB, 2019).

De maneira geral, com a aplicação do índice pôde-se inferir que a água que entrou no espaço amostral através do P1 com qualidade ótima, sofreu algumas alterações leves e outras significativas ao longo do curso do rio Caveiras, desaguando no rio Canoas águas com qualidade ótima, semelhante a que entrou. Apesar de o rio Caveiras receber contribuições importantes dos usos de entorno e afluentes, o rio apresentou capacidade de diluição e/ou depuração para certos compostos, por vezes em um curto espaço.

Já pontualmente mereceram destaque os P5 e P6 por terem apresentado a menor qualidade da água, classificada como ruim. Nestes pontos houve contribuições sanitárias de entorno, que lançam suas águas residuárias no rio Caveiras e principalmente as contribuições dos rios Carahá e Ponte Grande. Entretanto, o rio demonstrou capacidade de depuração, pois já no P7 a qualidade da água esteve registrada como boa, em aproximadamente 15 km de distância desde o P6. As maiores interferências nestes locais foram em função dos resultados obtidos para o oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, DBO, fósforo total, nitrogênio total e sólidos totais.

A partir do P10 Trecho de Vazão Reduzida da PCH Caveiras até o P19 montante da foz do rio Caveiras houve o registro da qualidade variando entre boa e ótima, sem um padrão definido e basicamente com poucas interferências para os ambientes.

AIBH RIO CAVEIRAS - ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA)

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA

RIO CANOAS
Rio Caveiras
Rio Caveiras
Rio Caveiras

P19 P18 P16 P17 P14 P13 P12 P11 P9 P8 P7 P6 P5 P4 P3 P2 P1

9 8 7 6 5 4 3 2 1

N W E S

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais

Pontos amostrais de qualidade de água

- Ótima
- Boa
- Ruim

Qualidade da água no trecho do Rio Caveiras

- IQA Ótimo
- IQA Bom
- IQA Ruim

IQA (CETESB)		
Categoria		Ponderação
	Ótima	79 a 100
	Boa	51 a 79
	Regular	36 a 51
	Ruim	19 a 36
	Péssima	IQA < 19

ID	NOME
1	CGH Santo Antônio
2	PCH A. M. Dias
3	CGH São Paulo
4	CGH Hoppen
5	CGH Caveiras
6	PCH Pinheiro
7	PCH Itararé
8	PCH João Borges
9	PCH Portão

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Dentre as três variáveis utilizadas para o cálculo do IET, foram aplicadas apenas clorofila-a e fósforo total, uma vez que os valores de transparência da água muitas vezes não são representativos para o estado de trofia, pois frequentemente é afetada pela elevada turbidez decorrente de material em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos (CETESB, 2019).

De maneira geral, o índice classificou o rio Caveiras como mesotrófico ($IET_{médio}$). Esta classificação média remete a um ambiente com entrada de matéria orgânica capaz de produzir uma depleção crítica nos teores de oxigênio dissolvido, aporte de consideráveis cargas de nutrientes, possibilidade de florescimento de algas, ocorrência de reciclagem de nutrientes e a baixa transparência das águas através da coluna pela alta presença de sólidos.

Pontualmente, os P5, P6, P7 e P8 enquadraram-se como supereutróficos, devida a alta concentração de fósforo total nas amostras. Apesar dessa elevada concentração, não foi observado desenvolvimento fitoplanctônico em resposta ao nutriente, pois os valores de clorofila-a permaneceram estabilizados por todo o espaço amostral. Em campo, durante a amostragem foram observados pequenos indícios superficiais de floração de algas no P7. Estas florações possivelmente são provenientes da continuidade do rio Caveiras, oriundas de áreas de remanso a montante que atingiram a região, através da precipitação significativa registrada durante a realização das amostragens.

Os P11 e P12 foram classificados como eutróficos, em função das concentrações de fósforo total estar acima do prescrito por lei para ambientes intermediários, em função do carreamento de compostos estocados das áreas de drenagem durante a precipitação registrada na amostragem.

AIBH RIO CAVEIRAS - ÍNDICE DO ESTADO TRÓFICO (IET)

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6950000

6900000 6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
URUPEMA
PAINEL

Rio Caveiras
RIO CANOAS

P19 P18 9 P16 P17 P15 8 P14 P13 7 P12 6 P11 P9 5 P8 P7 4 P6 P5 P4 P3 P2 3 2 P1 1

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais

Pontos amostrais de estado trófico

- Ultraoligotrófico
- Eutrófico
- Supereutrófico

Qualidade da água no trecho do Rio Caveiras

- IET - Ultraoligotrófico
- IET - Eutrófico
- IET - Supereutrófico

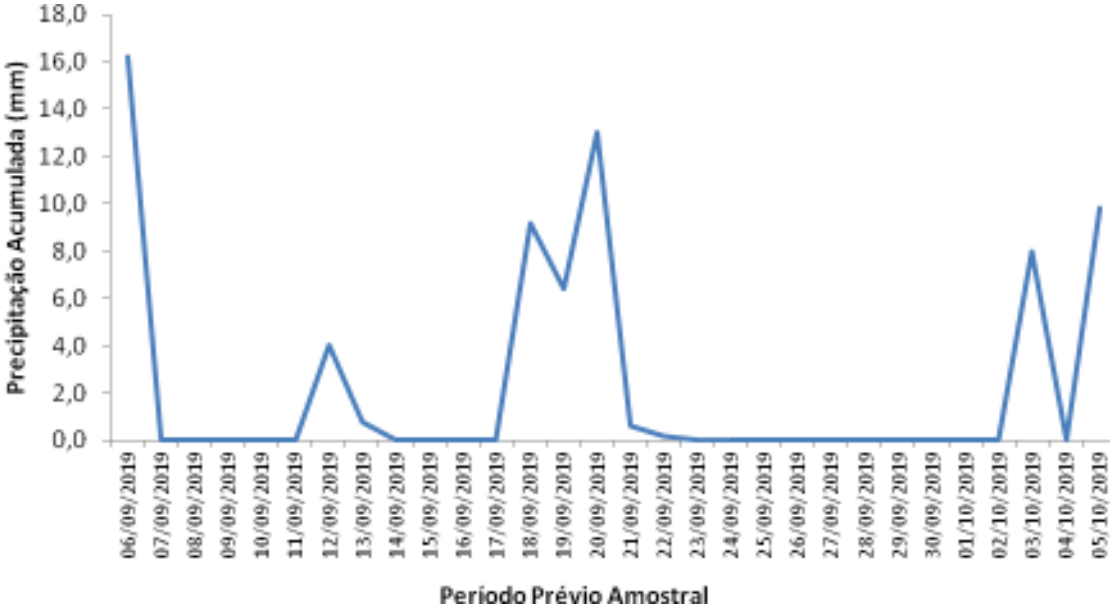
IET (CETESB, 2020)	
Categoria	Ponderação
Ultraoligotrófico	IET <= 47
Oligotrófio	47 < IET <= 52
Mesotrófico	52 < IET <= 59
Eutrófico	59 < IET <= 63
Supereutrófico	63 < IET <= 67
Hipereutrófico	IET > 67

ID	NOME
1	CGH Santo Antônio
2	PCH A. M. Dias
3	CGH São Paulo
4	CGH Hoppen
5	CGH Caveiras
6	PCH Pinheiro
7	PCH Itararé
8	PCH João Borges
9	PCH Portão

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Figura 348- Precipitação diária acumulada registrada (Lages/SC), prévia e durante a amostragem de qualidade da água da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras – primavera 2019.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Quando correlacionamos os resultados do IET aos obtidos acerca da comunidade fitoplanctônica para estes locais mais críticos (supereutróficos), a análise revela que nesses ambientes foram amostradas as únicas espécies da família Euglenophyceae, que são indicadores de poluição orgânica extrema. A maior densidade deste grupo foi registrada no P6, entretanto, nos P5 e P7 de forma geral, houve baixo registro de indivíduos de toda a comunidade (*ver* Comunidade Fitoplanctônica), demonstrando que a região do P6 possui a tendência de apresentar um descontrole populacional, pois as condições ambientais registradas nesta avaliação são favoráveis a este possível cenário.

7.3.2.5 Considerações Finais

Através da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, realizada na primavera de 2019 e dados secundários referentes à Bacia Hidrográfica do rio Caveiras e afluentes foi possível inferir que todos os indicadores amostrais e índices ambientais utilizados neste estudo destacaram os P5, P6 e P7 (e P8 para o IET), como a região mais comprometida ao longo do rio Caveiras. Sabe-se que

neste setor, concomitantemente aos lançamentos e carreamentos oriundos das atividades estabelecidas no entorno do corpo hídrico (ETEs, cervejaria, solo exposto, agricultura e pecuária), existe ainda a confluência de dois grandes rios que cortam a cidade de Lages/SC, o rio Ponte Grande e o Carahá. Apesar desta área bem impactada, o rio Caveiras demonstrou capacidade expressiva de diluição de compostos, através dos trechos com características lóticas e indícios de depuração nos reservatórios dos empreendimentos já em operação.

Em função destas contribuições registradas na primavera de 2019 e correlacionadas com dados históricos, com a alteração dos ambientes previstos existirá a possibilidade de estabilização e a colonização dos ambientes por indivíduos pertencentes à comunidade de macrófitas aquáticas. Esta comunidade quando presente em ambientes lênticos podem auxiliar na depuração dos ambientes, porém em condições de descontrole, sob excesso de nutrientes, podem acarretar em danos ambientais gravíssimos. Salienta-se a atenção especial para as espécies desta comunidade, principalmente para os exemplares dos gêneros *Eichhornia*, *Salvinia*, *Pístia* e *Egeria*, que já possuem registros de ocorrência na Bacia, evitando assim prejuízos ao meio ambiente e empreendedores.

7.3.3 Fauna aquática

7.3.3.1 Macroinvertebrados

A comunidade bentônica corresponde ao conjunto de organismos que vive todo ou parte de seu ciclo de vida aderido a diversos tipos de substrato de fundo de ambientes aquáticos (Silveira et al., 2004). Essa comunidade tem sido sistematicamente utilizada em redes de biomonitoramento em vários países, pois seus indivíduos ocorrem em todo tipo de ecossistema aquático, exibindo ampla variedade de tolerâncias a vários graus e tipos de poluição, baixa mobilidade e estão continuamente sujeitos às alterações de qualidade do ambiente aquático.

Essa comunidade possui função importante na transformação de matéria orgânica e fluxo de energia nos corpos hídricos, sendo amplamente utilizados para monitorar a qualidade dos mesmos, atuando como ferramenta fundamental para a gestão dos ambientes (Santos & Rodrigues, 2015), tendo a capacidade de refletir as características tanto biológicas, como físico-químicas do ambiente em que estão presentes (Tupinambás et al., 2015). Diante do potencial dos organismos bentônicos para o biomonitoramento, a utilização de estudos da comunidade de macroinvertebrados vem sendo cada vez mais aceita e considerada elemento fundamental para garantir a qualidade dos ecossistemas aquáticos (Silveira et al., 2004).

Dessa forma objetivou-se o levantamento espacial da composição da comunidade bentônica ocorrente na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras como ferramenta para a caracterização da qualidade ambiental e reunir subsídios com o intuito de avaliar os impactos causados a estes organismos, através dos fatores de qualidade de água e com as possíveis modificações físicas dos ambientes.

7.3.3.1.1 Amostragem

As amostragens qualitativas e quantitativas dos organismos bentônicos para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras foram realizadas nos doze pontos amostrais apresentados abaixo.

Tabela 132. Caracterização dos pontos amostrais utilizados para o levantamento da comunidade de macroinvertebrados bentônicos da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera de 2019.

Ponto	Município	Coordenadas		Largura (m)	Prof. média (m)	Fluxo da água	Vegetação	Uso e ocupação do solo
		Lat.	Long.					
P1	Painel	27°51.160'S	50° 4.919'O	19,30	1,70	Remanso (semi-lêntico)	Vegetação ciliar densa. Presença de arbórea e arbustiva.	Agropecuária (gado) em ambas as margens.
P2	Lages/Painel	27°51.292'S	50° 8.551'O	42,00	5,80	Remanso (semi-lêntico)	Pouca vegetação ciliar, associada a área de campos.	Agropecuária (gado) em ambas as margens e agricultura para a margem esquerda.
P3	Lages/Painel	27°51.570'S	50° 9.370'O	38,20	1,72	Remanso (semi-lêntico)	Vegetação ciliar densa para a margem direita com presença de arbórea e arbustiva. Margem esquerda com significativa degradação da vegetação ciliar e ausência de arbórea e arbustiva.	Agropecuária (gado) na margem direita e silvicultura margem esquerda.
P4	Lages	27°50.194"S	50°21.536' O	35,44	7,03	Remanso (lêntico)	Faixa ciliar degradada na margem direita. Margem oposta com vegetação ciliar e melhor preservada associada a uma faixa de arbórea e arbustiva.	Agropecuária (gado), agricultura e silvicultura em ambas as margens.
P5	Lages/Capão Alto	27°51.591'S	50°28.571' O	341,15	3,35	Reservatório (lêntico)	Presença de arbóreas e arbustivas na faixa ciliar da margem direita, enquanto na margem esquerda a faixa de APP apresenta fase inicial de recuperação.	Agropecuária (gado), agricultura e silvicultura em ambas as margens.
P6	Lages/São José do Cerrito	27°46.485'S	50°31.762' O	77,44	2,61	Remanso (lêntico)	Vegetação ciliar com poucas arbóreas e arbustivas na margem direita e conservada na margem oposta.	Silvicultura e agricultura na margem esquerda e agropecuária (gado) para a direita.
P7	Lages/São José do Cerrito	27°43.867'S	50°33.927' O	59,30	4,99	Remanso (semi-lêntico)	Vegetação ciliar preservada, principalmente na margem esquerda, com presença de arbórea e arbustiva.	Agropecuária em ambas as áreas com trechos destinados a agropecuária na margem direita.
P8	Lages/São José do Cerrito	27°42.508'S	50°37.616' O	196,00	9,03	Reservatório (lêntico)	Vegetação ciliar presente na margem esquerda e em fase inicial de recuperação na margem direita.	Silvicultura em ambas as margens, com áreas de agricultura para a margem direita
P9	Campo Belo do Sul/São José do Cerrito	27°40.397'S	50°43.385' O	62,55	4,60	Corredeira (semi-lótico)	Vegetação ciliar presente em ambas as margens com alguma degradação na margem esquerda. Presença de arbórea e arbustiva.	Agropecuária (gado) e agricultura em ambas as margens.

Ponto	Município	Coordenadas		Largura (m)	Prof. média (m)	Fluxo da água	Vegetação	Uso e ocupação do solo
		Lat.	Long.					
P10	Campo Belo do Sul/São José do Cerrito	27°38.287'S	50°44.695' O	79,62	3,83	Remanso (semi-lótico)	Vegetação ciliar em ambas as margens com presença de poucas arbóreas e arbustivas.	Agricultura em ambas as margens.
P11	Campo Belo do Sul/São José do Cerrito	27°37.259'S	50°45.433' O	71,10	6,18	Corredeira (semi-lótico)	Vegetação ciliar preservada, principalmente na margem direita, com presença de arbórea e arbustiva.	Agropecuária (gado) em ambas as margens.
P12	Campo Belo do Sul/São José do Cerrito	27°37.131'S	50°47.200' O	55,55	4,70	Corredeira (semi-lótico)	Vegetação ciliar preservada em ambas as margens, com presença de arbórea e arbustiva.	Agropecuária (gado) para a margem direita com agricultura para a margem esquerda.

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

AIBH RIO CAVEIRAS - PONTOS AMOSTRAIS - MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS

desenvolver
engenharia e meio ambiente

540000 600000

6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
CERRO NEGRO
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA

Rio Caveiras
RIO CANOAS

P12 P11 P10 P9 P8 P7 P6 P5 P4 P3 P2 P1

9 8 7 6 5 4 3 2 1

N W E S

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais
- Pontos amostrais - Comunidade de Macroinvertebrados Aquáticos

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

ID	EMPREENDIMENTO
1	CGH Santo Antônio
2	PCH A. M. Dias
3	CGH São Paulo
4	CGH Hoppen
5	CGH Caveiras
6	PCH Pinheiro
7	PCH Itararé
8	PCH João Borges
9	PCH Portão

As amostragens contaram com o auxílio de um amostrador tipo Petersen (252 cm^2), sendo que com este foram coletadas três subamostras em cada ponto amostral. Adicionalmente nas margens, utilizou-se o peneirão em áreas rasas do próprio ponto, para obtenção de uma maior representatividade desta comunidade. Nesse método específico, um técnico maneja as rochas na correnteza, enquanto um segundo profissional segura o peneirão a jusante da área de movimentação para capturar os macroinvertebrados que se deslocam com a correnteza.

O material amostrado foi acondicionado em frascos apropriados e preservado com solução de álcool 70% até a triagem em laboratório. As amostras de sedimento foram lavadas com a utilização de rede com abertura de malha de 250 μm para a remoção de substâncias inorgânicas. O acúmulo dos detritos orgânicos e de indivíduos foram reservados para posterior identificação do tipo de substrato dos locais e as espécies ocorrentes.

Figura 349. Amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos – Draga.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 350. Amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos – peneirão.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

As amostras de ambos os equipamentos foram acondicionadas em frascos específicos, devidamente identificados com informações da data e local de amostragem e conservadas em álcool (70%). Posteriormente, ocorreu a triagem do material coletado e identificação dos organismos em laboratório por especialista, até menor nível taxonômico possível, através do auxílio de guias de identificação (Zucchi, 1995; Mugnai et al., 2010; Avelino-Capistrano, 2014 e Hamada et al., 2014).

Figura 351. Triagem do material coletado durante a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, durante a campanha de primavera de 2019.




Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 352. Identificação do material coletado durante a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, durante a campanha de primavera de 2019.




Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.3.3.1.2 Análise dos Dados

Para avaliação desta comunidade foram calculadas a abundância média e frequência de ocorrência dos táxons, identificação dos táxons abundantes e dominantes; Representatividade numérica total, entre os pontos amostrais, de cada ponto amostral, índice de diversidade específica (H' bits ind^{-1}), equitabilidade (J), riqueza taxonômica para cada ponto amostral e lista de espécies. Também foi aplicada a análise de constância (Dajoz, 1978), para determinar quais espécies das comunidades biológicas apresentam-se mais estáveis numa escala espacial. A partir do resultado obtido cada espécie será classificada em: constante, acessória e acidental.

Ademais, realizou-se a caracterização da fauna quanto à presença de espécies ameaçadas de extinção, quando possível identificação em nível específico. O grau de ameaça de extinção das espécies de macroinvertebrados bentônicos foi de acordo com a Lista das Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção em Santa Catarina (Santa Catarina, 2011), Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (Brasil, 2014) e *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2019).

As análises utilizadas na avaliação consideraram os dados do levantamento primário realizado na primavera de 2019, devido à impossibilidade de atestar a padronização das amostragens dos dados secundários, sendo estes apenas discutidos. Apesar disso, informações secundárias provenientes de levantamentos hidrelétricos da Bacia foram utilizados, quando pertinentes, na avaliação da composição de espécies da área de estudo, permitindo um melhor diagnóstico da distribuição espacial da comunidade.

O índice BMWP pontua de 1 a 10 o grau de resiliência dos animais bentônicos por família, conferindo valores elevados para aqueles com maior sensibilidade à poluição orgânica e valores menores para os organismos mais tolerantes a poluição. O índice utiliza unicamente a presença ou ausência dos macroinvertebrados e possibilitando a aplicação como uma ferramenta para diagnosticar a contaminação dos corpos d'água por material orgânico, a médio prazo. A pontuação para um determinado ponto amostral é obtida pela soma dos valores individuais de todas as famílias ocorrentes, sendo que o resultado do *score* total para um determinado ponto de amostragem corresponde a uma categoria de qualidade de água, variando de bom a muito crítica, conforme apresentado na tabela abaixo.

Tabela 133. Ponderação e classificação do índice BMWP.

Classe	BMWP	Categoria	Diagnóstico
I	> 150	Bom	Água limpa
	101 - 150		Limpa não alterada significativamente
II	61 - 100	Aceitável	Limpa, porém levemente impactada
III	36 - 60	Questionável	Moderadamente impactada
IV	15 - 35	Crítico	Poluída ou impactada
V	< 15	Muito crítico	Altamente poluída

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

A tabela abaixo traz os *scores* do ASPT e seu diagnóstico, cujo resultado é obtido a partir da divisão aritmética do valor obtido no índice BMWP pelo número total de famílias identificadas no ponto amostral analisado. Os valores elevados deste índice são indicativos de locais de boa qualidade, constituídos por um número relativamente grande de táxons.

Tabela 134. Ponderação e classificação do índice ASPT.

ASPTscore	Diagnóstico
> 6	Água limpa
5 - 6	Qualidade duvidosa
4 - 5	Provável polução moderada
< 4	Provável poluição severa

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

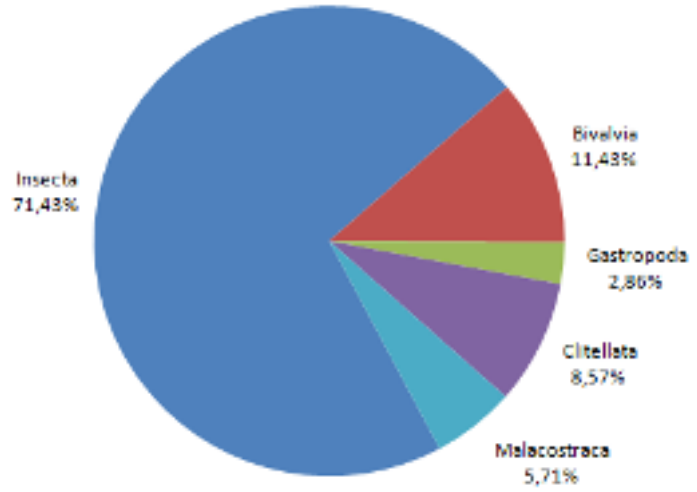
7.3.3.1.3 Resultados e Discussões

O levantamento dos dados primários dos macroinvertebrados aquáticos ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras foi realizado nos dias 21 de julho de 2019 e 03 de julho de 2019, nos doze pontos amostrais descritos anteriormente. Os procedimentos de coleta e captura seguiram as diretrizes da Autorização Ambiental n° 2873/2019, que previu a utilização da draga de Petersen e do peneirão para a captura desta comunidade.

Através da análise dos dados qualitativos e quantitativos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi obtida uma riqueza de trinta e cinco *taxa*, distribuídas em cinco classes e trinta famílias, totalizando 722 indivíduos identificados na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

A classe Insecta foi a mais rica para o levantamento realizado no rio caveiras, com 71,43% do total das espécies inventariadas, com destaque para as famílias Calopterygidae, Chironomidae, Baetidae e Libellulidae como as mais constantes ao longo do espaço amostral da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Figura 353. Riqueza de espécies das Classes inventariadas durante a amostragem da primavera de 2020, na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Dentre os grupos de invertebrados que tem sido utilizado como bioindicadores pela comunidade científica, destacam-se os insetos da ordem Odonata. Estes possuem a fase larval aquática (podendo perdurar até 2 anos) e a adulta aérea, com o ciclo de vida longo (Corbet, 1980), além disso, estão presentes nos mais diversos corpos d'água, desde riachos até poças temporárias (Corbet, 1999). Algumas espécies são consideradas indicadoras de alteração do meio, aumentando sua abundância quando a vegetação ripária é alterada, enquanto outras ocorrem apenas em áreas pouco alteradas.

Do ponto de vista ecológico, as Odonatas são exclusivamente predadores (Mugnai et. al., 2010) e como a maior parte das espécies necessita de condições restritas para sua permanência em determinado ambiente, sendo muito sensíveis a alterações ambientais e são indicadores de ótima/boa qualidade da água (Rosenberg e Resh, 1993). Nesta indicação, se enquadram as famílias Calopterygidae e Libellulidae amostradas durante o estudo da AIBH do rio Caveiras, tendo apenas uma espécie amostrada para cada família, com ocorrência por toda a Bacia Hidrográfica e densidade significativa de indivíduos. Destacaram-se o P1 e P4 pela abundância de Caloperygidae e os P2 e P8 por Libellulidae, durante o levantamento realizado na primavera de 2019.

A família Chironomidae também compõe um importante grupo ecológico de insetos aquáticos, que representam a mais abundante família de invertebrados

bentônicos, tanto quantitativamente quanto qualitativamente na maioria dos ecossistemas de água doce (Pinder 1989; Coffman e Ferrington 1996; Epler 2001). Suas larvas são utilizadas como bioindicadores para a qualidade da água e servem para o monitoramento de poluição da água por dejetos industriais (Armitage et al. 1995; Cranston 1995), que por muitas vezes acabam gerando deformações funcionais nestes indivíduos. Possuem representantes em todas as regiões zoogeográficas do mundo, incluindo as regiões Antártica (Oliver 1971; Ashe et al. 1987) e Ártica (Oliver 1971; Pinder 1989; Cranston 1995).

Já a ordem Ephemeroptera se destaca como uma das principais, por possuírem representantes em todos os grupos funcionais tróficos (GAFs), serem abundantes e habitarem a maior parte dos habitats disponíveis em ambientes lênticos e lóticos (Barber-James *et al*., 2008). Os indivíduos da família Baetidae identificados neste estudo apresentaram distribuição constante ao logo da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras e abundância considerável durante o levantamento realizado na primavera de 2019, com destaque para o P1. Geralmente, as ninfas de ephemeroptera são utilizadas como bioindicadores de qualidade de água, uma vez que possuem alta sensibilidade às alterações na estrutura física e qualidade da água dos córregos (Rosenberg e Resh, 1993).

Para as espécies classificadas como acessórias destacaram-se as pertencentes às famílias Gomphidae, Odontoceridae, Gyrinidae, Perlidae,e Tubificidae (Oligochaetas), de maneira geral com distribuição preferencial até o trecho intermediário da bacia (P6). Às demais espécies inventariadas ocorreram de forma acidental, inclusive os indivíduos do gênero *Aegla* que teve registro apenas no trecho inicial (P1 até o P3) durante o levantamento. Algumas espécies da família Aeglidae encontra-se em situação vulnerável, assim como os indivíduos do gênero *Diplodon* (Hyriidae), que segundo a *International Union for Conservation of Nature* também se enquadra como espécie vulnerável (VU) e merecem atenção especial, por serem indivíduos suscetíveis à competição e extinção.

Salienta-se a ocorrência registrada no P1 (reservatório da futura CGH Santo Antônio) de dez indivíduos da espécie exótica *Corbicula largillierti*. Esta espécie requer atenção especial, devido ao seu sucesso adaptativo frente às populações nativas e a resistência ao estresse ambiental, tolerância a diferentes tipos de

substratos, alta capacidade reprodutiva, metabolismo acelerado e capacidade de filtrar grandes volumes de água (McMahon, 1982).

Espacialmente, o trecho correspondente à seção inicial desta avaliação (P1 até o P4) apresentou a maior riqueza de espécies e consequentemente a maior representatividade numérica de indivíduos, quando comparada aos outros dois terços da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras. Neste terço inicial, destacou-se o P2 (reservatório da futura PCH A.M. Dias) que apresentou a maior riqueza registrada para a campanha, com dezenove espécies e significativa ocorrência de indivíduos sensíveis a eutrofização, como os indivíduos das famílias *Odontoceridae, Leptoceridae, Helicopsichidae, Calamoceridae, Psephenidae, Euthyplociidae, Perlidae e Gripopterygidae*.

O P4 também se destacou em relação à riqueza de espécies (S= 11), entretanto, a composição destas foi de organismos mais tolerantes a eutrofização dos ambientes aquáticos. A maior abundância para a campanha de primavera foi obtida neste ponto, com destaque para a família Tubificidae (Oligochaeta), representando 35,87% do total da comunidade amostrada. Este local recebe contribuições significativas da cidade de Lages/SC, pois se localiza a jusante dos dois principais afluentes que deságuam no rio Caveiras (rios Carahá e Ponte Grande), tornando-se um local propício para o desenvolvimento desta família.

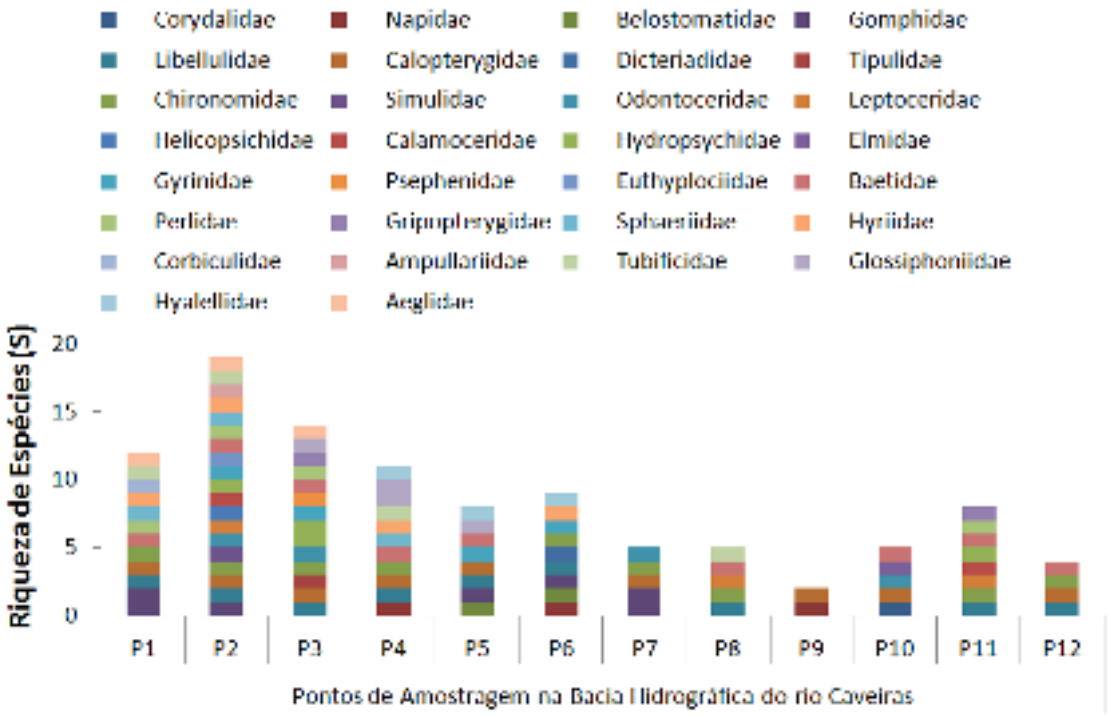
Em estudo realizado no rio Carahá, por Quinatto et al. (2017), foram registradas 25 famílias de macroinvertebrados ao longo de todo o corpo hídrico, com destaque para Chironomidae, Psychodidae e Oligochaeta, sendo que estes são indivíduos tolerantes a poluição orgânica. No referido estudo, as Oligochaetas (Tubificidae) tiveram a maior representatividade numérica justamente em sua foz (> 15.000 indivíduos), tanto pela facilidade de carreamento em momento de elevada precipitação quanto pela condição ambiental do local, favorável ao desenvolvimento destas espécies (eutrofizado).

No P9 (montante do reservatório da futura PCH Portão) houve baixa riqueza e abundância de indivíduos para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, no levantamento realizado na primavera de 2019. Entretanto, o resultado nas amostras trata-se de um resultado pontual, pois existem registros de macroinvertebrados bentônicos em toda a área de influência da futura PCH Portão. Através da utilização

de dados secundários, obtidos com o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da PCH Portão foi possível verificar que entre o outono e o inverno de 2019 houve, em geral, baixa abundância de indivíduos, porém a riqueza de espécies foi superior (S= 10) à inventariada na AIBH (S= 2) para o local.

Apesar disso, na área de influência da PCH Portão a maioria dos organismos identificados até o momento são sensíveis a poluição e indicadores de boa qualidade da água. Destaca-se também a ocorrência de duas espécies da família Aeglidae, ainda necessitando de refino taxonômico até menor nível, sendo esta família mais tolerante a poluição em comparação as citadas acima. Ademais, de acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), consta no documento da "Avaliação do risco de extinção dos crustáceos no Brasil, (2010-2014; 2018)" a indicação para esta família de seis espécies vulneráveis (VU), duas quase ameaçadas (NT), doze em situação de perigo (EN) e oito espécies criticamente em perigo (CR).

Figura 354. Riqueza das espécies de macroinvertebrados bentônicos amostrados no levantamento realizado na primavera de 2019 para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.



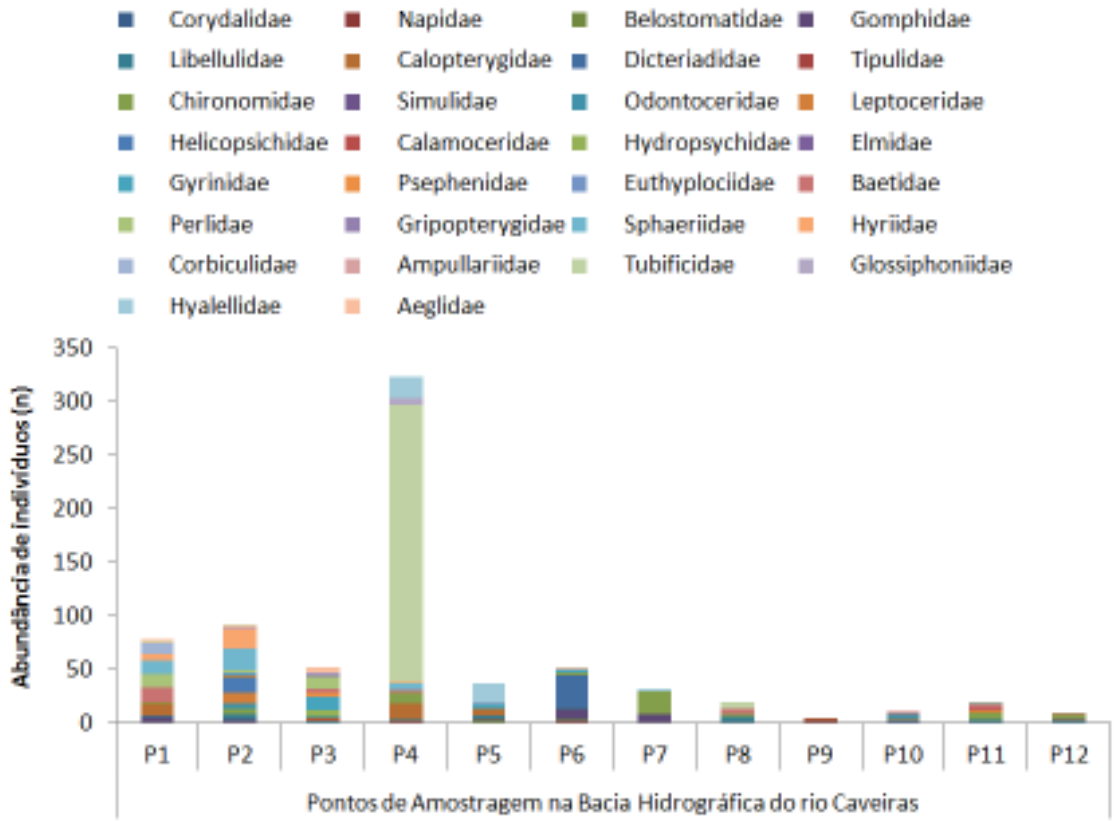
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Ao longo dos pontos amostrais avaliados da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras foi possível perceber uma riqueza muito superior e com as mesmas espécies ocorrentes no rio Canoas, durante a análise do Estudo de Impacto Ambiental da UHE Garibaldi. Neste EIA, além dos grupos elencados neste estudo foi registrada uma menor diversidade de organismos sensíveis à poluição. Também há registro destas ordens sensíveis em um estudo realizado por Cardoso e Mattos (2016), na região de abrangência dos municípios de Painel, Rio Rufino e Urubici, local da nascente do rio Caveiras (a montante do P1 desta AIBH), onde foi amostrada a riqueza de quarenta espécies para esta comunidade corroborando com o levantamento realizado na primavera de 2019 para esta AIBH.

Com a figura abaixo é possível perceber a distribuição espacial da comunidade com destaque para o P4 (jusante do barramento da futura CGH Hoppen), em função a grande representação da família Tubificidae (oligochaetas). Estes são considerados indivíduos mais tolerantes a poluição orgânica, obtendo grande sucesso reprodutivo e adaptativo em ambientes com características eutróficas, inclusive com ausência de oxigênio por períodos consideráveis. Também

é possível perceber a ampla variedade de espécies até o P4, que a partir deste ponto demonstra declínio de riqueza, existindo a restrição de ocorrência de algumas espécies em função das alterações ambientais ou do reestabelecimento da qualidade de cada local.

Figura 355. Representatividade numérica das espécies de macroinvertebrados bentônicos amostrados no levantamento realizado na primavera de 2019 para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Através do índice *Biological Monitoring Working Party* (BMWP), pôde-se verificar a diferença significativa entre os pontos, sendo que a análise enquadrou os trechos da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras entre limpa, porém levemente impactada à altamente poluída, para o levantamento realizado na primavera de 2019. Pontualmente na secção inicial do rio, o índice enquadrou os ambientes: P1 e P3 como águas aceitáveis e limpas, porém levemente impactadas, o P2 como águas boas, limpas e não alterada significativamente. A partir do P4 percebeu-se o declínio da qualidade da água até P7 e pontualmente no P11, que se enquadraram como águas com qualidade questionável e moderadamente impactada. Já os P8, 10 e 12

apresentaram qualidade crítica com o diagnóstico de poluída e impactada; e o P9 como muito crítico e altamente poluídas, em função da baixa riqueza amostrada durante o levantamento da primavera de 2019.

Este resultado promoveu um indicativo semelhante ao observado no Programa da Qualidade da Água, pelo fato da percepção de resposta dos organismos serem mais duradouras do que a alta variabilidade, a curto prazo, da qualidade registrada em amostras de água. Basicamente, a diferença dos resultados obtidos entre o índice BMWP e o IQA (exposto no item 8.3.2.4.3), se dá pela razão dos macroinvertebrados bentônicos indicarem um histórico das variações ambientais por tempos mais longos em relação à pontualidade momentânea de uma amostragem de água.

Tabela 135. Scores e classificação do índice BMWP aplicado com os dados obtido na campanha realizada na primavera de 2019, na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Pontos Amostrais	Famílias ocorrentes	*BMWP*	
		Score	**Classe**
P1	Gomphidae, Libellulidae, Calopterygidae, Chironomidae, Baetidae, Perlidae, Sphaeriidae, Hyriidae, Ampullariidae, Tubificidae e Aeglidae	66	II
P2	Gomphidae, Libellulidae, Calopterygidae, Chironomidae, Simulidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Helicopsichidae, Calamoceridae, Hydropsychidae, Gyrinidae, Euthyplociidae, Baetidae, Perlidae, Sphaeriidae, Hyriidae, Ampullariidae, Tubificidae e Aeglidae	130	I
P3	Libellulidae, Calopterygidae, Tipulidae, Chironomidae, Odontoceridae, Hydropsychidae, Gyrinidae, Psephenidae, Baetidae, Perlidae, Gripopterygidae, Glossiphoniidae e Aeglidae	91	II
P4	Napidae, Libellulidae, Calopterygidae, Chironomidae, Baetidae, Sphaeriidae, Hyriidae, Tubificidae e Glossiphoniidae	51	III
P5	Belostomatidae, Gomphidae, Libellulidae, Calopterygidae, Gyrinidae, Glossiphoniidae e Hyalellidae	42	III
P6	Hemiptera, Belostomatidae, Gomphidae, Libellulidae, Dicteriadidae, Chironomidae, Gyrinidae, Hyriidae e Hyalellidae	47	III
P7	Gomphidae, Calopterygidae, Chironomidae e Odontoceridae	37	III
P8	Libellulidae, Chironomidae, Leptoceridae, Baetidae e Tubificidae	25	IV
P9	Calopterygidae e Napidae	11	V
P10	Corydalidae, Calopterygidae, Odontoceridae, Elmidae e Baetidae	33	IV
P11	Libellulidae, Chironomidae, Leptoceridae, Baetidae e Tubificidae	59	III
P12	Libellulidae, Calopterygidae, Chironomidae e Baetidae	22	IV

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Tabela 136. Scores atribuídos as famílias amostradas na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, segundo as ponderações atribuídas por Armitage (1983); Ferreira e Flynn (2012).

Famílias	score
Odontoceridae, Leptoceridae, Helicopsichidae, Calamoceridae, Psephenidae, Euthyplociidae, Perlidae e Gripopterygidae	10

Famílias	score
Gomphidae, Calopterygidae, Dicteriadidae e Aeglidae	8
Libellulidae e Sphaeriidae	7
Corydalidae, Hyriidae e Hyalellidae	6
Tipulidae, Simulidae, Hydropsychidae, Elmidae e Ampullariidae	5
Baetidae e Corbiculidae	4
Napidae, Belostomatidae, Chironomidae, Gyrinidae e Glossiphoniidae	3
Tubificidae	1

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Entretanto, quando aplicamos o índice *Average Score per Taxon* (ASPT), que utiliza os resultados obtidos no *BMWP* em relação à riqueza de famílias ocorrentes nas amostras, este indicou que a Bacia do rio Caveiras esteve com águas limpas (P1, P2, P3, P7, P10 e P11) e águas com qualidade duvidosa (P4, P5, P6, P8 e P9).

Percebeu-se o destaque para o P7 (jusante do barramento da futura PCH Itararé) que se enquadrou como águas limpas, quebrando a sequência da qualidade duvidosa continuada citada acima entre o P4 e P9, lembrando que este índice utiliza indivíduos que geram indicativos com respostas mais longas as percebidas nas análises de amostras de água, indicando que possivelmente esta condição antrópica do rio Caveiras seja variável ao longo do tempo.

Tabela 137. Scores e a classificação do índice ASPT aplicado com os dados obtido na campanha realizada na primavera de 2019, na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Pontos Amostrais	Famílias ocorrentes	*ASPT*	
		Score	Classificação
P1	Gomphidae, Libellulidae, Calopterygidae, Chironomidae, Baetidae, Perlidae, Sphaeriidae, Hyriidae, Ampullariidae, Tubificidae e Aeglidae	6,1	AL
P2	Gomphidae, Libellulidae, Calopterygidae, Chironomidae, Simulidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Helicopsichidae, Calamoceridae, Hydropsychidae, Gyrinidae, Euthyplociidae, Baetidae, Perlidae, Sphaeriidae, Hyriidae, Ampullariidae, Tubificidae e Aeglidae	6,8	AL
P3	Libellulidae, Calopterygidae, Tipulidae, Chironomidae, Odontoceridae, Hydropsychidae, Gyrinidae, Psephenidae, Baetidae, Perlidae, Gripopterygidae, Glossiphoniidae e Aeglidae	7,0	AL
P4	Napidae, Libellulidae, Calopterygidae, Chironomidae, Baetidae, Sphaeriidae, Hyriidae, Tubificidae e Glossiphoniidae	5,7	QD
P5	Belostomatidae, Gomphidae, Libellulidae, Calopterygidae, Gyrinidae, Glossiphoniidae e Hyalellidae	6,0	QD
P6	Hemiptera, Belostomatidae, Gomphidae, Libellulidae, Dicteriadidae, Chironomidae, Gyrinidae, Hyriidae e Hyalellidae	5,9	QD
P7	Gomphidae, Calopterygidae, Chironomidae e Odontoceridae	9,3	AL
P8	Libellulidae, Chironomidae, Leptoceridae, Baetidae e Tubificidae	5,0	QD

Pontos Amostrais	Famílias ocorrentes	*ASPT*	
		Score	**Classificação**
P9	Calopterygidae e Napidae	5,5	QD
P10	Corydalidae, Calopterygidae, Odontoceridae, Elmidae e Baetidae	6,6	AL
P11	Libellulidae, Chironomidae, Leptoceridae, Baetidae e Tubificidae	11,8	AL
P12	Libellulidae, Calopterygidae, Chironomidae e Baetidae	5,5	QD

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Desta forma, foi possível concluir que a Bacia Hidrográfica do rio Caveiras possui uma riqueza de macroinvertebrados bentônicos significativa, principalmente no terço inicial do rio, conforme constatado na campanha da primavera de 2019 e registros já publicados (dados secundários). Entretanto, algumas interferências ao longo da Bacia Hidrográfica alteraram a composição de espécies a partir do P5, devida a uma baixa abundancia e riqueza de espécies registradas até próximo a sua foz, onde deságua no rio Canoas.

Tabela 138. Composição das espécies amostradas para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, durante a campanha de primavera de 2019, na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Famílias	Pontos de Amostragem na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras												Constância
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
Classe Insecta													
Ordem Megaloptera													
Família Corydalidae													
Corydalidae sp.										**1**			**+**
Ordem Hemiptera													
Família Napidae													
Ranatra sp.				**1**		**1**			**2**				**++**
Família Belostomatidae													
Belostoma sp1.						**2**							**+**
Belostoma sp2.					**2**								**+**
Ordem Odonata													
Família Gomphidae													
Aphylla sp.	2	2					2						++
Phyllogomphoides sp.	3				2	9	5						++
Família Libellulidae													
Dasythemis sp.	1	5	1	1	2	2		5			2	3	+++
Subordem Zygoptera													
Família Calopterygidae													
Hetaerina sp.	12	1	2	16	6		1		2	2		1	+++
Família Dicteriadidae*													
Heliocharis sp.						30							+
Ordem Diptera													
Família Tipulidae													
Hexatoma sp.			1										+
Família Chironomidae													
Ablabesmyia sp.	1	4	1	10		3	21	2			7	3	+++
Família Simulidae													

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(40) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Famílias	Pontos de Amostragem na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras												Constância
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
Simulium sp.		1											+
Ordem Trichoptera													
Família Odontoceridae													
Odontoceridae sp.		5	1				1			4			++
Família Leptoceridae													
Leptoceridae sp.		9						1			2		++
Família Helicopsichidae													
Helicopsichidae sp.		15											+
Família Calamoceridae													
Calamoceridae sp.		1									1		+
Família Hydropsychidae													
Macronema sp.			1								1		+
Leptonema sp.		1	4										+
Ordem Coleoptera													
Família Elmidae													
Phanocerus sp.										1			+
Família Gyrinidae													
Gyrinidae sp.		1	13		5	2							++
Família Psephenidae													
Psephenus sp.			4										+
Ordem Ephemeroptera													
Família Euthyplociidae													
Campylocia sp		1											+
Família Baetidae													
Baetidae sp.	14	1	3	2	1			5		2	3	1	+++
Ordem Plecoptera													
Família Perlidae													
Anacroneuria sp.	12	2	12								1		++
Família Gripopterygidae													

Famílias	Pontos de Amostragem na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras												Constância
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
Tupiperla sp.			2								1		+
Classe Bivalvia													
Ordem Sphaeriida													
Família Sphaeriidae													
Pisidium sp.	13	20		6									++
Ordem Unionida													
Família Hyriidae													
Diplodon sp1.		18											+
Diplodon sp2.	6			2		1							++
Ordem Veneroida													
Família Corbiculidae													
Corbicula largillierti	10												+
Classe Gastropoda													
Superfamília Ampullarioidea													
Família Ampullariidae													
Pomacea sp.		2											+
Classe Clitellata													
Ordem Haplotaxida													
Família Tubificidae													
Oligochaeta sp.	1	1		259				6					++
Ordem Rhynchobdellida													
Família Glossiphoniidae													
*Helobdella*sp.				2									+
Desserobdella sp.			1	4	1								++
Classe Malacostraca													
Ordem Amphipoda													
Família Hyalellidae													
Hyalella sp.				20	18	2							++
Ordem Decapoda													

Famílias	Pontos de Amostragem na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras												Constância
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
Família Aeglidae													
Aegla sp.	3	2	5										++
Riqueza	12	19	14	11	8	9	5	5	2	5	8	4	
Abundância	78	92	51	323	37	52	30	19	4	10	18	8	
Diversidade Shannon	2,156	2,353	2,199	0,8644	1,584	1,439	0,9556	1,459	0,6931	1,471	1,796	1,255	
Equitabilidade de Pielou	0,8675	0,7992	0,8333	0,3605	0,7619	0,6548	0,5937	0,9063	1	0,9139	0,8639	0,9056	

⊗ = espécie exótica. Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020. Adaptado de Freitag, 2019.

7.3.3.2 Fitoplâncton

O fitoplâncton é essencialmente constituído por uma grande variedade de espécies de algas, com diferentes formas e adaptações de estratégias de vida. O entendimento das alterações na estrutura e diversidade das comunidades bióticas decorrentes do alterações ambientais constitui condição fundamental para a conservação dos ecossistemas.

Os dados sobre a composição do fitoplâncton podem ser bons indicadores das mudanças nas condições de trofia (Bicudo e Bicudo, 2004). Também por ser autotrófico, o fitoplâncton é o grupo de organismos que dá as respostas mais rápidas de incremento quantitativo de densidade, à medida que ocorre a decomposição da vegetação submergida.

Com o aumento da abundância do fitoplâncton, consequentemente ocorre aumento na densidade de zooplâncton e micro-crustáceos, já que o fitoplâncton representa a unidade básica de produção de matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos (Infante, 1988).

7.3.3.2.1 Amostragem

A amostragem dos organismos fitoplantônicos foi realizada ao longo da mesma rede amostral apresentada para a qualidade da água. Para as análises qualitativas de fitoplâncton as coletas foram realizadas através de arrasto horizontal, com rede de abertura de malha de 20 *µ*m. As amostras coletadas foram acondicionadas em frascos devidamente identificados e fixadas com formol (4%).

Para a análise quantitativa as coletas foram realizadas diretamente na subsuperfície, com frasco de volume conhecido e fixadas com lugol. Posteriormente, ambas as amostragens foram enviadas ao laboratório para a identificação até menor nível taxonômico possível. Ambos os métodos, seguiram as metodologias *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F* e os resultados dos ensaios foram atestados mediante Laudos Analíticos,

sendo estes emitidos e assinados pelos responsáveis legais do laboratório indicado e encontram-se disponíveis em Anexo ao fim deste estudo.

Figura 356. Filtragem com rede da comunidade fitoplanctônica.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 357. Acondicionamento das amostras da comunidade fitoplanctônicas.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

7.3.3.2.2 Análise dos Dados

Para avaliação das comunidades biológicas foram apresentadas a abundância média e frequência de ocorrência dos táxons, identificação dos táxons abundantes e dominantes, densidade total, densidade entre os pontos amostrais, densidade de cada ponto amostral, comparação entre as densidades totais das campanhas, índice de diversidade específica (H' bits ind^{-1}), equitabilidade (J), riqueza taxonômica para cada ponto amostral, lista de espécies. Também foi aplicada a análise de constância (Dajoz, 1978), para determinar quais espécies das comunidades biológicas apresentam-se mais estáveis numa escala espacial. A partir do resultado obtido, cada espécie será classificada em: constante, C > 50%; acessória, 25% ≤ C ≤ 50%; e acidental, C < 25%.

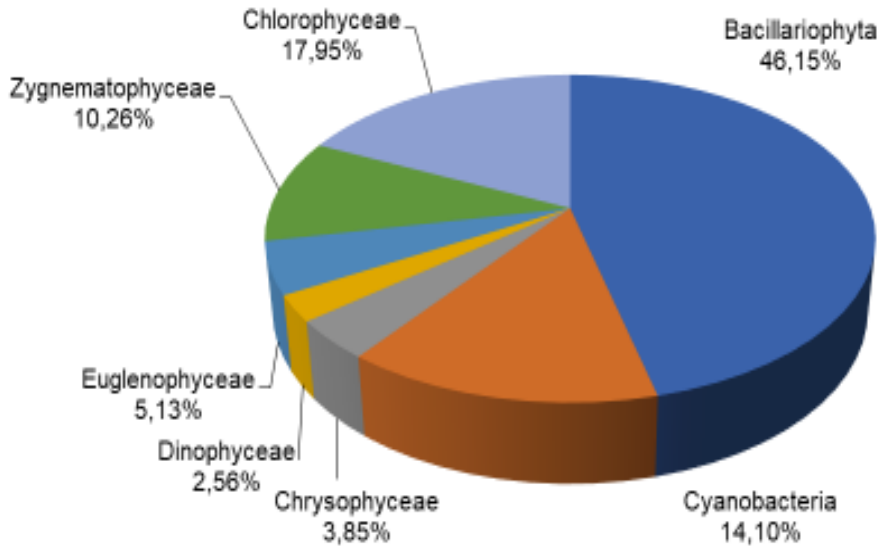
Cabe ressaltar que as metodologias qualitativas e quantitativas, aplicadas na Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras para a comunidade fitoplanctônica foram distintas e desta forma apresentadas em separado, existindo variações na composição do fitoplâncton, conforme o método analisado.

7.3.3.2.3 Resultados e Discussões

O levantamento dos dados primários do fitoplâncton ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras foi realizado entre 01 e 04 de outubro de 2019, nos dezenove pontos amostrais descritos anteriormente. Os procedimentos de coleta e captura seguiram as diretrizes da Autorização Ambiental n° 2873/2019, que previu a utilização de rede de arrasto para a captura da comunidade.

Para as amostras **qualitativas** da comunidade fitoplanctônica inventariada na amostragem realizada na primavera de 2019 foram registradas 78 *taxa*, distribuídos em 7 famílias: Bacillariophyta (36 *taxa*), Chlorophyceae (14 *taxa*), Cyanobacteria (11 *taxa*), Zygnematophyceae (8 *taxa*), Euglenophyceae (4 *taxa*), Chrysophyceae (3 *taxa*) e Dinophyceae (2 *taxa*). A Bacillariophyceae (diatomáceas) foi a família mais rica com 46,15% do total registrado, seguido por Chlorophyceae e Cyanobactéria com riqueza de espécies significativa, 17,95% e 14,10% do total, respectivamente.

Figura 358. Porcentagem da riqueza das famílias fitoplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

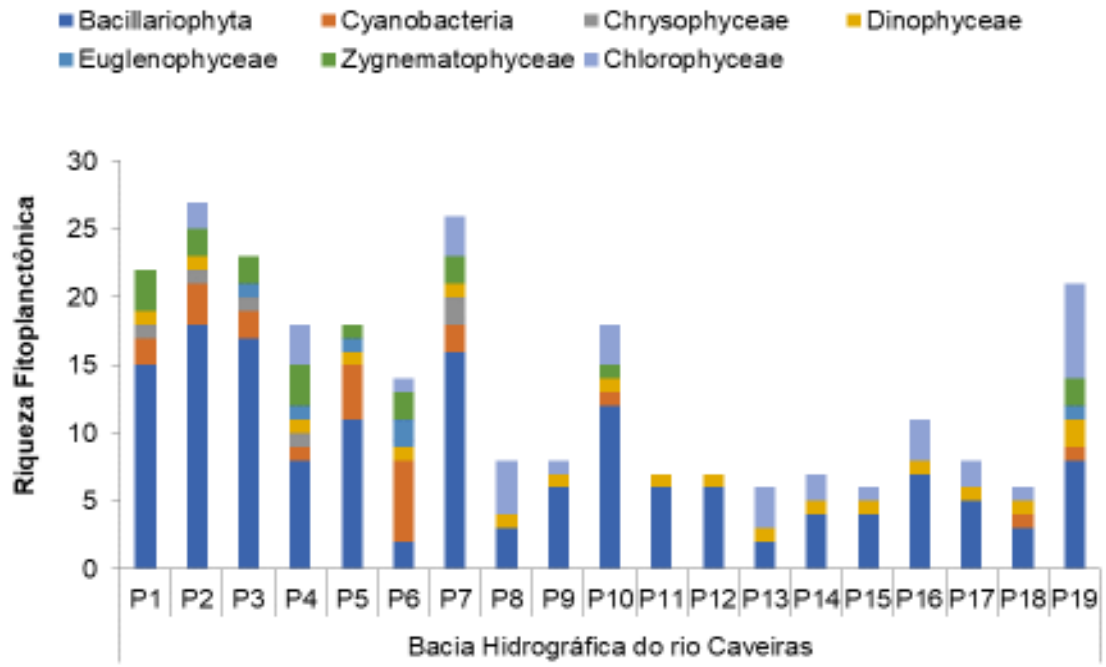
Através de uma análise espacial foi possível perceber a ocorrência constante das famílias Bacillaryophyceae e Dinophyceae ao longo do rio Caveiras, indicando que em toda a extensão amostral existiu interferências por parte de aporte de

material orgânico em diferenciadas escalas, em função da ampla variação de espécies.

Geralmente em ambientes com quantidades significativas de nutrientes dissolvidos, as Cyanobactérias ocorrem de maneira expressiva, entretanto foi observado registro significativo apenas no trecho inicial do espaço amostral, compreendido do P1 até o P7, composição rica e população em controle até o momento. Essa família merece destaque, pois houve registros de ocorrência de indivíduos com potencialidade tóxica na área (*Microcystis* sp., *Pseudanabaena* sp., *Oscillatoria* sp., entre outras). Já a partir do P8 o cenário fitoplanctônico apresentou alteração no padrão de riqueza, com a redução de espécies, permanecendo apenas as famílias não tão tolerantes a ambientes extremamente poluídos e sim, preferencialmente de mesotrófico à eutróficos.

No trecho final do espaço amostral P18 e P19 existem novamente o ganho de espécies, porém indicadoras de estado alterado e mais tolerantes a poluição. Neste trecho existe o projeto de implantação da PCH Portão e poderá auxiliar na estabilização dos ambientes para as comunidades aquáticas.

Figura 359. Riqueza das famílias fitoplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

De forma geral, os indivíduos fitoplanctônicos ocorrentes na secção do rio Caveiras, compreendido do P1 ao P7, apresentaram ampla variabilidade especifica e de famílias com indicadores biológicos variando do estado oligotrófico a superutrófico. A partir do P8 foi possível perceber certa restrição à ocorrência de indivíduos menos tolerantes (eutróficos), existindo a redução ou ausência de espécies das famílias Cyanobactérias, Zygnematophyceae e Euglenophyceae, até a foz do rio Caveiras (P19).

Tabela 139. Composição qualitativa da comunidade fitoplanctônica, com respectiva ocorrência espacial registrada (presença=X) na campanha realizada na primavera de 2019, para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Fitoplâncton qualitativo	Bacia Hidrográfica do rio Caveiras																			Constância
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	
Bacillariophyta																				
Achnanthes sp.	X	X	X		X	X	X								X	X				++
Achnanthidium exiggum							X													+
Achnanthidium minutissimum	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X		X	X	X	X			**+++**
Amphipleura lindheimeri	X	X	X				X											X	X	++
Amphora montana	X		X							X										+
Amphora sp	X	X																	X	+
Aulacoseira ambigua		X						X	X		X	X							X	++
Aulacoseira granulata				X					X	X									X	+
Aulacoseira sp.		X			X			X			X	X								+
Cymbella cornuta	X		X				X													+
Cymbella sp.				X						X										+
Diadesmis contenta		X	X		X		X					X								+
Eunotia bilunaris							X													+
Eunotia dydima					X		X													+
Eunotia sp.		X	X																	+
Fragilaria cappuccina	X	X		X	X											X		X	X	++
Fragilaria sp.	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X		**+++**
Girosygma sp.		X																		+
Gomphonema sp.																X				+
Gomphonema turris										X										+
Melosira sp.		X	X	X									X	X			X			++
Melosira varians	X	X	X				X												X	+

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Fitoplâncton qualitativo	Bacia Hidrográfica do rio Caveiras																			Constância
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	
Navicula sp.			X								X			X	X		X			+
Nitzschia palea	X	X					X													+
Nitzschia sp.										X						X				+
Nupela sp.	X	X	X						X		X	X	X	X	X	X	X			+++
Orthoseira sp.							X													+
Oscilatoria sp.	X																			+
Pennales sp.					X				X	X										+
Rhoicosphenia abbreviata	X	X	X				X			X										+
Sellaphora sp.					X					X		X								+
Surirella linearis	X	X	X	X	X														X	++
Surirella sp.										X									X	+
Surirella tenera	X		X				X			X										+
Terpsinoë musica		X	X				X													+
Ulnaria ulna		X	X	X	X		X													+
Cyanobacteria																				
Aphanocapsa sp.							X			X										+
Komvophoron sp.			X																	+
Lyngbya sp.					X	X														+
Merismopedia glauca		X	X															X		+
Microcystis sp.						X														+
Microcystis wesenbergii						X														+
Oscillatoria sp.					X	X													X	+
Phormidium sp.	X	X			X	X	X													+
Planktolyngbya sp.	X																			+

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Fitoplâncton qualitativo	Bacia Hidrográfica do rio Caveiras																			Constância
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	
Pseudanabaena sp.				X	X	X														+
Romeria victoriae		X																		+
Chrysophyceae																				
Mallomonas sp.	X	X					X													+
Monoraphydium contortum							X													+
Synura sp.			X	X																+
Dinophyceae																				
Ceratium hirundinella	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	**+++**
Durinskia baltica																			X	+
Euglenophyceae																				
Euglena acus						X														+
Euglena caudata				X	X															+
Euglena sp.			X			X														+
Parmidium applanta																			X	+
Zygnematophyceae																				
Closterium parvulum	X	X	X	X	X	X	X													++
Cosmarium pyramidatum				X			X													+
Cosmarium sp.			X																	+
Croasdalea marthae																			X	+
Sphaerozosma sp.				X																+
Spirogyra sp.	X					X														+
Staurastrum sp.	X	X																	X	+
Xanthidium sp.										X										+
Chlorophyceae																				

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Fitoplâncton qualitativo	Bacia Hidrográfica do rio Caveiras																			Constância
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	
Acanthosphaera zachariasi		X		X																+
Chlorella vulgaris																			X	+
Coelastrum pulchrum var. pulchrum																			X	+
Coelastrum sp.				X															X	+
Desmodesmus armatus var. bicaudatus													X	X						+
Desmodesmus brasiliensis							X	X											X	+
Desmodesmus communis						X	X	X		X			X	X		X	X			++
Desmodesmus sp.										X						X				+
Desmodesmus spinoso-aculeolatus				X																+
Kirchneriella contorta var. elegans																			X	+
Oocystis sp.		X					X	X	X				X		X	X	X	X		++
Pediastrum duplex var. duplex																			X	+
Pediastrum duplex var. gracilimun																			X	+
Sphaerocystis sp.								X		X										+
Riqueza de Espécies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

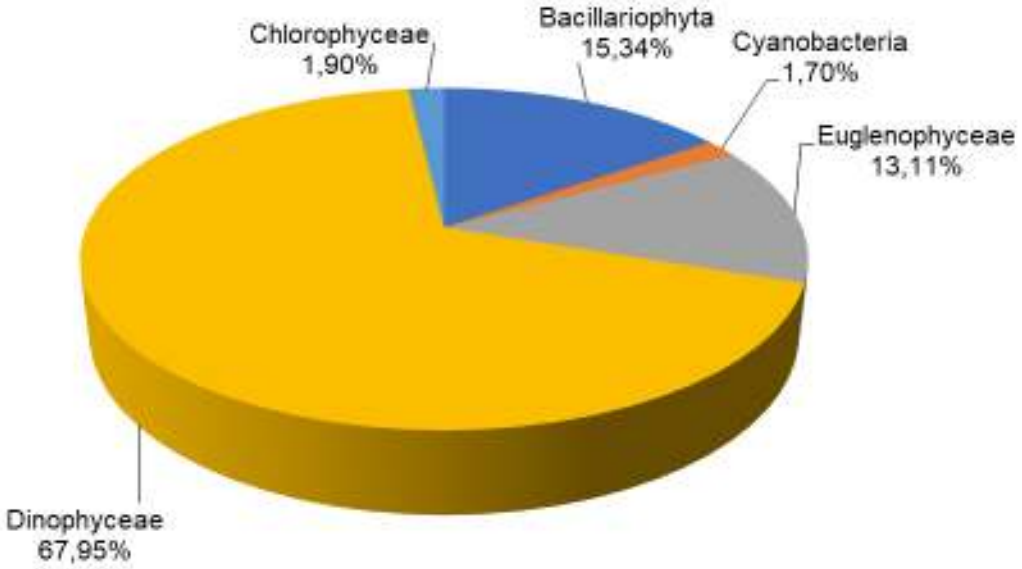
X = ocorrência da espécie da comunidade fitoplanctônica.

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020. Transcrito de Laboratório Freitag, 2019.

Já para o método **quantitativo** foram registradas 35 *taxa* distribuídas em cinco famílias, sendo que neste método de amostragem não foram encontrados indivíduos dos grupos Chrysophyceae e Zygnematophyceae. Estes dois grupos possuem espécies classificadas como indicadoras de qualidade da água, para ambientes sem ou com poucas interferências. As espécies mais constantes foram os pertencentes à família Bacillaryophyceae e apresentaram densidade semelhante, sem a indicação de descontrole populacional até o momento.

Por outro lado, a família Dinophyceae teve a maior representatividade numérica registrada durante a avaliação (67,95%), com distribuição significativa pelo espaço amostral de apenas uma espécie, *Ceratium hirundinella*. Nos ecossistemas de água doce da América do Sul, o gênero *Ceratium* é considerado invasor (Silva et al., 2012; Boltovskoy et al., 2013) e seu sucesso adaptativo está relacionado as mudanças nos regimes hidrológicos dos ambientes naturais (Meichtry de Zaburlín et al., 2016), assim como suas características ecofisiológicas e as estratégias reprodutivas, que permitem seu desenvolvimento e sobrevivência em condições não favoráveis (Pollingher,1988).

Figura 360. Porcentagem da densidade das famílias fitoplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Deve-se atentar-se para o *Ceratium* gênero devida a capacidade de florações em um curto espaço de tempo, pois são dotados de relativa mobilidade, resistindo à sedimentação, o que facilita a ocupação de camadas superficiais e a otimização de recursos como luz e nutrientes (Mac Donagh et al., 2005). Em especifíco, *Ceratium hirundinella* tolera grandes variações ambientais, desenvolvendo-se em condições favoráveis como, alta densidade de nutrientes disponíveis, temperaturas variáveis entre 15 e 25C°, estratificação térmica da coluna d'água e pH com características alcalinas (Lindström, 1992), corroborando com os resultados obtidos nos locais de ocorrência desta avaliação. Embora as florações do gênero *Ceratium* não apresentem toxicidade, o *bloom* destas espécies pode ser problemático para o meio aquático, devido ao consumo de oxigênio dissolvido após a decomposição, comprometendo a qualidade da água (Matsumura-Tundisi, 2010).

Com a avaliação espacial foi possível perceber a dominância na densidade de indivíduos da família Dinophyceae a partir do P8 até a P19 - foz do rio Caveiras. O P13 teve o maior registro numérico entre os pontos amostrais, pois este local possui características propícias para o desenvolvimento desta comunidade, sendo um ambiente semi-lêntico (intermediárias) e localiza-se a montante de uma barreira natural. Neste local a maior densidade registrada foi para a espécie *Ceratium hirundinella* (Dinophyceae), a qual já foi discutida anteriormente.

As Cyanobactérias foram registradas apenas em dois pontos amostrais, com densidade baixa no P6 e significativa no P1, entretanto apesar dessa ocorrência não foram contabilizadas céls/ml nas amostras, demonstrando que este grupo não apresenta risco de descontrole populacional até o momento.

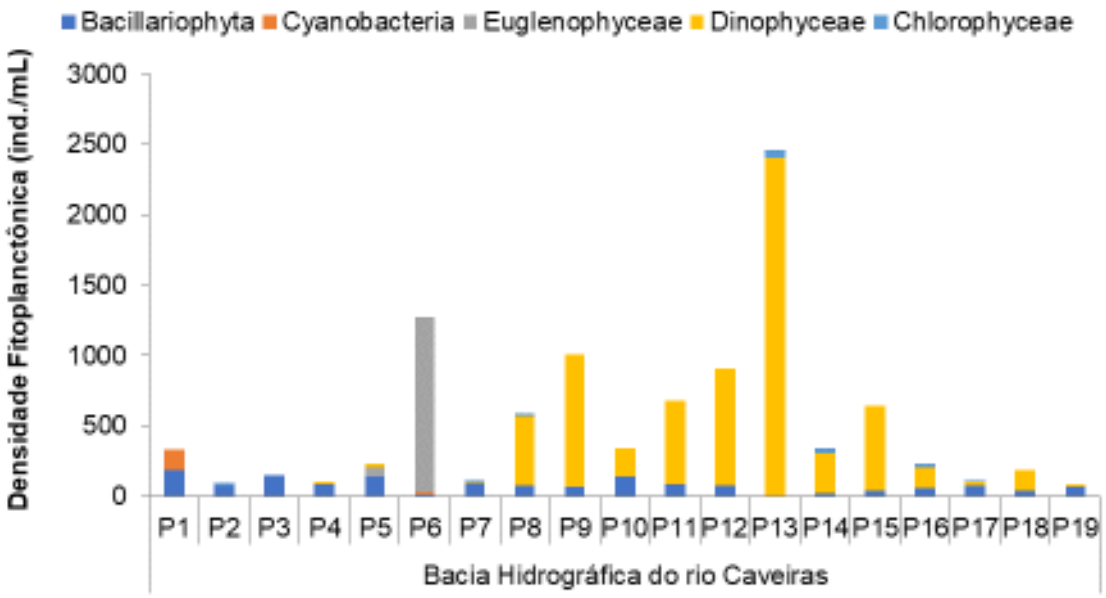
Quando nos remetemos aos resultados obtidos acerca da comunidade fitoplanctônica para os P5 e P6 locais mais críticos, a análise revela que nesses ambientes foram amostradas as únicas espécies da família Euglenophyceae, com a maior densidade no P6, sendo *Euglena acus* a espécie mais representativa. A partir do P7 não existe mais registro desta família, gerando uma dúvida temporal quanto a essa ocorrência, (I) se o aporte se deu pontualmente nestes dois ambientes pelos usos do entorno (lançamentos de ETEs) ou (II) pelos demais pontos não proporcionarem o ideal (alta carga de nutrientes) para o seu desenvolvimento. Este

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(48) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

grupo de algas unicelulares tende a se desenvolver em maior número e riqueza de espécies, sob elevados teores de matéria orgânica, fósforo e nitrogênio (Round, 1973), destacando-se na hidrobiologia aplicada, como excelentes indicadores de águas poluídas (Palmer, 1969), corroborando com os índices aplicados na área de estudo.

Apesar da constatação da presença de floração de algas na superfície do P7, a densidade fitoplanctônica registrada para o local foi baixa, com maior representatividade da família Bacillaryophyceae. Esta visualização defloração no P7, certamente foi uma contribuição advinda através da continuidade do rio, proveniente de algum ambiente de remanso a montante deste ponto, passíveis do desenvolvimento destes organismos, conforme argumentado anteriormente.

Figura 361. Riqueza das famílias fitoplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Através dos dados obtidos com o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da UHE Garibaldi (2008), demonstraram a ocorrência de menor número de espécies do que as levantadas na AIBH do rio Caveiras 2019, possivelmente em função das características hidrodinâmicas dos pontos amostrais, que foram determinantes para o baixo desenvolvimento fitoplanctônico, como dominância do grupo Bacillariophyceae.

Ainda que o indicador primário desta comunidade não demonstrasse alteração de valores ao longo do espaço amostral desta Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, adverte-se para a continuidade do acompanhamento desta comunidade nos projetos específicos de cada um dos empreendimentos a serem instalados neste rio, pois a formação artificial de ambientes lênticos poderá amplificar o desenvolvimento até mesmo gerar o crescimento excessivo de algumas populações mais tolerantes, desde que em condições favoráveis. Ademais, a ocorrência rica e densa de espécies mais tolerantes a ambientes alterados indica a ocorrência de interferências contínuas na área, como um todo.

Tabela 140. Composição quantitativa da comunidade fitoplanctônica, com respectiva densidade espacial registrada na campanha realizada na primavera de 2019, para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Fitoplâncton quantitativo	Bacia Hidrográfica do rio Caveiras																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Bacillariophyta																			
Achnanthidium minutissimum		22	34	34	56		3			22	22	34		22	34	22	34		
Amphora sp	34																		22
Aulacoseira ambigua								24	34										11
Aulacoseira granulata				11					11	2									11
Aulacoseira sp.								34			34	11							
Cymbella cornuta			22																
Cymbella sp.				11															
Diadesmis contenta												11							
Eunotia dydima					22														
Eunotia sp.		11																	
Fragilaria cappuccina	34	11			11													34	11
Fragilaria sp.	22		11	11	34	11	22	22	11	34	34						22	11	
Girosygma sp.		11																	
Gomphonema turris										34									
Melosira sp.																	11		
Melosira varians		11	22	22															11
Navicula sp.	56		41																
Nitzschia palea	11						11									34			
Nitzschia sp.										11									
Nupela sp.	22		22						11			22			11		11		
Orthoseira sp.							11												

Fitoplâncton quantitativo	Bacia Hidrográfica do rio Caveiras																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Pennales sp.					11														
Rhoicosphenia abbreviata	11	11					34			34									
Ulnaria ulna					11		11												
Cyanobacteria																			
Oscillatoria sp.						22													
Planktolyngbya sp.	146																		
Dinophyceae																			
Ceratium hirundinella				11	34		11	493	941	201	594	829	2408	280	594	146	22	146	22
Euglenophyceae																			
Euglena acus						694													
Euglena caudata					56														
Euglena sp.						549													
Chlorophyceae																			
Desmodesmus armatus var. bicaudatus													34	22					
Desmodesmus brasiliensis								11											
Desmodesmus communis							11						22	22		11	11		
Desmodesmus sp.																22			
Oocystis sp.		22																	
Densidade (ind./mL)	336	99	152	100	235	1276	114	584	1008	338	684	907	2464	346	639	235	111	191	88
Riqueza de Espécies	8	7	6	6	8	4	8	5	5	7	4	5	3	4	3	5	6	3	6
Dominância	0,248	0,161	0,191	0,212	0,171	0,481	0,173	0,720	0,873	0,389	0,760	0,838	0,955	0,667	0,867	0,427	0,202	0,619	0,188
Diversidade Shannon	1,705	1,889	1,718	1,671	1,895	0,805	1,902	0,638	0,326	1,322	0,532	0,403	0,124	0,697	0,294	1,162	1,691	0,677	1,733
Equitabilidade de Pielou	0,820	0,971	0,959	0,933	0,911	0,581	0,915	0,396	0,203	0,679	0,383	0,250	0,113	0,503	0,268	0,722	0,944	0,616	0,967

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020. Transcrito de Laboratório Freitag, 2019.

7.3.3.3 Zooplâncton

Os organismos pertencentes à comunidade zooplanctônica estão na base da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, sendo o elo entre os produtores (fitoplâncton) e os consumidores. Podem influenciar nos processos ecológicos devido ao seu metabolismo elevado, contribuindo na transformação e ciclagem dos nutrientes (Esteves, 2011). Os organismos que compõem essa comunidade possuem grande sensibilidade ambiental e responde a diversos tipos de impactos, tanto pela alteração no número de indivíduos, quanto pela composição e diversidade da comunidade (Coelho-Botelho, 2003).

Na maioria dos ambientes aquáticos o zooplâncton é formado por protozoários (flagelados, sarcodinas e ciliados) e por vários grupos metazoários. Entre estes se destacam os integrantes do Haloplâncton: os Rotiferos, Cladóceros e Copépodos (com maior representatividade na comunidade). Menos frequentes são encontradas outras formas como vermes, cnidários, larvas de dípteros e moluscos, considerados como Meroplâncton.

Os indivíduos constituintes do Meroplâncton, ocasionalmente são registrados nas amostras do zooplâncton, não são computados como organismos zooplanctônicos, pois passam apenas uma parte do seu ciclo de vida na água, apresentando maior mobilidade no ambiente aquático e dificilmente ficam aderidos ao substrato.

7.3.3.3.1 Amostragem

A amostragem desta comunidade ocorreu na mesma rede amostral apresentada para a qualidade de água, durante a sazonalidade de primavera. A coleta ocorreu por meio de forma qualitativa (através de combinações de arrastos horizontais e verticais) e quantitativamente (por meio de arrastos verticais de toda a coluna de água, sendo filtrados no mínimo 500 litros).

Tanto as amostras qualitativas quanto as quantitativas foram filtradas em rede de 20 *µ*m de abertura de malha. Seguindo a metodologia *Standard Methods for the*

Examination of Water and Wastewater - 22º nd. 2012, Method 10200 G, o material concentrado foi fixado em solução de formol a 4% e tamponada com carbonato de cálcio, sendo posteriormente enviados ao laboratório para a identificação até menor nível taxonômico possível. Tais resultados foram atestados mediante Laudos Analíticos emitidos pelo laboratório responsável pelas identificações e estão disponíveis em Anexo ao fim deste estudo.

Figura 362. Filtragem com rede da comunidade zooplanctônica.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 363. Acondicionamento das amostras da comunidade zooplanctônica.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Ressalta-se que as metodologias qualitativas e quantitativas aplicadas nesta avaliação da comunidade zooplanctônica do rio Caveiras foram distintas, entretanto, não existiram variações na composição das espécies conforme o método utilizado. Ademais, a ocorrência de indivíduos da ordem díptera foi documentada nas tabelas, porém excluídas das análises, por não serem espécies representativas ao plâncton, vivendo apenas uma parte de seu ciclo no meio aquático.

7.3.3.3.2 Análise dos Dados

Para avaliação das comunidades biológicas foram apresentadas a abundância média e frequência de ocorrência dos táxons, identificação dos táxons abundantes e dominantes, densidade total, densidade entre os pontos amostrais, densidade de cada ponto amostral, comparação entre as densidades totais das campanhas, índice de diversidade específica (H' bits ind^{-1}), equitabilidade (J), riqueza taxonômica para cada ponto amostral, lista de espécies. Também foi

aplicada a análise de constância (Dajoz, 1978), para determinar quais espécies das comunidades biológicas apresentam-se mais estáveis numa escala espacial. A partir do resultado obtido, cada espécie será classificada em: constante, C > 50%; acessória, 25% ≤ C ≤ 50%; e acidental, C < 25%.

7.3.3.3.3 Resultados e Discussões

O levantamento dos dados primários do zooplâncton ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras foi realizado entre 01 e 04 de outubro de 2019, nos dezenove pontos amostrais descritos anteriormente. Os procedimentos de coleta e captura seguiram as diretrizes da Autorização Ambiental n° 2873/2019, que previu a utilização de rede de arrasto para a captura da comunidade.

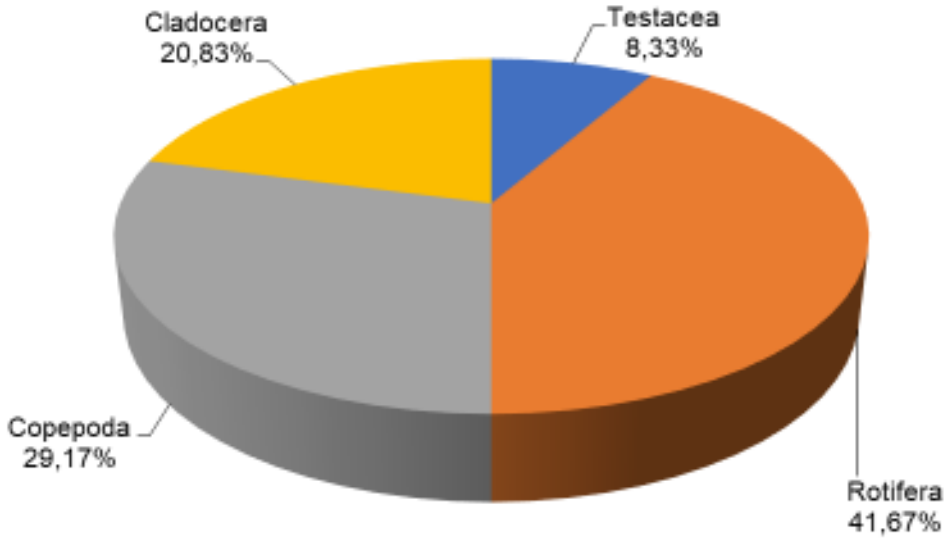
Diante disso, com a análise dos dados **qualitativos** da comunidade zooplanctônica foi possível inferir que por todo o espaço amostral desta avaliação houve registro de 24 *taxa*, distribuídos em 4 grupos: Rotífera (10 *taxa*), Copepoda (7 *taxa*), Cladocera (5 *taxa*) e Testacea (2 *taxa*). Os rotíferos apresentaram a maior riqueza de espécies com 41,67% do total amostrado e constância dentre os pontos amostrados no rio Caveiras, principalmente com as espécies dos gêneros *Notholca* e *Euchlanis*.

Os rotíferos têm sido amplamente utilizados como indicadores de poluição e das condições ambientais, considerando desde as alterações na estrutura das suas comunidades e populações, até o uso de bioensaios e a verificação, em organismos expostos a poluentes e de síntese de enzimas vinculadas a processos fisiológicos de desintoxicação (DelValls et al., 1996). Algumas espécies são capazes de suportar condições ambientais extremas e abrangem formas desde livre-natantes, bentônicas, sésseis até parasitas.

Os rotíferos desempenham importante papel na regeneração de nutrientes e na transferência de energia nas teias alimentares (filtradores, parasitas e predadores). Com dieta ampla, afetam potencialmente o crescimento das populações de bactérias e fungos envolvidos na remineralização de nutrientes, em cenários de descontrole populacional. Convertem a produção primária (algas e

bactérias) numa forma utilizável para os demais níveis tróficos superiores a ele, como: protozoários, cnidários, os próprios rotíferos, crustáceos, insetos e larvas de peixes (Turner & Tester,1992).

Figura 364. Porcentagem da riqueza de espécies das famílias zooplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

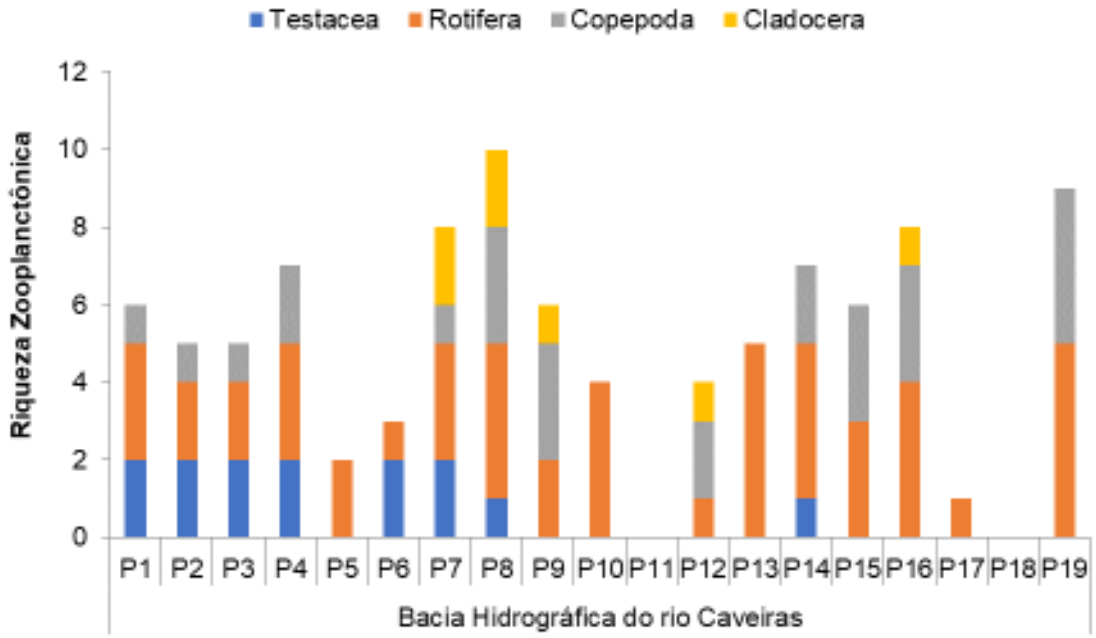
Quando se analisou a riqueza de espécies de forma espacial foi possível verificar a constância dos indivíduos do grupo Rotifera, fazendo-se presentes em todos os pontos em que ocorreram exemplares da comunidade, com a exclusividade de espécies Rotifera nos P5, P10, P13 e P17, demonstrando certo desequilíbrio na dinâmica funcional para estes locais.

Para os P11 e P18 não foram registrados indivíduos nas amostras. Nestes locais foram obtidos volumes expressivos de vazão, talvez este tenha sido o fator que contribuiu para ausência de espécies da comunidade zooplanctônica nas amostras destes pontos.

Destaca-se também a ocorrência de espécies do grupo Cladocera a partir do P7, inclusive com organismos sensíveis a poluição e utilizados em ensaios toxicológicos, com indivíduos do gênero *Ceriodaphnia*. Os cladóceros são crustáceos em sua maioria de água doce, com hábito rastejador ou bentônico na região litorânea de lagos e reservatórios, mas também há famílias tipicamente

planctônicas. As espécies bentônicas são raspadoras, se alimentando da matéria orgânica de plantas, sedimentos, já as espécies planctônicas são filtradoras se alimentando de fitoplâncton, bactérias, detritos e poucas espécies são predadoras. Os cladóceros ajudam na condução do fluxo de energia e produtividade secundária. Como são de fácil cultivo, tem curto tempo de desenvolvimento, são importantes na piscicultura como fonte de alimento principalmente para alevinos de espécies de peixes de importância comercial. São também utilizados como indicadores das condições ambientais e como organismos testes padronizados para estudos em ecotoxicologia.

Figura 365. Riqueza das famílias zooplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Os Copepodas também se destacaram, estes são organismos bem diversificados entre os crustáceos, sendo considerado o grupo de pluricelulares mais abundantes no planeta, superando em número de indivíduos até os insetos. Habitam os mais diversos ambientes e apresenta variação ampla em sua dieta (herbívoros,

onívoros, carnívoros ou detritívoros), o que pode ter resultado sua ocorrência ao longo do rio Caveiras, auxiliando na depuração da água.

Tabela 141. Composição qualitativa da comunidade zooplanctônica, com a respectiva ocorrência espacial registrada (presença=X) na campanha realizada na primavera de 2019, para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Zooplâncton Qualitativo	Bacia Hidrográfica do rio Caveiras																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Testacea																			
Arcella discoide	X	X	X	X		X	X	X						X					
Arcella vulgaris	X	X	X	X		X	X												
Rotifera																			
Asplanchna sp.																			X
Bdelloidea	X	X	X	X	X	X	X			X					X				
Brachionus falcatus								X					X			X			
Brachionus plicatilis								X					X	X					X
Euchlanis dilatata	X																		
Euchlanis sp.								X	X	X		X	X	X	X	X	X		X
Kellicottia sp.				X															
Keratella cochlearis							X						X	X		X			X
Lecane sp.	X				X					X									
Notholca sp.		X	X	X			X	X	X	X			X	X	X	X			X
Copepoda																			
Acanthocyclops robustus			X	X					X					X		X			X
Atheyella fuhrmani																			X
Náuplio de copepoda	X	X		X			X	X	X			X		X	X	X			X
Notodiaptomus fimbriatus								X											
Notodiaptomus incompositus									X						X				X
Paracyclops fimbriatus												X				X			
Simocephalus daphnoides								X							X				

Zooplâncton Qualitativo	Bacia Hidrográfica do rio Caveiras																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Cladocera																			
Bosmina cf. *longirostris*							X												
Bosminopsis deitersi								X											
Ceriodaphnia richardi																X			
Leydigia cf. *striata*							X												
Simocephalus daphnoides								X	X			X							
Diptera																			
Chaoborus sp.	X	X		X															
Cricotopus sp.	X	X	X				X												
Riqueza de Espécies	8	7	6	8	2	3	9	10	6	4		4	5	7	6	8	1		9

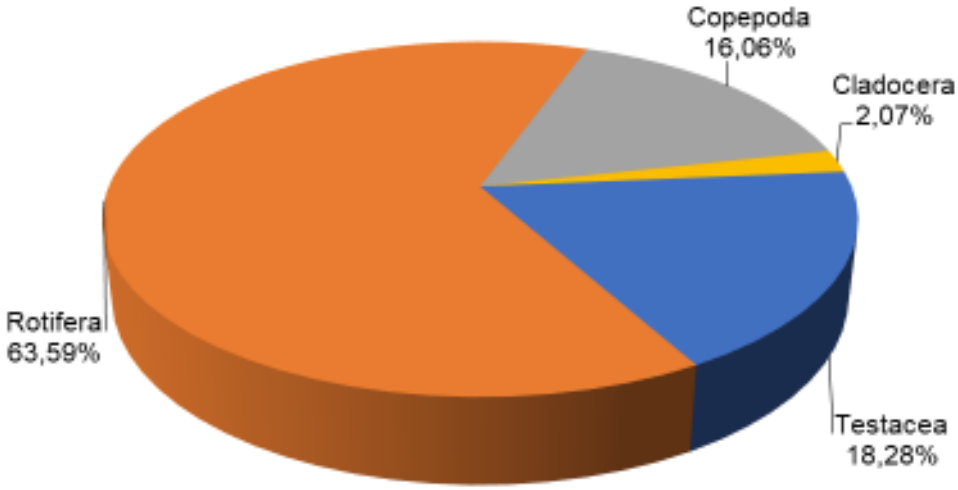
X = ocorrência da espécie da comunidade zooplanctônica.

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020. Transcrito de Laboratório Freitag, 2019.

Mediante a análise **quantitativa** foi possível destacar a expressiva representação numérica do grupo Rotífera com 63,59% do total inventariado para a comunidade zooplanctônica durante a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, realizada na primavera de 2019. Este grupo compõe um importante elo na cadeia alimentar aquática, sendo alimento para animais maiores, como os peixes e, por outro lado, consumindo algas e bactérias, tornando-se uma fonte alimentar essencial nos ambientes aquáticos.

A baixa riqueza e densidade de espécies de Cladocera, organismos sensíveis à alteração da qualidade da água, indicam que na porção intermediária do espaço amostral do rio Caveiras, em alguns momentos a qualidade da água apresenta-se em estado trófico mais tolerável a este grupo (oligotrófico), porém sem densidades significativas.

Figura 366. Porcentagem da densidade das famílias zooplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019.

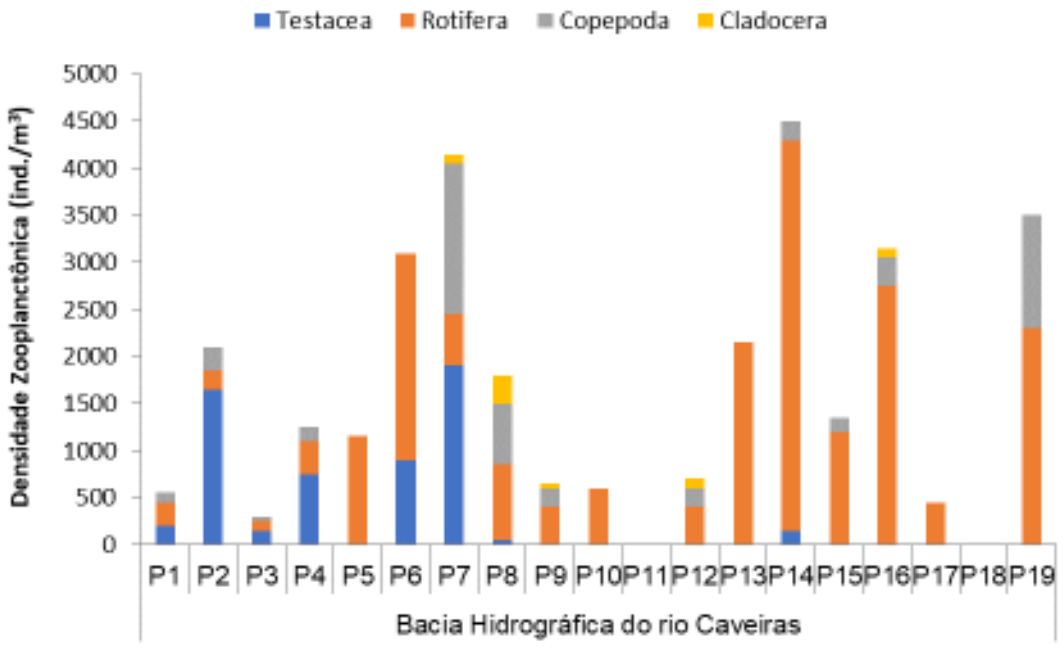


Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Através da análise espacial da comunidade foi possível inferir que apesar do domínio numérico dos Rotifera ao longo do rio Caveiras, em alguns ambientes há densidade significativa de outros grupos, indicando alteração na dinâmica funcional trófica do corpo hídrico em função da disponibilidade de material para a ciclagem de nutrientes.

Os testáceos ocorreram apenas na parte inicial do espaço amostral (P1 a P7), com exceção do P5, local onde há contribuição de lançamento de efluentes. Estes protozoários são organismos de água doce, podendo também ser encontrado em ambientes aquáticos, doce, salobro e até mesmo em solos úmidos. O grupo Testáceo é formado por um conjunto heterogêneo de amebas, sendo que a característica comum é a existência de carapaças rígidas e uma abertura bucal bem definida. Os protozoários planctônicos apresentam regime alimentar diversificados, podendo ser bacteriófagos, detritívoros, herbívoros, carnívoros (inclusive canibais) (Margalef, 1974), sendo caracterizado como cosmopolita. É incontestável a grande importância do estudo de grupos fisiológicos microbianos nos corpos d'água, principalmente em virtude do "*turn-over*" da biomassa vegetal produzida e do *input* de matéria orgânica alóctone. O papel destes microrganismos na remineralização dos nutrientes e na sua dinâmica representa mais do que 50% da atividade energética que ocorre nos sistemas aquáticos (Margalef, 1974).

Figura 367. Riqueza das famílias zooplanctônicas inventariadas durante a amostragem para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, primavera 2019.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

A comunidade zooplanctônica da área avaliada do rio Caveiras, de maneira geral, apresenta-se em desequilíbrio, principalmente em função da escala diferenciada de contribuições negativas recebidas e acumuladas ao longo da Bacia Hidrográfica. Apesar deste desequilíbrio não apresentam descontrole populacional e competição e sim, se dá a seleção de espécies em função dos estados tróficos dos ambientes avaliados.

Apesar dessa constatação, quando utilizamos de dados secundários obtidos, através do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da UHE Garibaldi (2008), também se verificou uma reduzida abundância de indivíduos zooplanctônicos com os mesmos grupos taxonômicos levantados na campanha da primavera 2019.

Tabela 142- Composição quantitativa da comunidade zooplanctônica, com respectiva densidade espacial registrada na campanha realizada na primavera de 2019, para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Zooplâncton Quantitativo	Bacia Hidrográfica do rio Caveiras																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Testacea																			
Arcella discoide	100	950	100	200		650	600	50						150					
Arcella vulgaris	100	700	50	550		250	1300												
Rotifera																			
Asplanchna sp.																			100
Bdelloidea	100	50	50	200	1100	2200	150			200					50				
Brachionus falcatus								50					50			100			
Brachionus plicatilis								150					150	50					400
Euchlanis dilatata	50																		
Euchlanis sp.								500	350	150		400	1750	3350	1000	1200	450		700
Kellicottia sp.				50															
Keratella cochlearis							200						150	50		350			50
Lecane sp.	100				50					50									
Notholca sp.		150	50	100			200	100	50	200			50	700	150	1100			1050
Copepoda																			
Acanthocyclops robustus			50	50					100					50		50			600
Atheyella fuhrmani																			100
Náuplio de copepoda	100	250		100			1600	550	50			100		150	50	200			350
Notodiaptomus fimbriatus								50											
Notodiaptomus incompositus									50						50				150
Paracyclops fimbriatus												100				50			
Simocephalus daphnoides								50							50				
Diptera																			

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Zooplâncton Quantitativo	Bacia Hidrográfica do rio Caveiras																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Chaoborus sp.	50	50		150															
Cricotopus sp.	50	300	10				550												
Cladocera																			
Bosmina cf. *longirostris*							50												
Bosminopsis deitersi								100											
Ceriodaphnia richardi																100			
Leydigia cf. *striata*							50												
Simocephalus daphnoides								200	50			100							
Densidade (ind./m³)	650	2450	310	1400	1150	3100	4700	1800	650	600	0	700	2150	4500	1350	3150	450	0	3500
Riqueza de Espécies	8	7	6	8	2	3	9	10	6	4	0	4	5	7	6	8	1	0	9
Dominância	0,136	0,262	0,209	0,219	0,917	0,554	0,227	0,199	0,337	0,292	0,000	0,388	0,673	0,581	0,567	0,286	1,000	0,000	0,186
Diversidade Shannon	2,032	1,545	1,653	1,777	0,179	0,774	1,711	1,889	1,411	1,286	0,000	1,154	0,714	0,886	0,955	1,505	0,000	0,000	1,862
Equitabilidade de Pielou	0,977	0,794	0,923	0,855	0,258	0,705	0,779	0,820	0,787	0,928	0,000	0,832	0,444	0,455	0,533	0,724	0,000	0,000	0,848

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020. Transcrito de Laboratório Freitag, 2019.

7.3.3.4 Ictiofauna

A fim de caracterizar a fauna íctica presente ao longo do rio Caveiras e compor a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica deste mesmo curso hídrico, foram reunidas informações provenientes de estudos já desenvolvidos como o EIA PCH João Borges (ETS/2010), EIA PCH Salto Caveiras (ETS/2005) e EIA UHE Garibaldi (ETS/). Destaca-se que este último empreendimento se encontra instalado no rio Canoas, no entanto a formação do seu lago influenciou e alterou as características físicas e estruturais do trecho final do rio Caveiras, impondo uma va condição a comunidade íctica do rio Caveiras, especialmente em seu trecho inferior. Ademais, a fim de complementar os dados previamente já existentes, foi realizada uma campanha para levantamento de dados primários em 12 pontos amostrais.

O rio Caveiras, é a segunda maior sub-bacia da Bacia Hidrográfica do rio Canoas, conhecida também como RH 4 - Planalto de Lages. A Bacia Hidrográfica do rio Caveiras possui uma altitude que varia de 763 m à 1.724. Sua área, de aproximadamente 2.440,00 km², compreende principalmente o rio Caveiras, desde sua nascente, acima dos 1.600 m, na Serra Geral, entre as cidades de Rio Rufino e Urupema, até sua foz no Rio Canoas, próximo à cidade de Abdon Batista.

De acordo com a classificação de Strahler, o qual considera a hierarquia fluvial, o rio Caveiras é considerado um rio de 5 ordem (Vieira et. al, 2016). Segundo Cardoso e Marcuzzo (2010), o ordenamento proposto por Strahler consiste em classificar como de primeira ordem os cursos d'água em que não há rios que deságuem nele, ou seja, os que se originam diretamente de sua nascente e deságua em outro curso d'água. Esse outro curso d'água subsequente será denominado de segunda ordem. Os cursos d'água onde os rios de segunda ordem deságuam serão chamados de terceira ordem e assim sucessivamente.

Ao longo de sua extensão (aproximadamente 231 km), é possível identificar algumas variações estruturais do rio Caveiras. Influenciada pela altitude, a porção alta é caracterizada pela presença de campos, onde o rio percorre em meio a desfiladeiros e em algumas porções, com águas turbulentas e rápidas, enquanto que no trecho médio e inferior, o rio é intercalado por extensões de águas rápidas

associada a baixas profundidades e com presença de remansos, onde a profundidade pode alcançar até 20 metros. O leito do rio é rochoso, com formação de algumas pequenas ilhas. Quanto à largura, pode variar entre 10 metros (locais com vales mais encaixados) e 140 metros em intervalos próximos a foz.

Considerando que há uma crescente exploração da energia potencial de rios com características de águas rápidas, Agostinho et al. (1992) ressaltam que normalmente a construção de empreendimentos hidrelétricos provoca efeitos negativos à ictiofauna, tais como desequilíbrio na cadeia trófica, reprodutiva, adição e substituição de espécies, além de um cenário desfavorável à sobrevivência de espécies reofílicas, as quais normalmente ficam impedidas de transpor o barramento.

Considerando o exposto acima, o presente diagnostico buscou apresentar as atuais condições da ictiofauna ao longo do rio Caveiras. A partir do cenário encontrado, será possível inferir sobre aspectos negativos aos quais este grupo faunístico está exposto, a fim de indicar medidas de mitigação através de assertivos planejamentos, manejo e otimização de projetos referentes a empreendimentos planejados para o rio Caveiras, de modo a garantir a manutenção da comunidade íctica existente, bem como de sua variabilidade genética e produtividade pesqueira.

7.3.3.4.1 Espécies Potenciais

No estado de Santa Catarina há o registro da ocorrência de 337 espécies de peixes de água doce, pertencentes a 12 ordens e 43 famílias. A bacia hidrográfica com o maior número de registros é do Sudeste Catarinense (n=191), seguida pela bacia do rio Uruguai (n=185), e pela bacia do rio Iguaçu (n=48). De acordo com Silveira (2012), as espécies continentais com maior frequência de ocorrência em Santa Catarina são: *Rhamdia quelen*, *Astyanax fasciatus*, *Geophagus brasiliensis* e *Hoplias malabaricus* (Silveira, 2012).

Abaixo segue lista de prováveis espécies com ocorrência para o rio Caveiras, o qual apresenta características similares a registrada na porção alta do rio Uruguai (Zaniboni, et al., 2004). Algumas estão classificadas sob algum risco de extinção, conforme Portaria-MMA nº 445/2014 (nacional) e Resolução Consema nº

002/2011(estadual), especialmente as anádromas tais como *Salminus brasiliensis*, *Pygocentrus natteri*, *Sorubim lima* e *Steindachneridion scriptum*.

Tabela 143- Lista de espécies com possível ocorrência na bacia do rio Caveiras.

Família	Espécie
Família Atherinidae	*Odontesthes perugiae*
Família Acestrorhynchidae	*Acestrorhynchus pantaneiro*
Família Anostomidae	*Leporinus amae*
	Leporinus obtusidens
	Schizodon nasutus
Família Characidae	*Astyanax bimaculatus*
	Astyanax fasciatus
	Astyanax scabripinnis
	Astyanax saguazu
	Bryconamericus iheringii
	Galeocharax humeralis
	Hypobrycon maromba
	Oligosarcus brevioris
	Oligosarcus jenynsii
	Salminus brasiliensis
	Serrasalmus maculatus
	Pygocentrus nattereri
	Brycon orbigyanus
Familia Curimatidae	*Steindachenerina biornata*
	Steindachenerina brevipinna
Família Prochilodontidae	*Prochilodus lineatus*
Família Erythrinidae	*Hoplias lacerdae*
	Hoplias malabaricus
Família Paradontidae	*Apareiodon affinis*
Família Cyprinidae	*Aristichthys nobilis*
	Ctenopharingodon idellus
	Cyprinus carpio
Família Poeciliidae	*Phalloceros caudimaculatus*
Família Cichlidae	*Austroloheros fascetum*
	Crenicichla celidochilus
	Crenicichla igara
	Crenicichla jurubi
	Crenicichla minuano
	Crenicichla missioneira
	Crenicichla tendybaguassu
	Crenicichla vittata
	Geophagus brasiliensis
	Gymnogeophagus gymnogenys

Família	Espécie
	Oreochromis niloticus
Família Gymnotidae	*Gymnotus carapo*
Familia Sternopygidae	*Eigenmannia virescens*
Família Clariidae	*Clarias gariepinus*
Família Auchenipteridae	*Tatia neivai*
Família Heptapteridae	*Rhamdia quelen*
	Heptapterus mustelinus
	Rhamdella longiscula
Família Loricariidae	*Ancistrus* sp.
	Ancistrus taunayi
	Hemiancistrus sp.
	Hemiancistrus fuliginosus
	Hypostomus commersonii
	Hypostomus isbrueckeri
	Hypostomus luteus
	Hypostomus roseopuntatus
	Loricariichthys anus
	Rhinelepis aspera
	Rineloricaria sp.
Família Pimelodidade	*Iheringichthys labrosus*
	Pimelodus absconditus
	Parapimelodus valenciennis
	Pimelodus atrobrunneus
	Pimelodus absconditus
	Pimelodus maculatus
	Pimelodus sp.
	Pseudoplatystoma corruscans
	Sorubim lima
	Steindachneridion scriptum
	Parauchenipterus galeatus
Família Synbranchidae	*Synbranchiformes marmoratus*
Família Trichomycteridae	*Tricomycterus* sp.

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

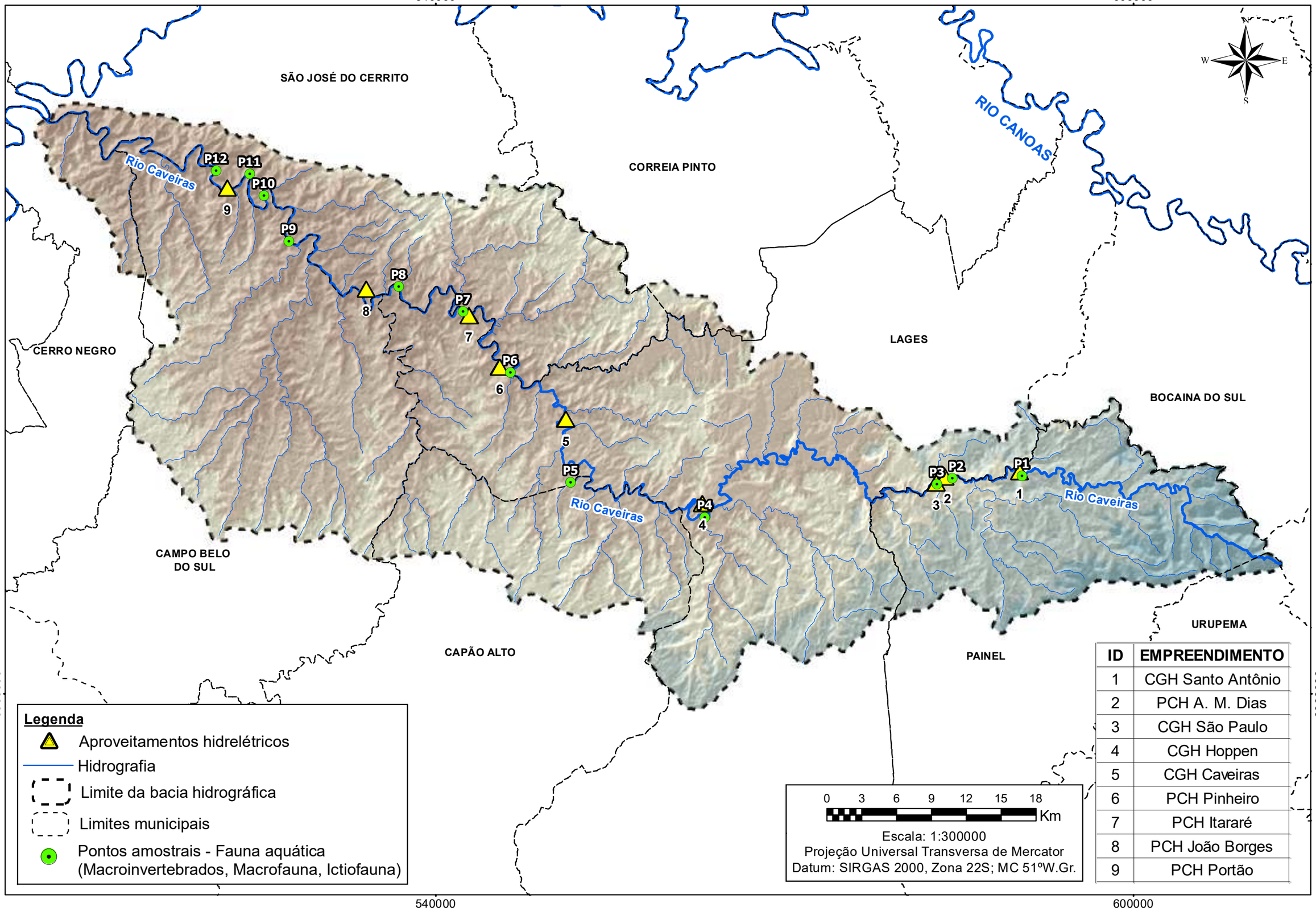
7.3.3.4.2 Áreas Amostrais

Com o intuito de levantar dados ao longo de todo rio Caveiras, foram definidos 12 pontos amostrais para o registro *in loco* da ictiofauna, os quais são os mesmos apresentados para o levantamento de macroinvertebrados aquáticos. Ambientes com características distintas (corredeiras, remansos e lagos) foram

selecionados, a fim de registrar o maior número de espécies possíveis, e assim, caracterizar a estrutura da comunidade.

AIBH RIO CAVEIRAS - PONTOS AMOSTRAIS - FAUNA AQUÁTICA

desenvolver
engenharia e meio ambiente



Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais
- Pontos amostrais - Fauna aquática (Macroinvertebrados, Macrofauna, Ictiofauna)

0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

ID	EMPREENDIMENTO
1	CGH Santo Antônio
2	PCH A. M. Dias
3	CGH São Paulo
4	CGH Hoppen
5	CGH Caveiras
6	PCH Pinheiro
7	PCH Itararé
8	PCH João Borges
9	PCH Portão

7.3.3.4.3 Materiais e Métodos

As capturas foram realizadas em 12 áreas amostrais, conforme apresentado anteriormente. O levantamento de informações for realizado em áreas com diferentes características ambientais e estruturais com o intuito de registrar o maior número de espécies ícticas possíveis.

Para a captura de espécimes ictiofaunísticos, diferentes equipamentos de pesca foram utilizados, buscando amostrar as distintas populações de peixes nas diferentes fases do ciclo de vida. Sempre respeitando as particularidades de cada ponto, o esforço de pesca foi padronizado, possibilitando a comparação entre os dados. Dessa forma, buscou-se representar fidedignamente a comunidade nos diferentes compartimentos do rio Caveiras.

Tabela 144- Petrechos de pesca e respectivo esforço amostral que empregado no levantamento da ictiofauna.

Petrechos	Malha[1]	Comprimento	Altura	Esforço
Rede de Espera	1,5	12 m	1,50 m	12 hs[2]
Rede de Espera	2,5	12 m	1,70 m	12 hs[2]
Rede de Espera	3,5	20 m	1,70 m	12 hs[2]
Rede de Espera	5,0	20 m	1,70 m	12 hs[2]
Rede de Espera	7,0	20 m	1,70 m	12 hs[2]
Tarrafa	1,5	15 m de boca	2,10 m	5 Arremessos
Peneirão	0,5	-	-	5 Passadas
Espinhel	20 anzóis	30 metros	-	12 hs[2]

[1] medida entre nós adjacentes, e em cm; [2] período de exposição.
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Figura 368 - Exemplo de Instalação de espinhel para amostragem de ictiofauna.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 369- Exemplo de Instalação de redes de pesca para amostragem de ictiofauna.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 370- Exemplo de amostragem de ictiofauna com tarrafa.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 371- Exemplo de amostragem com peneirão.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 372- Aferição da biomassa de exemplar da ictiofauna.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 373- Avaliação do grau de repleção estomacal da ictiofauna.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 374- Aferição dos parâmetros ambientais.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 375- Aferição dos parâmetros ambientais.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Os peixes capturados foram separados em recipientes apropriados por data, local de coleta e petrecho de pesca utilizado. Os dados merísticos (peso e comprimento padrão) dos exemplares foram obtidos a campo. Os espécimes não identificados durante as coletas foram fotografados para identificação em laboratório, bem como todas as demais espécies a fim de documentar a diversidade específica e elaborar uma coleção de referência para auxiliar no monitoramento científico.

Exemplares que retirados mortos dos petrechos, foram encaminhados ao Museu Regional do Alto Uruguai (MuRAU) da Universidade Regional Integrada do Alto Rio Uruguai e das Missões (URI – *campus* Erechim/RS) para confirmação taxonômica e tombamento em Coleção Ictiológica. Para identificação e biometria das espécies, os indivíduos foram anestesiados com eugenol, um anestésico de origem vegetal (Honczaryk & Inoue, 2009), sendo posteriormente medidos, pesados e devolvidos nas proximidades onde foram capturados.

A identificação das espécies foi realizada seguindo os manuais apresentados por Buckup et al., 2007; Géry, 1977; Graça e Pavanelli, 2007; Oyakawa et al., 2006; Zaniboni Filho et al., 2004, Delariva et al. (2019); Ghazzi (2008); Lucena (2007); Lucena et al. (2013); Malabarba et al. (2013). Após o processo de identificação, a nomenclatura foi conferida de acordo com Fricke et al. (2019) e a classificação taxonômica seguiu Betancur-R. et al. (2013).

7.3.3.4.4 Análise de Dados

Os dados coletados foram armazenados em planilhas eletrônicas para posterior análise e interpretação dos resultados. A frequência absoluta e biomassa foram calculadas para os diferentes pontos amostrais, possibilitando a avaliação da importância dos distintos ambientes para o ciclo de vida da comunidade íctica. Ademais, as espécies capturadas foram classificadas quanto à origem (autóctone/alóctone ou exótica); comportamento (migradoras de longa e/ou curta distâncias e sedentárias), porte dos indivíduos (pequeno, médio e grande) e de acordo com Agostinho *et al.*, (1997); Hahn *et al.* (1997); Casatti, (2002) e Hahn *et al.* (2004) nas seguintes guildas tróficas: carnívoras, onívoras, insetívoras, algívoras, herbívoras, iliófagas e detritívoras. Ainda, foi levado em consideração a identificação

de espécies potencialmente ameaçadas de extinção e as endêmicas para a bacia. O grau de ameaça de extinção das espécies de peixes foi avaliado nos âmbitos estadual, pela Lista das Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção em Santa Catarina (CONSEMA, 2011), nacional, pela Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014) e internacional, baseado em consultas ao site da IUCN - *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2018).

Com base nas informações de captura avaliou-se a abundância, a diversidade (Shannon-Wiener), a equitabilidade (Pielou), a riqueza (Margalef) e a dominância (Simpson), utilizando-se do software Primer 6 (Clarke & Warwick, 1994). A abundância representa o número de indivíduos capturados. O índice de diversidade representa o número de espécies presentes e a uniformidade com que os indivíduos são distribuídos no ambiente. A equitabilidade indica se os indivíduos têm ou não a mesma abundância numa unidade amostral (razão de diversidade encontrada para o máximo de diversidade existente na assembleia). A dominância demonstra a probabilidade de dois indivíduos tomados ao acaso de uma comunidade pertencer a uma mesma espécie. A riqueza representa o número de espécies encontradas em cada unidade amostral (Magurran, 1988).

Através dos dados de abundância, foi calculado o índice de similaridade entre os pontos amostrais, sendo os padrões representados por uma análise de agrupamento (*cluster*), utilizando-se do algoritmo de simples ligações como método de conexão e o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis como medida de distância a fim de avaliar a relação entre a presença e ausência de cada espécie nos ambientes amostrados.

Para avaliar a suficiência amostral, foi determinada a curva do coletor através do cruzamento das informações entre o acumulado de espécies coletadas e o número de indivíduos capturados. As curvas de acumulação de espécies (curvas do coletor) permitem avaliar o quanto um estudo se aproxima de capturar a riqueza real de espécies do local. A partir do resultado gerado pela curva, foi realizado comparação com o estimador de riqueza de Jackknife de segunda ordem, que se baseia na ocorrência das espécies (Smith e Von Belle, 1984). Quando a curva estabiliza, ou seja, quando nenhuma espécie nova é adicionada, significa que a

riqueza teórica total foi obtida (Colwell, 2006). Através da análise de constância de Dajoz (1978), as espécies também foram avaliadas quanto as suas respectivas constâncias de captura em escala espacial, ou seja, ao longo das diferentes estações amostrais. A partir do resultado cada espécie foi classificada em: constante, C > 50%; acessória, 25% ≤ C ≤ 50%; e acidental, C < 25%.

A estrutura da ictiofauna nos diferentes ambientes foi sumarizada a partir de uma análise de correspondência (AC), realizada através do software PC-ORD (Maccune & Mefford, 1997), considerando-se a composição específica de cada estação amostral. Para realizar a análise de correspondência foi utilizado a matriz dos dados de abundância das espécies, sendo estes previamente transformados (radiciação) para minimizar o efeito de valores extremos. Para avaliar a relação da ictiofauna com as variáveis ambientais foi realizada uma análise de correspondência canônica (CCA), utilizando-se duas matrizes, uma com valores de abundância absoluta por espécies e outra com as variáveis ambientais, através do programa estatístico PC-ORD 5 (Maccune & Mefford, 1997).

Com o objetivo de analisar a produtividade pesqueira da bacia do rio Caveiras, utilizando-se dos dados de biomassa, foi empregado o índice de Captura por Unidade de Esforço “CPUE”.

7.3.3.4.4.1 Avaliação da Dinâmica Reprodutiva

Após avaliação a campo dos dados merísticos, foi efetuado o diagnóstico macroscópico das gônadas para avaliação do sexo e estágio de maturação gonadal da comunidade íctica de maior importância ecológica e/ou para pesca do rio Caveiras.

Para determinação do estádio de maturação, foram levadas em consideração algumas características relacionadas à cor, transparência, vascularização superficial, flacidez, tamanho e posição na cavidade abdominal e, no caso dos ovários, o grau de visualização dos ovócitos. Para classificação utilizou-se a escala de maturação descrita por Vazzoler (1996), adaptada na tabela abaixo:

Tabela 145- Síntese das principais características de cada estádio de desenvolvimento gonadal, determinados para machos e fêmeas de peixes teleósteos. Adaptado de Vazzoler (1996).

Estágios	Características macroscópicas do ovário	Características macroscópicas dos testículos
IMATURO	- ovários filiformes; - translúcidos; - sem vascularização evidente; - aderidos ao peritônio; - posição dorsal; - ocupam menos de 10% da cavidade abdominal; - não se observam ovócitos a olho nu;	- testículos com características muito semelhantes aos ovários, distinguindo-se apenas por serem mais filiformes e com uma coloração com tonalidade translúcida a esbranquiçada;
EM MATURAÇÃO	- ovários foliáceos; - de cor esbranquiçada a amarelo pálida; - pouca vascularização; - aderidos ao peritônio; - posição dorsal a dorsolateral; - ocupam de 10 a 50% da cavidade abdominal; - observam-se ovócitos com diferentes tamanhos e de coloração branca a amarelo claro;	- testículos lobulados; - coloração esbranquiçada; - ocupando de 10 a 30% da cavidade abdominal; - posição dorsal a dorsolateral;
MADURO	- ovários foliáceos, grandes e túrgidos; - secção transversal de 1/3 ou mais em relação ao comprimento; - intensa vascularização; - posição dorsolateral; - ocupam de 50 a 70% da cavidade abdominal; - ovócitos amarelos a laranja escura;	- testículos lobulados e túrgidos; - coloração branca leitosa e, às vezes, com leve tonalidade rósea; - ocupando de 30 a 60% da cavidade abdominal; - secção transversal de 1/3 ou mais em relação ao comprimento;
ESGOTADO (recuperação)	- ovários irregulares, com sulcos transversais; - hemorragia intensa; - pouco aderidos ao peritônio; - se rompe facilmente com o manuseio; - ocupam de 10 a 40% da cavidade abdominal; - pouca presença de ovócitos maduros;	- testículos menos lobulados; - coloração esbranquiçada com regiões escurecidas; - observação frequente de um dos testículos extremamente reduzido; - ocupam 10 a 30% da cavidade abdominal;
REPOUSO	- ovários foliáceos, flácidos e translúcidos; - diferenciando-se de imaturo pela sua maior secção transversal; - ocupam menos de 10% da cavidade abdominal; - pouca vascularização;	- testículos flácidos e translúcidos; - diferenciando-se de imaturo pela sua maior secção transversal; - ocupam menos de 10% da cavidade abdominal;

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Como técnica auxiliar nos estudos reprodutivos será calculado o Índice Gonadossomático (IGS) através da fórmula:

$$IGS = Pg / (Pt - Pg)$$

Pg = Peso das gônadas;

Pt = Peso total;

7.3.3.4.4.2 Avaliação da Atividade Alimentar

Durante a aferição dos parâmetros biométricos, para as espécies de maior interesse ecológico e/ou econômico, foi avaliado o índice de repleção estomacal (IR), o qual indica o ritmo alimentar em escala espacial (Hylsop, 1980):

IR *=PC/PP*

onde

PC = peso do conteúdo estomacal e PP = peso do peixe.

Juntamente com esse índice, o grau de repleção estomacal foi estimado, sendo os estômagos classificados em C (cheio), PC (parcialmente cheio), PV (parcialmente vazio) e V (vazio).

7.3.3.4.5 Resultados e Discussões

7.3.3.4.5.1 Caracterização e distribuição da ictiofauna

Considerando o levantamento da comunidade ictiofaunística ao longo do rio Caveiras a fim de levantar dados primários para caracterização de sua estrutura, um total de 502 exemplares foram registrados, os quais foram classificados em 36 espécies, 10 famílias e quatro ordens da classe Osteichthyes (Characiformes, Cyprinodontiformes, Perciformes e Siluriformes).

Estruturalmente, o padrão com maior reconhecimento e recorrência para a região Neotropical, está associada a superioridade em número de espécies das ordens Characiformes e Siluriformes (LOWE-MCCONNEL, 1978), os quais apresentam características morfológicas que as beneficiam na utilização de diferentes ambientes. Este padrão foi o mesmo encontrado para o rio Caveiras, as quais representaram 52,77% e 25,00%, respectivamente. O mesmo padrão foi observado para outros rios da região, tais como por Zaniboni et al. (2004), para a porção alta da bacia do rio Uruguai, para o rio Lava Tudo (ETS, 2019) e para o rio Irani (CHEREM e SALMORIA, 2012). Ademais, Perciformes representou 16,66 % do total de espécies registradas, enquanto que Cyprinodontiformes, com apenas dois representantes, respondeu por 5,57% da estrutura populacional.

Quando considerada a comunidade de peixes registrada na área de influência da UHE Garibaldi na fase anterior a instalação (DESENVIX/ETS, 2008), um total de 48 espécies foram registradas, e de maneira geral, refletiu o mesmo padrão da estrutura da comunidade retratada neste estudo para o rio Caveiras. Para as ordens Characiformes e Perciformes, a área da UHE Garibaldi registrou apenas uma espécie a mais a encontrada no rio Caveiras, porém, para Siluriformes, este número torna-se mais expressivo, haja vista que seis táxons a mais foram encontrados. Todavia, a superioridade em número de espécies já era esperada, uma vez que houve uma significativa diferença quanto ao esforço para a obtenção dos dados.

A partir dos levantamentos de dados primários, foi verificado a ausência de espécies reofílicas, ou seja, aquelas que necessitam realizar deslocamentos por grandes trechos de rio a fim de concluir seu ciclo reprodutivo. Informações relatadas por pescadores ribeirinhos e que realizam a atividade a vários anos, indicam que a porção baixa do rio Caveiras apresentava em meados do ano de 2000, algumas espécies migradoras, as quais eram as mais visadas para a pesca local. Dentre as espécies citadas, destaca-se o “dourado” *Salminus brasiliensis*, o “curimbatá” *Prochilodus linneatus* e o “suruvi” *Steindachneridion scriptum*. Contudo, após a formação de grandes empreendimentos em trechos mais a jusante na sequência dos anos seguintes, tornaram seus registros raros, ao ponto de não serem mais capturados nos últimos anos. No entanto, três espécies caracterizadas por realizar curtos deslocamentos laterais, seja para a obtenção de recursos ou para conclusão de seu ciclo reprodutivo, foram registradas, as quais compõem parte das espécies de interesse pesqueiro atual para a região do estudo, a saber: a “voga” *Schizodon nazutus*, o “jundiá” *Rhamdia quelen* e o “pintado-amarelo” *Pimelodus maculatus*.

De acordo com Barbieri et al. (2000), a ausência de espécies tipicamente reofílicas, pode estar associada à sua dependência a determinados fatores endógenos (hormonais) e exógenos, tais como temperatura da água, fotoperíodo, precipitação atmosférica, nível da coluna e correnteza da água. Além disso, a própria condição estrutural e física do rio Caveiras, pode trazer dificuldades na utilização do espaço, uma vez que trata-se de um curso hídrico caudaloso, com frequentes quedas e rasos em muitos trechos, o que reduz o potencial de

deslocamento pelo mesmo, em especial as espécies com deslocamento pelo fundo do rio, tal como o “suruvi” *Steindachneridion scriptum.* Ademais, outro fator de estrema relevância, está associado à compartimentação da porção alta da bacia do rio Uruguai, em que grandes empreendimentos hidrelétricos (UHE Garibaldi, UHE Itá e UHE Foz do Chapecó) desprovidos de sistemas de transposição de peixes, promoveram o bloqueio do livre trânsito da ictiofauna, levando a sucessiva redução dos estoques relacionadas aos grandes migradores com possíveis extinções das mesmas neste trecho da bacia.

Apesar de controversos estudos quanto a funcionalidade dos sistemas de transposição em empreendimento hidrelétricos, quando projetados de forma que possibilite a acesso de peixes, podem minimizar as alterações na estrutura ao longo do tempo. A exemplo do sucesso destes sistemas, é possível citar a passagem construída para a UHE Itaipu, em que espécies de grande porte já a incluíram em seu deslocamento migratório, tanto ascendente como descendente, proporcionando a troca gênica entre os compartimentos de montante e jusante, manutenção de diversidade, riqueza de espécies e da produtividade pesqueira.

Ao considerar o porte da ictiofauna registrada ao longo do rio Caveiras, é possível inferir que em sua maioria, as espécies não ultrapassam os 20 cm, com alguns poucos podendo atingir tamanhos considerados medianos, tais como as “traíras” *Hoplias australis*, *Hoplias lacerdae* , *Hoplias malabaricus,* a “voga” *Schizodon nazutus*, os “cascudos” *Hypostomus commersoni* e *Hypostomus isbrueckeri*, o “peixe-cachorro” *Oligosarcus jenynsii*, a ‘saicanga” *Oligosarcus brevioris*, o “mandi-beiçudo” *Iheringichthys labrosus*, o “pintado-amarelo” *Pimelodus maculatus* e o “jundiá” *Rhamdia quelen*). Este cenário provavelmente esteja associado as condições estruturais do rio Caveiras, o qual está localizado em uma região de cabeceira, em que espécies de pequeno e médio porte ajustam-se mais facilmente a este tipo de ambiente.

Nenhum espécime exótico foi registrado a partir dos levantamentos realizados in loco, contudo, alguns pescadores ribeirinhos e amadores relataram a presença de carpas, tilápias e de possíveis capturas do bagre africano. Para a área de influência da UHE Garibaldi, a única espécie exótica registrada durante os

levantamentos ictiofaunísticos para composição do Estudo de Impacto Ambiental – EIA/RIMA, foi da "carpa-comum" *Cyprinus carpio*, enquanto que por meio de entrevistas a pescadores e população ribeirinha, houve o relato quanto a presença da "tilápia" *Oreochromis niloticu*s e das "carpas" *Aristichthys nobilis* e *Ctenopharingodon idellus*. Tais espécies provavelmente são oriundas de escapes de tanques de produção, ou mesmo da soltura indiscriminada no rio, e o aumento descontrolado de suas populações pode levar a desequilíbrios da comunidade local promovidos pela competição de recursos e espaço.

Quanto as preferências alimentares, relata que mais do que qualquer outro grupo de vertebrados, os peixes diferem entre si quanto ao consumo de recursos, contudo, podem em alguns momentos diversificar seus recursos alimentares, principalmente pela redução e disponibilidade de itens preferenciais (NIKOLSKY, 1963). No geral os onívoros foram predominantes (n=15), seguido pelos insetívoros e carnívoros (n=7, respectivamente), detritívoros (n=4). Ademais, com menor representatividade ficaram os iliófagos com dois representantes e herbívoros com apenas um.

Estudos em ecologia trófica de peixes têm revelado uma considerável versatilidade alimentar para a maioria dos teleósteos. Este é um aspecto particularmente marcante na ictiofauna Neotropical, onde a maioria dos peixes pode mudar de um alimento para outro, tão logo ocorram alterações na abundância relativa do recurso alimentar em uso (WOOTTON, 1998), inserindo a perspectiva de que a dieta reflete na disponibilidade de alimento no ambiente. Tal fato pode ser observado para as espécies aqui indicadas como carnívoras, das quais apenas algumas foram consideradas especialistas, ou seja, com dieta restrita a um número relativamente pequeno de itens (*e. g*. a "saicanga" *Oligosarcus brevioris*, o "peixe-cachorro" *Oligosarcus jenynsii* e as "traíras" *Hoplias australis*, *Hoplias lacerdae* , *Hoplias malabaricus*), enquanto que 0 "pintado-amarelo" *Pimelodus maculatus* e o "mandi-beiçudo" *Iheringichthys labrosus*, mesmo que possuam dieta de origem animal, apresentam comportamento generalista, tomando por alimento itens como peixes, insetos aquáticos, terrestres e demais invertebrados encontrados aderidos a

macrófitas, vegetação marginal ou ao substrato, bem como pequenos mamíferos e filhotes de aves que por ventura caiam na água (HAHN, 2004).

As espécies insetívoras alimentam-se basicamente de insetos e larvas aquáticas ou terrestres. Por outro lado, as onívoras, além dos itens indicados para os insetívoros, podem adicionar à sua dieta itens como vegetais superiores, fragmentos de sementes e algas, o que as condiciona tanto como espécies generalistas como oportunistas, que se alimentam de fonte não usual ou fazem uso de um recurso alimentar abundante e incomum (WOLFF et al*.,* 2009). Assim, é possível afirmar que espécies com estes hábitos alimentares tendem a se sobrepor em relação as demais, as quais tornam-se mais dependentes da disponibilidade dos recursos no local, além de tornarem-se as mais facilmente impactadas pela escassez de determinados alimentos.

A partir dos dados levantados a campo, apenas o “peixe-cachorro” *Oligosarcus brevioris*, o “jundiá” *Rhamdia quelen* e a “voga” *Schizodon nasutus* foram consideradas constantes (8,33%) ao longo do rio Caveiras, enquanto que 33,33% foram categorizadas como acessórias e o restante, 58,34% consideradas acidentais. De maneira geral, a elevada incidência de espécies acidentais indicou um cenário heterogêneo ao longo do ambiente, em que possivelmente diferentes condições estruturais estejam atuando na distribuição das espécies. Ademais, dentre as espécies registradas durante o período monitorado, nenhuma esteve presente na lista de ameaça ou risco de extinção.

Tabela 146 – Enquadramento taxonômico e características ecológicas da ictiofauna registrada *in loco* ao longo do rio Caveiras.

Táxon	Nome popular	Porte	Origem	Comportamento	Guilda	Constância
CHARACIFORMES						
Família Anostomidae						
Leporinus amae Godoy, 1980	Boca-de-moça	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Insetívora	Acidental
Schizodon nasutus Kner, 1858	Voga	Médio	Autóctone	Migradora*	Herbívora	Constante
Família Characiformes						
Astyanax bimaculatus (Linnaeus, 1758)	Lambari	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acessória
Astyanax cf. *scabripinnisv* (Jenyns, 1842)	Lambari	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acidental
Astyanax cf. *xiru* Lucena, Castro e Bertaco, 2013	Lambari	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acessória
Astyanax dissensus Lucena e Thofehrn, 2013	Lambari	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acessória
Astyanax laticeps (Cope, 1894)	Lambari	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acidental
Astyanax saguazu Casciotta, Almirón e Azpelicueta, 2003	Lambari	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acidental
Bryconamericus cf. patriciae daSilva, 2004	Lambari	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acidental
Bryconamericus iheringii (Boulenger, 1887)	Lambari	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acidental
Bryconamericus stramineus Eigenmann, 1908	Lambari	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acidental
Hypobrycon maromba Malabarba e Malabarba, 1994	Lambari	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Insetívoro	Acidental
Oligosarcus brevioris Menezes, 1987	Saicanga	Médio	Autóctone	Sedentária	Carnívora	Acessória
Oligosarcus jenynsii (Günther, 1864)	Peixe-cachorro	Médio	Autóctone	Sedentária	Carnívora	Constante
Família Curimatidae						
Steindachnerina biornata (Braga e Azpelicueta)	Biru	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Iliófaga	Acessória
Steindachnerina brevipinna (Eigenmann e Eigenmann, 1889)	Biru	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Iliófaga	Acessória
Família Erythrinidae						
Hoplias australis Oyakawa e Mattox, 2009	Traíra	Médio	Autóctone	Sedentária	Carnívora	Acidental
Hoplias lacerdae MirandaRibeiro, 1908	Traíra	Médio	Autóctone	Sedentária	Carnívora	Acessória
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)	Traíra	Médio	Autóctone	Sedentária	Carnívora	Acessória

Táxon	Nome popular	Porte	Origem	Comportamento	Guilda	Constância
CYPRINODONTIFORMES						
Família Poeciliidae						
Phalloceros caudimaculatus (Hensel, 1868)	Barrigudinho	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acessória
Phalloceros spiloura Lucinda, 2008	Barrigudinho	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acidental
PERCIFORMES						
Família Cichlidae						
Australoheros facetus (Jenyns, 1842)	Cará	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acidental
Crenicichla igara Lucena e Kullander, 1992	Joaninha	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Insetívora	Acidental
Crenicichla jurubi Lucena e Kullander, 1992	Joaninha	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Insetívora	Acidental
Crenicichla minuano Lucena e Kullander, 1992	Joaninha	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Insetívora	Acidental
Crenicichla missioneira Lucena e Kullander, 1992	Joaninha	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Insetívora	Acidental
Geophagus brasiliensis (Quoy e Gaimard, 1824)	Acará	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acessória
SILURIFORMES						
Família Heptapteridae						
Heptapterus mustelinus (Valenciennes, 1835)	Jundiá	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Onívora	Acidental
Rhamdia quelen (Quoy e Gaimard, 1824)	Jundiá	Médio	Autóctone	Migradora*	Onívora	Constante
Família Pimelodidae						
Iheringichthys labrosus (Lütken, 1874)	Mandi-beiçudo	Médio	Autóctone	Sedentária	Carnívora	Acessória
Pimelodus maculatus Lacepede, 1803	Pintado-amarelo	Médio	Autóctone	Migradora*	Carnívora	Acidental
Família Loricariidae						
Hypostomus commersoni Valenciennes, 1836	Cascudo-chocolate	Médio	Autóctone	Sedentária	Detritívora	Acidental
Hypostomus isbrueckeri Reis, Weber e Malabarba, 1990	Cascudo	Médio	Autóctone	Sedentária	Detritívora	Acidental
Pareiorhaphis vestigipinnis (Pereira e Reis, 1992)	Cascudinho	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Detritívora	Acidental
Rineloricaria tropeira Ghazzi, 2008	Violinha	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Detritívora	Acidental
Família Trichomycteridae						

Táxon	Nome popular	Porte	Origem	Comportamento	Guilda	Constância
Trichomycterus davisi (Haseman, 1911)	Cambeva	Pequeno	Autóctone	Sedentária	Insetívora	Acidental

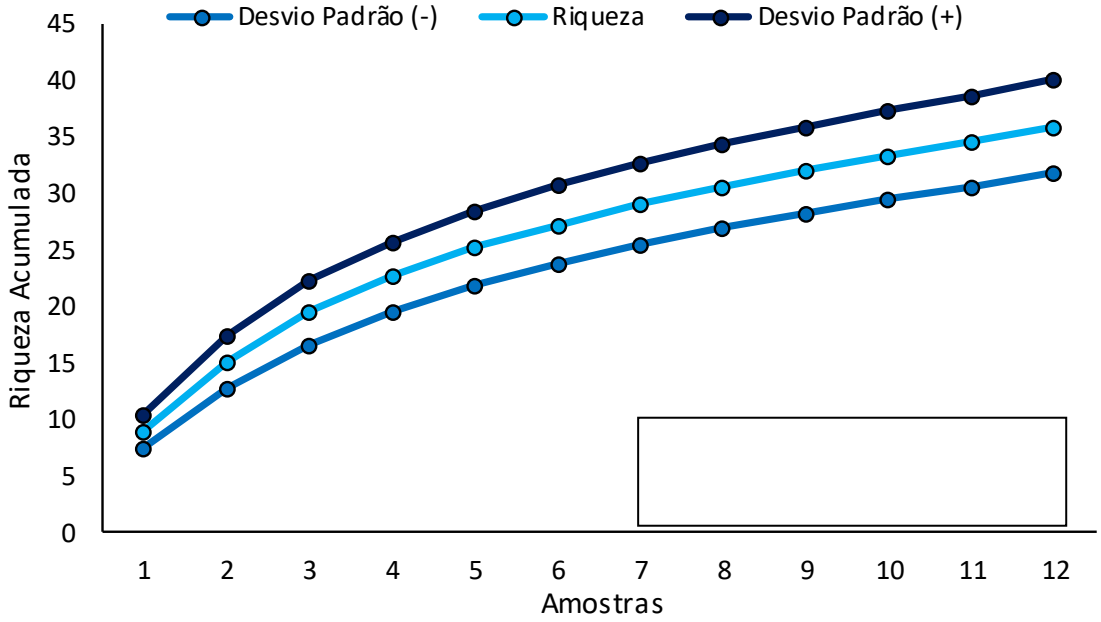
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

A partir da rarefação das amostras, pode-se notar pela curva do coletor que os padrões de riqueza de espécies tenderam a ser cumulativos no decorrer da campanha, conforme figura a seguir. Ademais, a permanência da curva ascendente indica que possivelmente um número maior de espécies esteja presente nos ambientes, apesar da riqueza estar próxima a de outros estudos com periodicidade maior para a bacia do alto rio Uruguai (AZEVEDO et al. 2003; PESSANO et al. 2005; KAUFMANN e PINHEIRO 2009; AMARAL e BARP 2010). A perspectiva de um ambiente mais rico fica evidente quando comparado com o resultado encontrado para o estimador de riqueza Jacknife de 2ª ordem, o qual traz uma riqueza estimada em 53,14 espécies para a área estudada.

Entretanto, devido à aparente pressão antrópica pelo qual o rio Lava Tudo e a porção alta da bacia do rio Uruguai já estão submetidas (*e. g.* uso indevido de áreas marginais, compartimentação provocada por construções de barramentos, lançamento de efluentes), a perspectiva de uma riqueza maior é reduzida, principalmente pela possível extinção local das espécies reofílicas.

Um fator importante a se destacar, está associado ao esforço amostral empregado para a obtenção dos diferentes estudos, uma vez que para o levantamento da ictiofauna na área de influência da UHE Garibaldi, quatro incursões a campo foram realizadas ao longo de um ciclo sazonal completo, enquanto que para o presente estudo, apenas uma amostragem foi realizada, refletindo em um desempenho positivo na obtenção dos dados.

Figura 376 – Curva de acúmulo de espécies para a ictiofauna registrada ao longo do rio Caveiras.



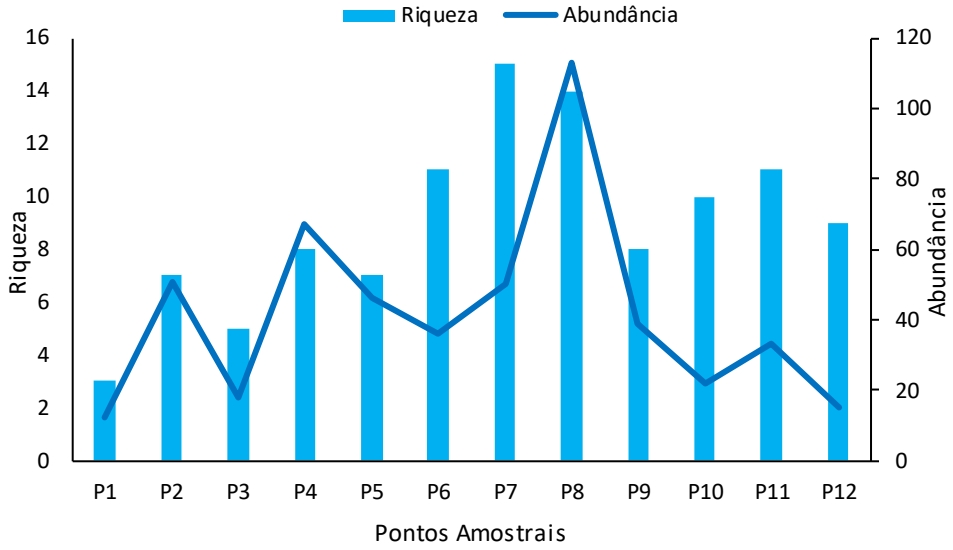
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Alterações em comunidades naturais ocorrem no espaço e no tempo. Tal cenário pode ser exemplificado por locais com altas taxas de modificação temporal, em que ocorre um acúmulo maior de espécies em um determinado período em relação a locais com alterações restritas (CHALCRAFT et al. 2004). Estabelecer uma compreensão detalhado da estrutura de comunidades pode ser alcançado através de estudos que particionam a diversidade ao longo das dimensões de diferentes habitats, com tamanhos de amostras maiores, permitindo assim medir a diversidade e delinear a estrutura populacional em diferentes subconjuntos da comunidade (DEVRIES et al. 1997), especialmente para aquelas com características diferenciadas quanto as suas estratégias ecológicas, tais como a ictiofauna continental.

Assim, a seguir é apresentada dados com o registro e distribuição espacial da comunidade ictiofaunística ao longo do rio Caveiras, bem como sua representação gráfica. Por meio destes dados é possível identificar que o trecho relativo ao P7 e P8, apresentam a maior riqueza de espécies, bem como elevada representatividade quanto a abundância. Considerando o pressuposto da teoria do *River Continumm* (VANOTTE et al., 1980), o qual prevê um aumento da riqueza e abundância de espécies ícticas ao longo de um curso hídrico no sentido de montante para jusante,

é corroborado pelos resultados alcançados, uma vez que há um aparente acréscimo de espécies até os ambientes citados acima. Contudo, o ambiente P8 está inserido no trecho de reservatório da PCH João Borges, em que as espécies de peixes provavelmente já estejam ajustadas ao novo ambiente. Além disso, a inserção do barramento provavelmente tenha influenciado para a redução na riqueza no trecho a sua jusante, contudo, ainda são mais representativas quando comparados a trechos a montante do rio Caveiras.

Figura 377 – Riqueza e abundância espacial da comunidade ictiofaunística do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Tabela 147 – Abundância espacial da ictiofauna registrada *in loco* ao longo do rio Caveiras.

Táxon	Nome popular	Estações Amostrais											
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
CHARACIFORMES													
Família Anostomidae													
Leporinus amae Godoy, 1980	Boca-de-moça	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1
Schizodon nasutus Kner, 1858	Voga	0	0	0	0	0	1	3	2	2	4	5	1
Família Characiformes													
Astyanax bimaculatus (Linnaeus, 1758)	Lambari	0	0	0	0	4	0	1	2	0	0	0	1
Astyanax cf. *scabripinnisv (Jenyns, 1842)*	Lambari	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Astyanax cf. *xiru Lucena, Castro e Bertaco, 2013*	Lambari	0	0	0	0	0	5	0	1	18	0	4	0
Astyanax dissensus Lucena e Thofehrn, 2013	Lambari	0	0	0	1	0	0	4	9	0	0	0	1
Astyanax laticeps (Cope, 1894)	Lambari	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Astyanax saguazu Casciotta, Almirón e Azpelicueta, 2003	Lambari	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0
Bryconamericus cf. patriciae daSilva, 2004	Lambari	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Bryconamericus iheringii (Boulenger, 1887)	Lambari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bryconamericus stramineus Eigenmann, 1908	Lambari	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Hypobrycon maromba Malabarba e Malabarba, 1994	Lambari	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligosarcus brevioris Menezes, 1987	Saicanga	0	27	6	17	13	0	0	0	0	0	0	0
Oligosarcus jenynsii (Günther, 1864)	Peixe-cachorro	0	0	0	0	0	2	10	8	1	6	2	3
Família Curimatidae													
Steindachnerina biornata (Braga e Azpelicueta)	Biru	0	0	0	0	16	3	4	2	0	0	0	0
Steindachnerina brevipinna (Eigenmann e Eigenmann, 1889)	Biru	0	0	0	0	0	0	15	63	3	2	1	0
Família Erythrinidae													
Hoplias australis Oyakawa e Mattox, 2009	Traíra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Hoplias lacerdae <irandaRibeiro, 1908	Traíra	0	0	0	0	0	2	1	4	0	1	3	3

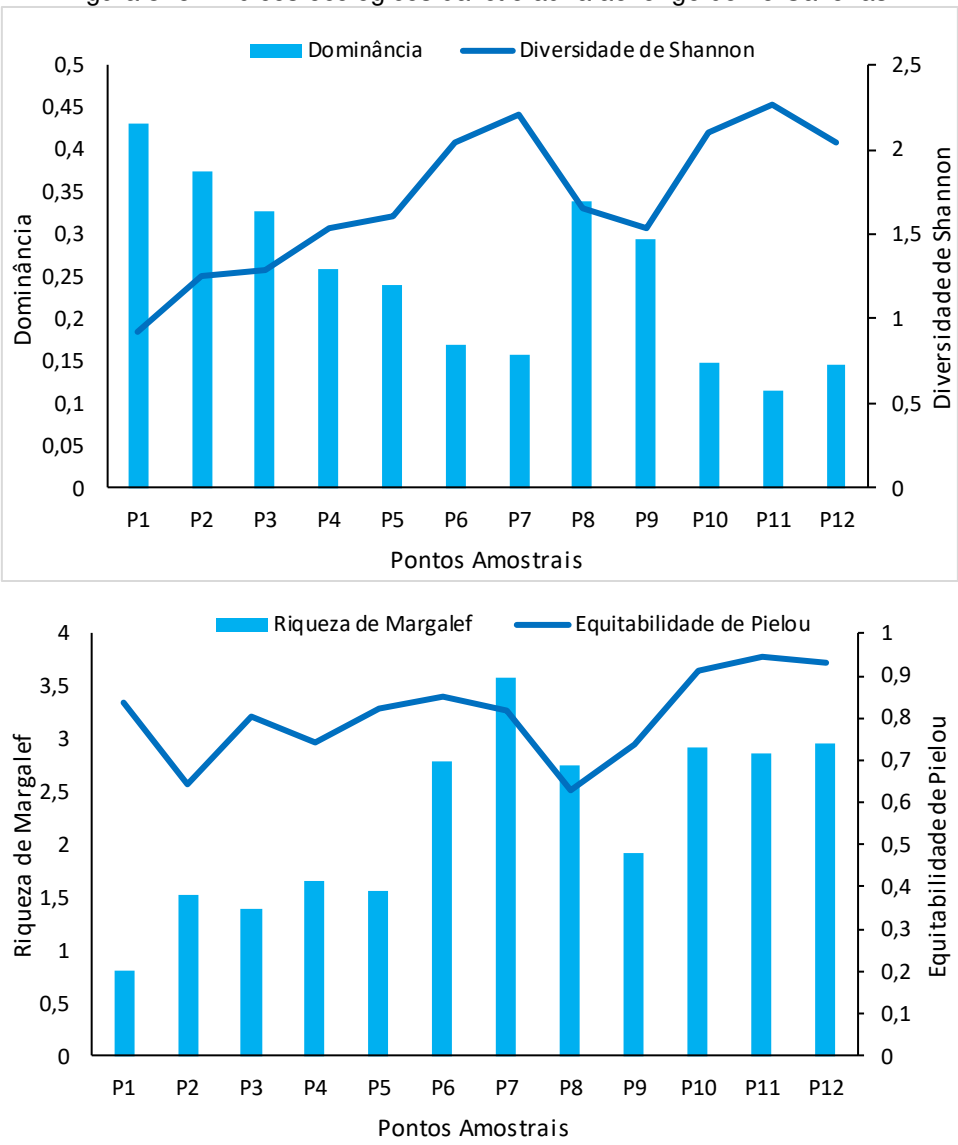
Táxon	Nome popular	Estações Amostrais											
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Hoplias malabaricus (Bloch, 1794)	Traíra	0	1	0	3	7	2	1	4	0	0	0	0
CYPRINODONTIFORMES													
Família Poeciliidae													
Phalloceros caudimaculatus (Hensel, 1868)	Barrigudinho	0	0	1	23	0	11	4	13	0	0	0	0
Phalloceros spiloura Lucinda, 2008	Barrigudinho	6	0	8	2	0	0	1	0	1	2	0	0
PERCIFORMES													
Família Cichlidae													
Crenicichla igara Lucena e Kullander, 1992	Joaninha	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Crenicichla jurubi Lucena e Kullander, 1992	Joaninha	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Crenicichla minuano Lucena e Kullander, 1992	Joaninha	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Crenicichla missioneira Lucena e Kullander, 1992	Joaninha	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Geophagus brasiliensis (Quoy e Gaimard, 1824)	Acará	0	1	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0
Australoheros facetus (Jenyns, 1842)	Cará	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SILURIFORMES													
Família Heptapteridae													
Heptapterus mustelinus (Valenciennes, 1835)	Jundiá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Rhamdia quelen (Quoy e Gaimard, 1824)	Jundiá	5	4	0	18	0	7	2	2	0	2	2	0
Família Pimelodidae													
Pimelodus maculatus Lacepede, 1803	Mandi-pintado	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
Iheringichthys labrosus (Lütken, 1874)	Mandi-beiçudo	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	6	3
Família Loricariidae													
Hypostomus commersoni Valenciennes, 1836	Cascudo-chocolate	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
Hypostomus isbrueckeri Reis, Weber e Malabarba, 1990	Cascudo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0

Táxon	Nome popular	Estações Amostrais											
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Pareiorhaphis vestigipinnis (Pereira e Reis, 1992)	Cascudinho	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rineloricaria tropeira Ghazzi, 2008	Violinha	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Família Trichomycteridae													
Trichomycterus davisi (Haseman, 1911)	Cambeva	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Quanto aos descritores ecológicos da comunidade de peixes entre os pontos amostrais, verificou-se maior dominância para o ponto mais a montante (P1), influenciada diretamente pela baixa riqueza de espécies, enquanto que a diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou foram superiores para o ponto P11, sugerindo que o ambiente apresenta condições estruturais que proporciona um maior equilíbrio na relação “abundância” e “riqueza”. Ademais, o ponto P7, alcançou o maior índice para a riqueza de Margalef.

Figura 378 - Índices ecológicos da ictiofauna ao longo do rio Caveiras.

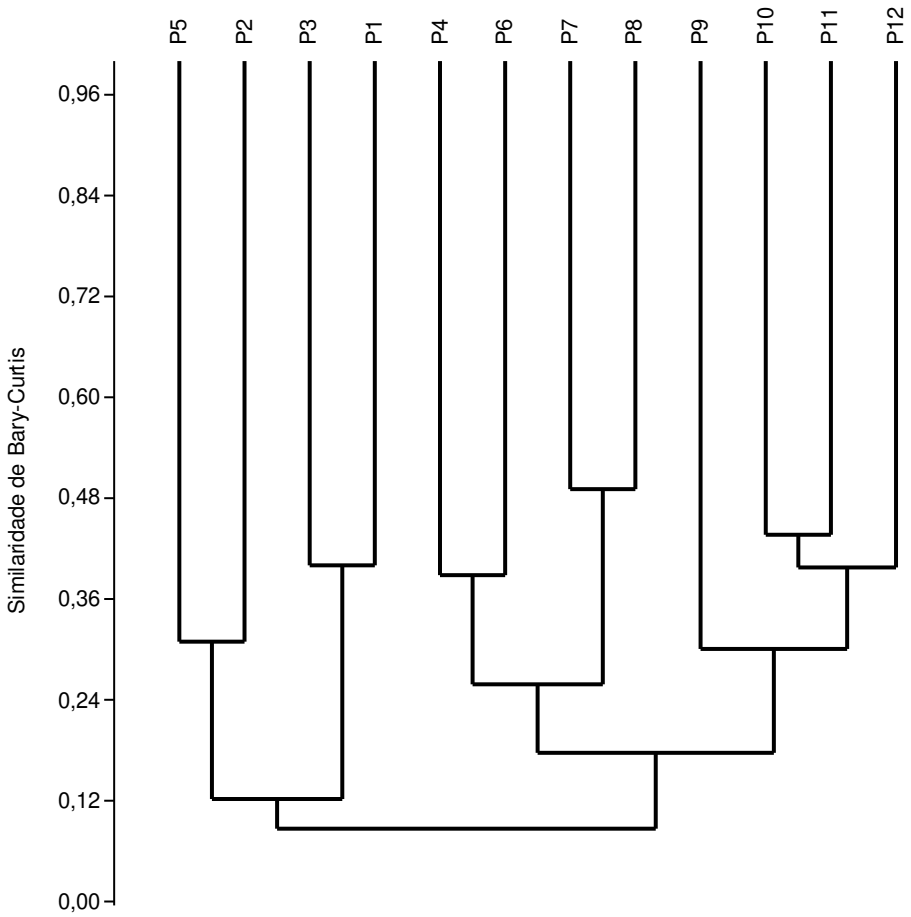


Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

A existência de “filtros ambientais”, tais como quedas, cachoeiras, lajeados, atuando localmente na seleção de caracteres vantajosos dentro de um *pool* regional de espécies é uma das razões da formação de descontinuidades na distribuição espacial dos peixes (POFF e ALLAN, 1995). Além disso, a distribuição da ictiofauna também é influenciada pela inserção de barreiras para a implantação de empreendimentos, que podem constituir aspectos determinantes na composição de faunas nos ambientes aquáticos (TORRENTE-VILARA et al. 2011). Ademais, fatores ambientais como a reduzida precipitação associada a menor entrada de material alóctone e elevada transparência da água podem alterar a dinâmica de ocupação da biota aquática, as quais buscam por locais mais benéficos a sua biologia, podendo em um curto espaço de tempo novamente alterar-se em função de novos eventos que modifiquem a estrutura ambiental.

Considerando os ambientes avaliados in loco ao longo do rio Caveiras, foi possível verificar por meio da análise de agrupamento espacial, que não houve semelhança superior a 60%, o qual de acordo com Magurran (2004) seria estatisticamente significativo. Possivelmente este resultado esteja associado ao elevado número de espécies acidentais, bem como pelo maior registro de determinadas espécies em um ou poucos ambientes. A maior semelhança registrada ocorreu entre os pontos P7 e P8, os quais comungaram cerca de 60% das espécies, porém algumas com significativa variação quanto a abundância, tais como o “biru” *Steindachnerina brevipinna* e o “barrigudinho” *Phalloceros caudimaculatus*.

Figura 379 - Análise de agrupamento baseada na similaridade de Bray-Curtis das estações amostrais do rio Caveiras.

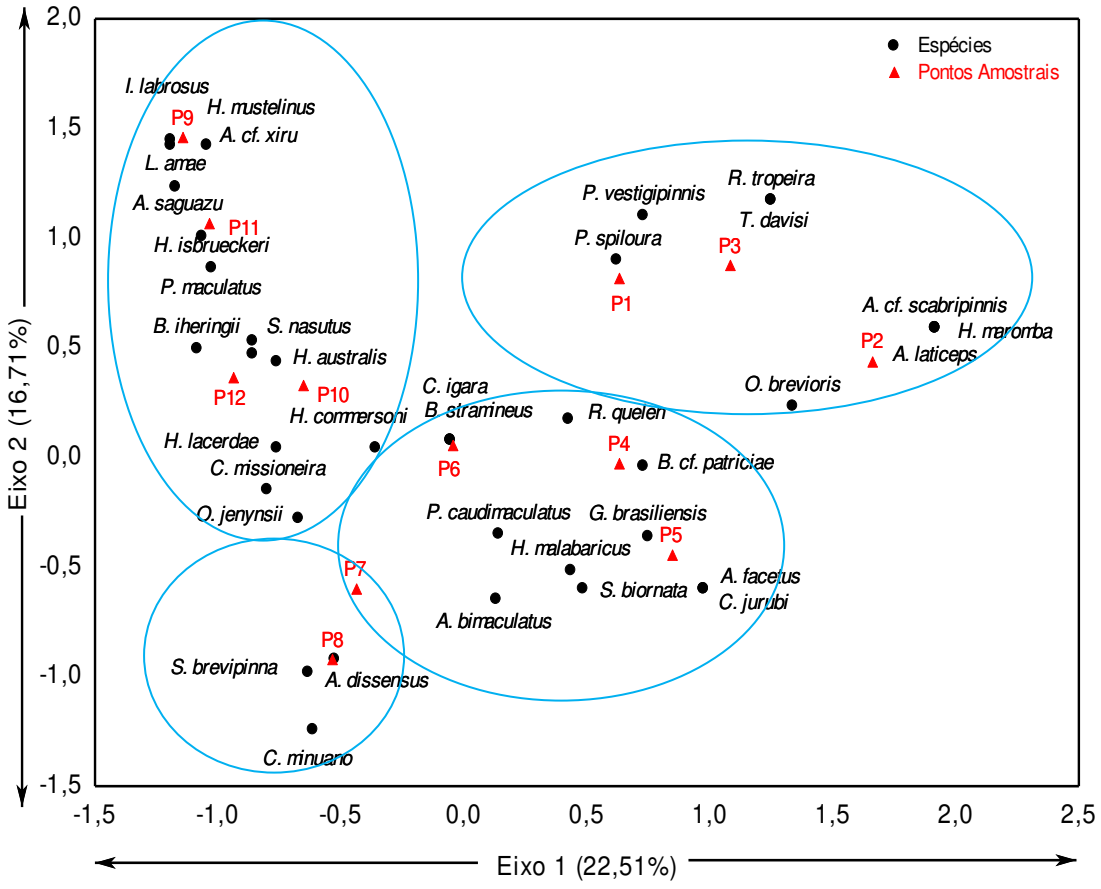


Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Os dois primeiros eixos da análise de correspondência (CA), aplicada sobre os dados de abundância das espécies (autovalores 0,75 e 0,55, respectivamente) obtiveram uma explicabilidade de 39,22% da variação total dos dados, a qual pode ser considerada baixa. Quanto à distribuição das estações amostrais dentro do diagrama multivariado, percebe-se a formação de agrupamentos entre os pontos amostrais próximos. Tais agrupamentos foram influenciados diretamente pela estrutura da ictiofauna ao longo do rio Caveiras, em que as regiões mais próximas a cabeceira (P1, P2 e P3), apresentam uma comunidade menos rica, e ocupada por espécies com alguma necessidade a determinadas características ambientais (e*. g. Trichomycterus davisi*, *Rineloricaria tropeira*, *Pareiorhaphis vestigipinnis*, *Astyanax* cf. *scabripinnis*). Já o trecho intermediário do rio Caveiras foi subdividido em dois agrupamentos, sendo o primeiro formado pelos pontos P4, P5 e P6 e influenciado

pela presença, além de espécies de pequeno porte, de outras com tamanhos medianos (e. g. *Hoplias malabaricus* e *Rhamdia quelen*), enquanto que o pontos P7 e P8, este último já sob influência do reservatório da PCH João Borges, estiveram associados a captura de espécies generalistas e sedentárias (e.g. *Astyanax dissensos*, *Crenicichla minuano* e *Steindachnerina brevipinna*). Por fim, o trecho inferior, onde foram amostrados os pontos P9, P10, P11 e P12, formaram um agrupamento devido ao compartilhamento de diversas espécies, bem como pela presença de alguns cascudos com porte mediano (e. g. *Hypostomus commersoni* e *Hypostomus isbrueeckeri*), assim como do "pintado-amarelo" *Pimelodus maculatus* e do "mandi-beiçudo" *Iheringicthys labrosus*.

Figura 380 - Análise de correspondência (AC) dos dados de abundância das espécies capturadas nos diferentes pontos do levantamento da ictiofauna ao longo do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Segundo Mattews (1998), o conceito de complexidade de habitats é abstrato, frequentemente medido em termos de diversidade de habitat ou heterogeneidade espacial (grau pelo qual um habitat difere de seus homogêneos). Quando há uma variação espacial na distribuição da comunidade íctica, como registrado na presente avaliação, demonstra que há uma histórica divisão, respeitando as condições estruturais de cada ambiente quanto a presença de diferentes populações. Ademais, ambientes estruturalmente complexos tendem a oferecer variedade de microhabitats maior de que ambientes mais simples, como os registrados na maioria das áreas alagadas, onde ao longo do tempo, tende em apresentar uma comunidade íctica mais pobre e dominada por algumas espécies generalistas, sedentárias e oportunistas.

7.3.3.4.5.2 Condições ambientais e sua relação com a ictiofauna

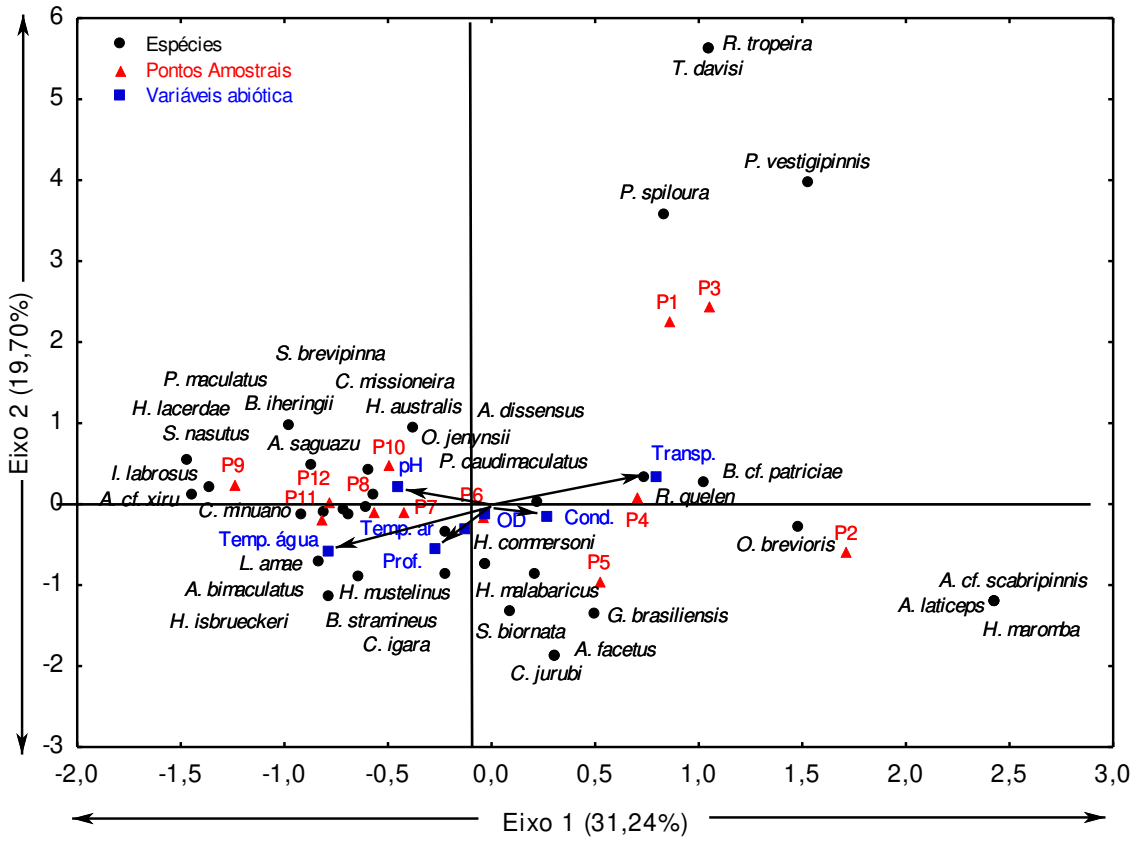
Muitas características ambientais e de habitats influenciam os padrões de composição e diversidade das comunidades de peixes, como por exemplo os filtros ambientais (Poff 1995), a disponibilidade de recursos (Zaret e Rand 1971) e a complexidade dos habitats (Gorman e Karr 1978). A despeito das muitas teorias que predizem a organização das comunidades, nenhuma delas é precisa quando ocorre o declínio da qualidade dos habitats, tais como áreas afetadas por despejo de efluentes, pressão agrícola, extração de areia ou implantação e operação de empreendimentos hidrelétricos, onde há tendência a uma homogeneização das assembleias ícticas. Assim, as características físicas de um ambiente aquático, em especial as limnológicas, tornam-se aspectos importantes na elucidação de prováveis indicativos sobre as preferências das espécies ícticas por um dado ambiente. De maneira geral, a comunidade de peixes responde a tais variações, o que influencia de forma acentuada a distribuição das espécies no espaço e no tempo.

Para as áreas amostradas, algumas das variáveis aferidas "in loco" apresentaram alguma variação entre os pontos, com uma tendência a padrões espaciais. Contudo, de maneira geral, estas se apresentaram em condições adequadas para a manutenção e bem-estar das distintas populações de peixes,

mesmo com os efeitos sinérgicos e cumulativos negativos para a qualidade da água provenientes do lançamento indiscriminado de efluentes urbanos do município de Lages.

A fim de evidenciar possíveis alterações e respostas da comunidade íctica do rio Caveiras frente as variações limnológicas no espaço, foi realizada uma análise de correspondência canônica (ACC), em que se verificou uma explicabilidade mediana dos dados (50,94%) conforme figura abaixo.

Figura 381 - Ordenação através da análise de correspondência canônica (ACC), entre a abundância das espécies de peixes e os parâmetros ambientais



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

A formação de dois agrupamentos, revela uma possível influência dos parâmetros ambientais sobre a comunidade ictiofaunística ao longo do rio Caveiras, em que positivamente ao primeiro eixo a estação amostral P4 apresentou forte correlação com a condutividade, a qual foi elevada neste trecho, assim como para o P5 e P2, porém de forma mais branda. Neste trecho é possível visualizar uma maior correlação com algumas espécies de peixes com capacidade de adaptar-se a

ambientes com algum grau de impacto, tais como a “traíra” *Hoplias malabaricus* e a “saicanga” *Oligosarcus brevioris*. Já a transparência da água teve estreita relação para os pontos P1 e P2, onde algumas espécies dependentes de ambientes preservados (e. g. *Pareiorhaphis vestigipinnis*, *Phalloceros spiloura*, *Rineloricaria tropeira*,*Trichomycterus davisi*).

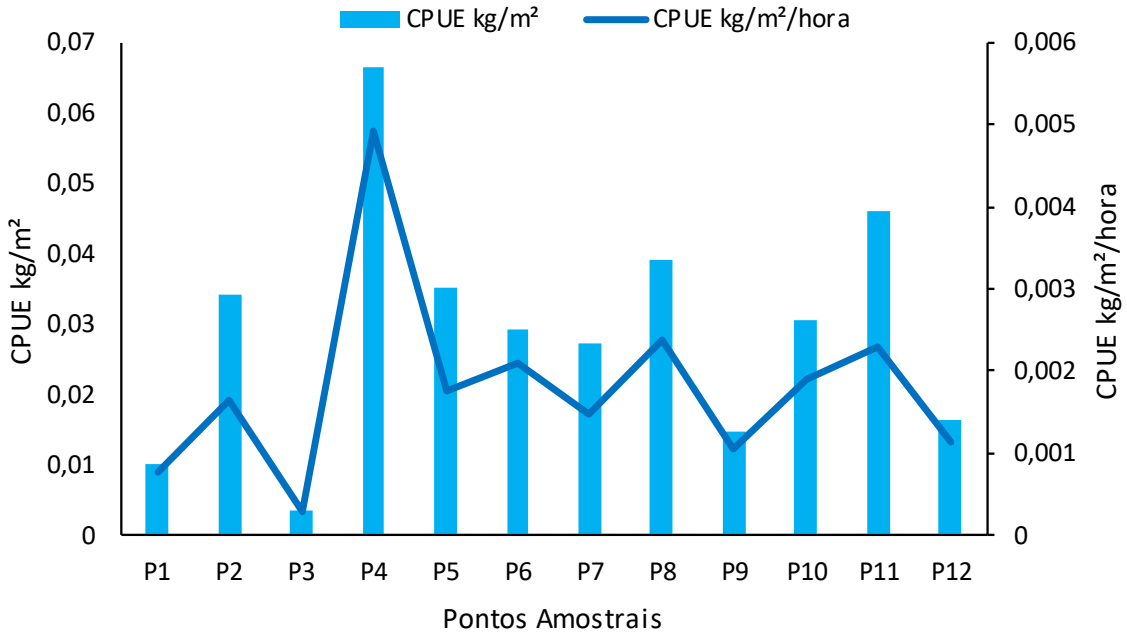
Negativamente os demais pontos amostrais apresentaram alguma correlação aos demais parâmetros, porém de maneira amena, exceto para a temperatura da água, que tendenciou a presença de algumas espécies, conforme apresentado no gradiente multivariado. Para o segundo eixo as correlações foram pouco significativas quanto as preferências da ictiofauna frente aos aspectos limnológicos. Ademais, as espécies que tenderam a distanciarem-se do grande grupo, são em sua maioria caracterizadas por suas capturas acidentais neste estudo, o que não permite inferências contundentes da influência dos parâmetros avaliados nas suas distribuições.

7.3.3.4.5.3 Captura por Unidade de Esforço - CPUE

A produtividade pesqueira foi determinada através do cálculo da Captura por Unidade de Esforço (CPUE). Durante o período avaliado foi capturado um total de 49.422 Kg de peixes. Espacialmente o intervalo localizado a montante do reservatório da CGH Caveiras (P4), destacou-se pela maior CPUE para as redes de espera (0,06637 Kg/m², 0,00491 kg/m²/hora), seguido do intervalo baixo do rio, onde está localizado o ponto P11 (0,04592 kg/m², 0,00228 kg/m²/hora). Em ambas as áreas, o “jundiá *Rhamdia quelen* apresentou destaque quanto a contribuição da produtividade pesqueira, sendo que para a primeira área, a “saicanga” *Oligosarcus brevioris* também foi representativa para a biomassa local, assim como a “traira” *Hoplias lacerdae* para o trecho baixo do rio Caveiras. Tais espécies normalmente apresentam condições de ajustar-se a diferentes ambientes, inclusive alterados pela formação de reservatórios, em que encontram incremento de áreas a serem exploradas e utilizadas para o forrageio, reprodução e desenvolvimento de organismos ictioplantônicos.

Ao longo dos últimos anos, a bacia do alto rio Uruguai sofreu uma elevada alteração em sua estrutura e dinâmica, uma vez que inúmeros empreendimentos foram implantados ao longo de sua abrangência. Estas alterações do ambiente afetaram de forma direta na composição das comunidades ícticas, em que as contribuições de peixes considerados de grande porte diminuíram, e os considerados medianos passaram a ter maior importância para a efetividade pesqueira da região. Tal cenário é aparente para o rio Caveiras, haja vista a possível ausência de espécies migradoras e com potencial a atingir tamanho considerado grande, com presença de espécies com potencial de alcançar porte mediano. Além disso, as espécies registradas neste estudo e apresentadas acima, consistem em uma importante fonte de proteína a população ribeirinha a um baixo custo econômico.

Figura 382 – Captura por Unidade de Esforço (CPUE) da ictiofauna ao longo do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.3.3.4.5.4 Dinâmica Reprodutiva e Alimentar

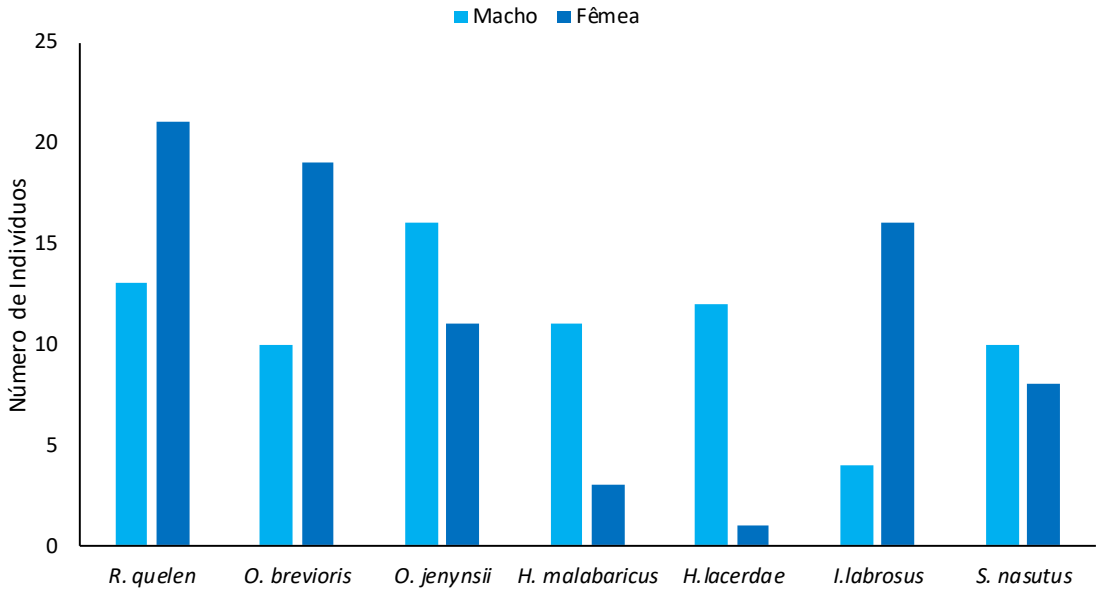
Para o estudo da dinâmica reprodutiva e alimentar foram selecionadas sete espécies (*Hoplias malabaricus*, *Hoplias lacerdae*, *Iheringichthys labrosus*, *Oligosarcus brevioris*, *Oligosacus jenynsii*, *Schizodon nasutus* e *Rhamdia quelen*),

sendo que a seleção deu-se por estas serem consideradas de importância econômica e ecológica, seja pela utilização na pesca artesanal e/ou por serem representativas em guildas tróficas importantes, tais como herbívoras, piscívoras e onívora. De forma geral, nenhuma destas espécies apresentaram registro de um grande número de indivíduos, porém, suficientes para caracterizar a ecologia das mesmas ao longo do rio Caveiras, mesmo que para algumas pouco contundentes.

Ao considerar a proporção sexual, o "peixe-cachorro" *Oligosarcus jenynsii*, as "traíras" *Hoplias malabaricus* e *Hoplias lacerdae* e a "voga" *Schizodon nazutus* apresentaram superioridade para os machos, enquanto que a "saicanga" *Oligosarcus brevioris*, o "mandi-beiçudo" *Iheringychthys labrosus* e o "jundiá" *Rhamdia quelen* apresentaram maior representatividade para fêmeas.

Alguns estudos realizados para a região neotropical divergem quanto ao predomínio de machos ou fêmeas, entretanto, grande parte dos trabalhos expressa certa superioridade de fêmeas (Marcucci *et al.* 2005; Lopes *et al*., 2000). Autores como, Barbieri (1992) e Baltz *et al*. (1998), acreditam que as causas deste fato residem na seletividade de aparelhos de captura, na estratificação natural da população, bem como no crescimento distinto entre os sexos. De acordo com Nunes *et al.* (2004), a variação numérica temporal quanto a proporção sexual revela uma possível estratégia reprodutiva diferenciada entre espécies, tais como comportamento de corte, locais de desova e existência de cardumes específicos, em que as fêmeas apresentam tendência a redução de seu tamanho corpóreo com o término desta dinâmica, o que possivelmente as torne menos suscetíveis aos petrechos de pesca e leve a um número menor de registros. Entretanto, ao ponto que as mesmas restabelecem suas reservas energéticas, eleva-se a tendência de aumentar seus registros, haja vista o ganho de massa corporal. Nikolsky (1963) ressalta que a proporção sexual varia consideravelmente de espécie para espécie e ainda dentro de uma população, podendo ocorrer variação devido à idade, interação com o ambiente e suprimentos alimentares, corroborando para os resultados encontrados neste estudo, em que para algumas espécies, machos foram numericamente superiores, especialmente para espécies piscívoras.

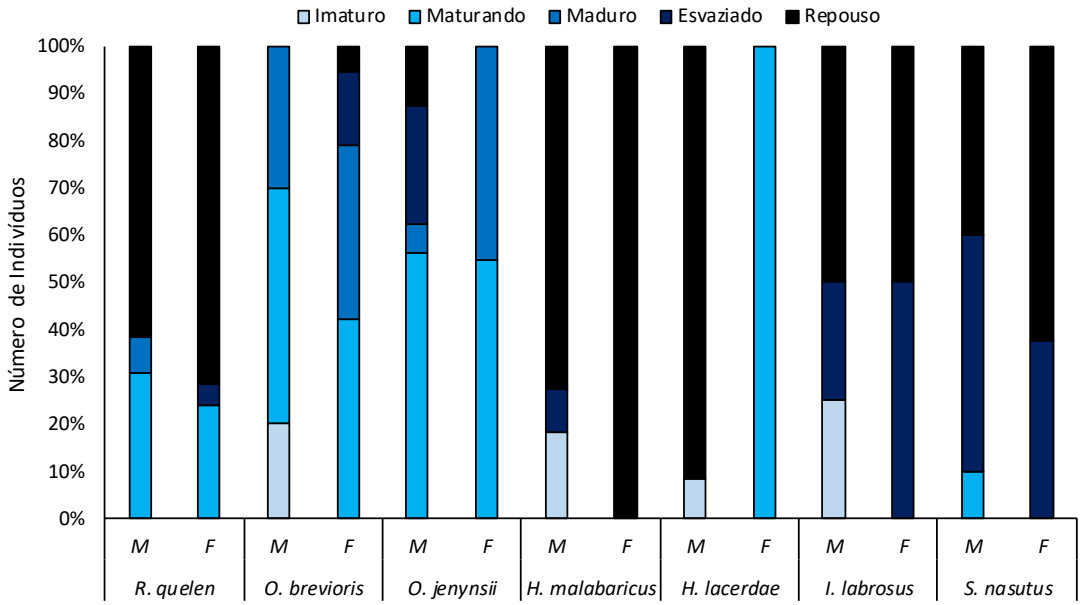
Figura 383 - Número de machos e fêmeas das espécies de interesse ecológico/econômico capturadas durante o levantamento da ictiofauna ao longo do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Considerando o grau de maturação gonadal entre as espécies avaliadas, foi possível observar uma tendência a baixa atividade reprodutiva no período, exceto para a “saicanga” *Oligasarcus brevioris* e o “peixe-cachorro” *Oligosarcus je*nynsii, as quais apresentavam espécimes em período reprodutivo para ambos os sexos, enquanto que o mesmo parece estar ocorrendo para fêmeas de *Hoplias lacerdae*. Ademais, a de se levar em consideração que alguns indivíduos do “mandi-beiçudo” *Iheringychthys labrosus* e da “voga” *Schizodon nasutus* apresentaram um considerável número de exemplares esgotados, enquanto que outra parcela de indivíduos destas espécies apresentavam suas gônadas e testículos em repouso, sem indícios de algum processo reprodutivo atuante. Tal variação indica que populações de uma mesma espécie podem tomar diferentes estratégias reprodutivas a fim de potencializar a sobrevivência do táxon no ambiente.

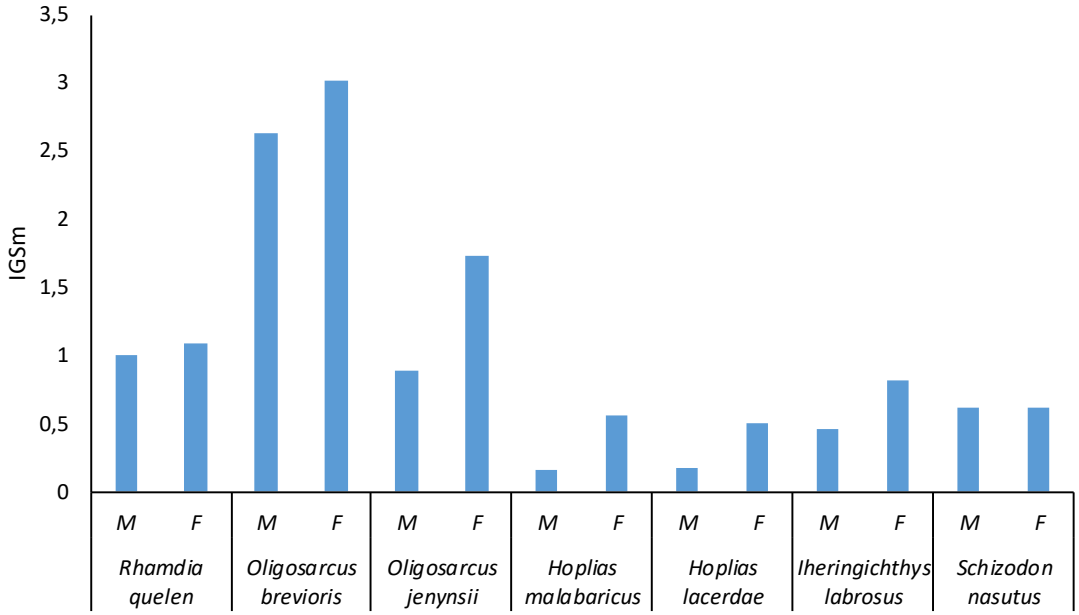
Figura 384 – Avaliação reprodutiva das espécies de maior interesse ecológico/econômico capturadas durante o levantamento ictiofaunístico ao longo do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Os resultados obtidos para o Índice Gonadossomático corroboram com o descrito acima quanto ao grau de maturação do material genético para as espécies. A “saicanga” *Oligasarcus brevioris* e o “peixe-cachorro” *Oligosarcus jenynsii* alcançaram os maiores valores pra este índice, em que o “jundiá” *Rhamdia quelen* também apresentou resultados significativos, especialmente por se tratar de uma espécie com possibilidade de apresentar gônadas e testículos maiores em relação as demais, elevando assim seus resultados. Para as demais espécies, indiferentes do sexo, os índices podem ser considerados baixos, porém respeitando o possível padrão reprodutivo para a ictiofauna da bacia do rio Uruguai, a qual apresenta intensificação desta dinâmica no período de maior temperatura (primavera e verão), intervalo não compreendido por este levantamento.

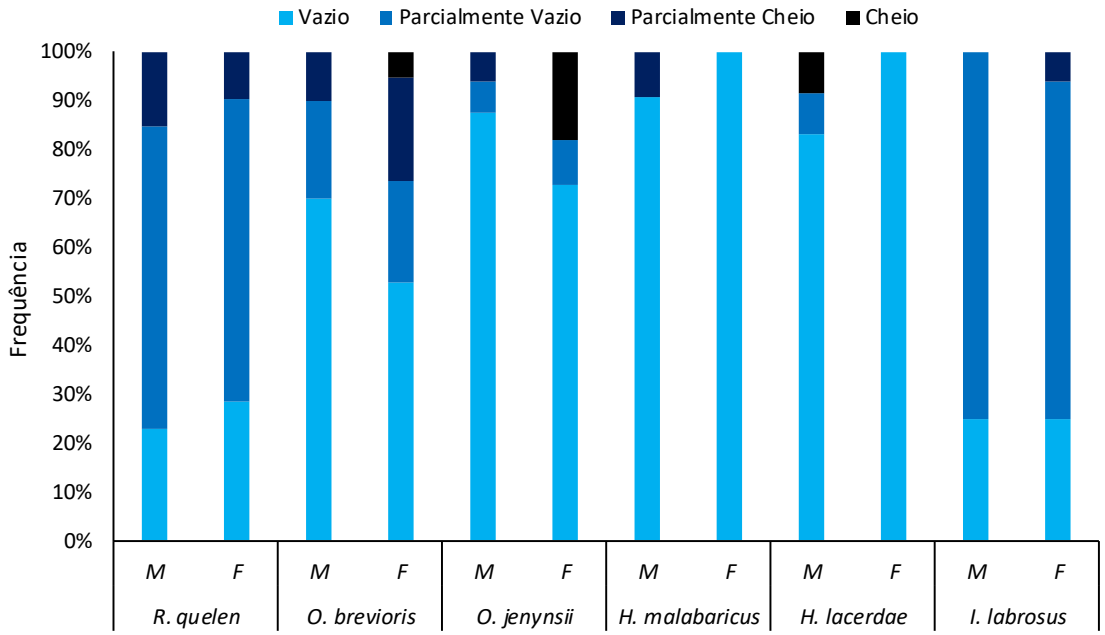
Figura 385 – Índice Gonadossomático médio das espécies de maior interesse ecológico/econômico capturadas durante o levantamento ictiofaunístico do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Através da análise do grau de repleção estomacal, verificou-se uma tendência a uma atividade alimentar regular apenas para o "mandi-beiçudo" *Iheringychthys labrosus* e o "jundiá " *Rhamdia quelen*, enquanto que para as demais espécies, o predomínio de estômagos vazios indica possíveis condições biológicas como o início do período reprodutivo ou mesmo pela oferta irregular de recursos, potencializada pela competição entre outras espécies com preferencias alimentares semelhantes. Ademais, as baixas temperaturas da água durante o período do levantamento, em torno de 15 graus, podem ter restringido a busca pelo alimento, a qual tende a ser intensificada com a elevação da mesma. Além disso, a presença de estômagos vazios e parcialmente vazios para as espécies com hábito alimentar piscívora, com preferência pela captura de espécimes ícticos menores, não é raro a probabilidade de capturar indivíduos com estômagos vazios. Isso deve-se provavelmente a rápida digestão, já que tecidos de peixes são mais facilmente digeridos se comparado aos vegetais e alguns insetos (Bowen, 1984). Outro fator que pode explicar esse número de estômagos vazios é de caráter fisiológico, relacionado à capacidade destes peixes em aproveitar o valor nutricional do alimento, o que torna a tomada dos mesmos menos frequente (Nikolsky, 1963).

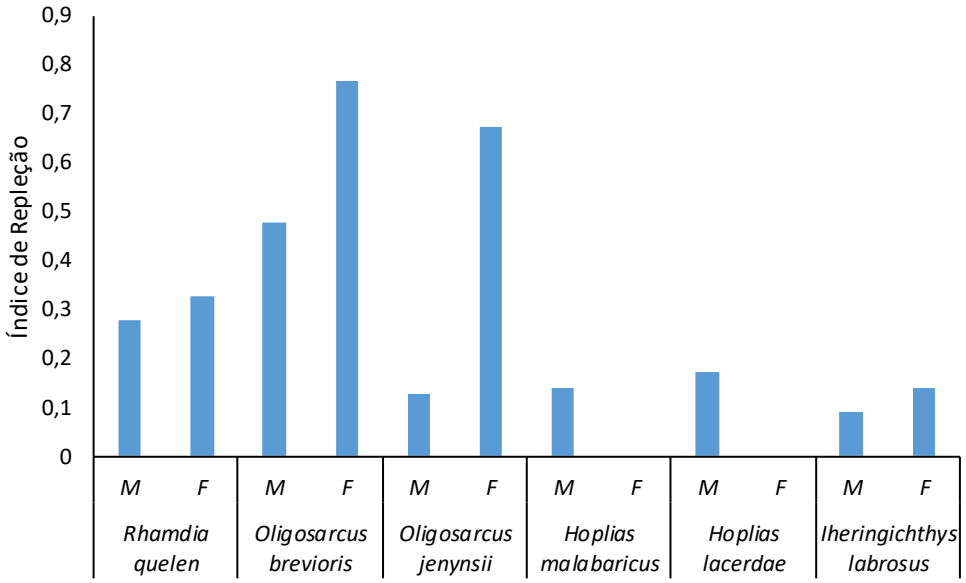
Figura 386 – Avaliação quanto a dinâmica alimentar das espécies de maior interesse ecológico/econômico capturadas durante o levantamento ictiofaunístico ao longo do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Quando levado em consideração o índice de repleção estomacal das espécies avaliadas, é possível verificar que, mesmo com poucos espécimes da "saicanga" *Oligosarcus brevioris* com recursos tomados, os mesmos alcançaram destaque para este índice, assim como para fêmeas do "peixe-cachorro" *Oligosarcus jenynsii*. O "jundiá" *Rhamdia quelen* também apresentou resultados significativos, os quais certamente foram influenciados pelo seu hábito onívoro, o qual possibilita alterar sua dieta tão logo a disponibilidade de um dado recurso torne-se restrito ou com necessidade de desprender reservas energéticas acumuladas. Aparentemente, as espécies vêm encontrando recursos suficientes para a manutenção de suas populações, porém, eventos estocásticos podem alterar de forma rápida e irreversível a estrutura ambiental ao longo do rio Caveiras, influenciando na disponibilidade de recursos e na cadeia trófica de toda fauna aquática. Assim, os resultados aqui apresentados representam apenas uma perspectiva da condição atual da ictiofauna quanto a ecologia alimentar das mesmas, porém, indica que até o presente momento o rio Caveiras vem suportando as pressões externas sem afetar a disponibilidade de recursos a esta fauna.

Figura 387 – Índice de Repleção médio das espécies de maior interesse ecológico/econômico capturadas durante o levantamento ictiofaunístico ao longo do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

7.3.3.4.5.5 Espécies de importância econômica e cinegética

A atividade pesqueira, seja esta artesanal ou comercial em águas continentais, é a maior fonte de renda e, por vezes, a única fonte de proteína animal de alta qualidade para as populações ribeirinhas. De acordo com FAO (1995), a pesca de subsistência é aquela realizada essencialmente para produzir alimento para os pescadores, suas famílias e para a comunidade próxima. Nesse tipo de pesca, o produto apresenta maior importância como fonte de proteína alternativa, uma vez que a renda principal advém de outras atividades. Em determinados locais, a pesca ganha valor comercial, e assinala importante papel social e econômico em regiões com poucas alternativas de renda (PETRERE et al., 2006).

Para a porção alta da bacia do rio Uruguai, historicamente, espécies migradoras sempre foram foco para a pesca regional, tais como o “dourado” *Salminus brasiliensis*, o “curimbatá” *Prochilodus linneatus*, a “piava” *Megaleporinus obtusidens* e o “suruvi” *Steindachneridion scriptum*. A implantação de diversos empreendimentos hidrelétricos, tanto na calha do rio principal do rio Uruguai, assim como em seus formadores (rio Pelotas e Canoas), promoveu uma séria alteração na estrutura da ictiofauna, eliminando do ambiente algumas espécies, ou reduzindo

suas populações de maneira significativa. Dentre as espécies listadas acima, apenas o “suruvi” *Steindachneridion scriptum* apresenta alguma condição de finalizar seu ciclo reprodutivo em um espaço de rio livre considerado curto, com cerca de 10 km (REYNALTE-TATAJE et al., 2012).

Está espécie em especial, é caracterizado como um bagre de grande porte, com comportamento calmo e que costuma habitar áreas de águas profundas e calmas, porém associadas a corredeiras (AGOSTINHO et al., 2008). Por se tratar de uma espécie migradora, a condição que mais afeta sua distribuição e ocorrência é a reprodução, prejudicada pela presença de barreiras naturais intransponíveis ou a implantação de hidrelétricas, fatores que restringem seu deslocamento. Este cenário, associado a pesca indiscriminada, contribui para que o suruvi seja considerado “Em Perigo’ (EN) de extinção a nível estadual e nacional (Santa Catarina, 2011; Brasil, 2014).

Embora a ausência de barreiras físicas seja determinante para a conclusão de sua ecologia reprodutiva, fatores como a escolha do local e de período de desova, condições de hábitat e de qualidade de água podem ser altamente influenciáveis. Para o rio Caveiras, historicamente está espécie ocorria para o trecho inferior, porém em abundância inferior ao canal principal do rio Canoas, o qual recebe as águas do rio em estudo. Provavelmente, no período que antecedeu a todas as alterações impostas pela implantação de empreendimentos hidrelétricos na porção alta da bacia do rio Uruguai, o rio Caveiras encontrava-se inserido como rota em busca de melhores sítios para o forrageio de *Steindachneridion scriptum*, porém, com maior concentração de indivíduos na calha do rio Canoas, onde as condições para a busca de sítios reprodutivos eram melhor explorados (EIA UHE GARIBALDI, 2008).

Quando se realizou o Estudo de Impacto Ambiental da UHE Garibaldi, foi relatado que sua implantação não causaria grandes prejuízos a população do “suruvi” *Steindachneridion scriptum*, uma vez que este poderia encontrar nos principais afluentes do rio Canoas, condições de finalizar e manter seus estoques. Entretanto, o desconhecimento de rotas migratórias desta espécie, podem levar a conclusões precipitadas, uma vez que, por exemplo, está espécie não foi registrada

através de dados primários para esta avaliação, bem como não vem sendo capturada por pescadores da região ao longo dos últimos anos. Tal cenário, possivelmente retrate uma possível exclusão da espécie ao longo do rio Caveiras, mesmo que este ainda apresente um trecho de aproximadamente 41 km de rio livre, até encontrar o barramento da PCH João Borges.

Diferentemente de outros táxons reofílicos, o suruvi desloca-se impreterivelmente pelo fundo, o que dificulta que transponha as barreiras físicas que geralmente estão presentes nos trechos superiores das Bacias. Além disso, apresenta elevado tamanho corporal quando adulto e, por isso, é uma espécie característica de rios de médio e grande porte, capazes de fornecer condições de suporte adequadas (Agostinho et al., 2008). Corroborando com essas constatações, Reynalte-Tataje et al. (2012) evidenciaram que as desovas da espécie ocorreram somente no rio principal, reforçando a indicação da dependência da espécie a rios de maior porte.

Assim, caso a espécie ainda esteja presente no ambiente, seria importante que os empreendimentos já instalados, bem como aqueles projetados, contemplassem em seus projetos, dois fatores primordiais para uma tentativa de manter as populações de *Steindachneridion scriptum* no ambiente. A primeira está associada a redução da altura do barramento e consequente tamanho da área alagada, o que proporcionaria um maior trecho de rio livre a montante dos mesmos. A segunda estratégia, estaria associada a implantação de sistemas de transposição com ligação do trecho a jusante ao de montante, porém em um formato de riacho, buscando uma caracterização ambiental desta passagem, o mais distante possível de outras projetadas em empreendimentos hidrelétricos, as quais destoam em sua totalidade de características naturais. Além disso, para a consolidação dos resultados esperados quanto a utilização destes sistemas de transposição, a implantação de programas de monitoramento por telemetria para o *Steindachneridion scriptum*, assim como outras possíveis espécies migradoras encontradas na bacia, poderia apresentar uma importante estratégia para a manutenção de suas populações, associadas à crescente demanda quanto a

implantação de empreendimentos hidrelétricos a fim de suprir a necessidades energéticas do país.

7.3.3.4.6 Relatório Fotográfico

Figura 388 – Retirada de espinhel na área amostral P1.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 389 – Aferição dos parâmetros ambientais na estação amostral P2.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 390 – Captura de exemplares ícticos com auxílio de peneirão junto a vegetação marginal na estação amostral P3.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 391 – Retirada de redes de espera na estação amostral P4.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 392 – Instalação de redes de espera na estação amostral P5.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 393 – Retirada de redes de espera na estação amostral P6.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 394 – Retirada das redes de espera na estação amostral P7.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 395 - Instalação de espinhel na estação amostral P8.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 396 – Arremesso de tarrafa na estação amostral P9.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 397 – Instalação de redes de espera na estação amostral P10.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 398 – Retirada das redes de espera na estação amostral P11.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 399 - Captura de exemplares ícticos com auxílio de peneirão junto a vegetação marginal na estação amostral P11.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 400 – Liberação de exemplares ícticos após a biometria e identificação.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 401 - Liberação de exemplares ícticos após a biometria e identificação.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 402 – Avaliação reprodutiva e alimentar das espécies de interesse ecológico.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 403 – Avaliação reprodutiva e alimentar das espécies de interesse ecológico.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 404 – Exemplar de *Pimelodus maculatus*.



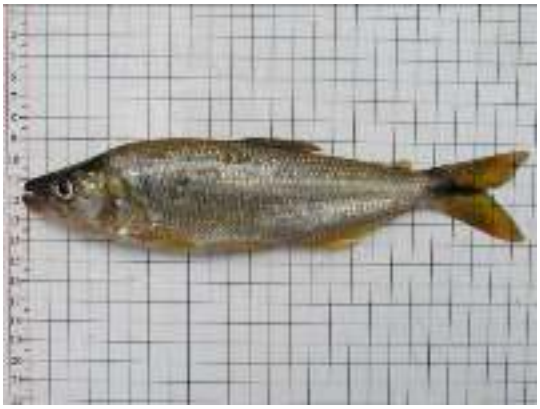
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 405 – Exemplar *Iheringichthys labrosus*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 406 – Exemplar *Oligosarcus brevioris*.



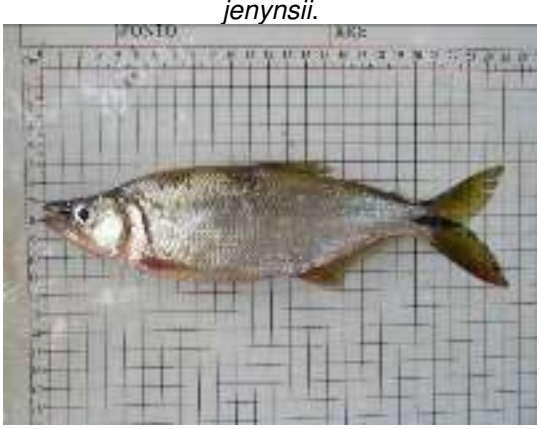
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 407 – Exemplar de *Steindachnerina brevipinna*.



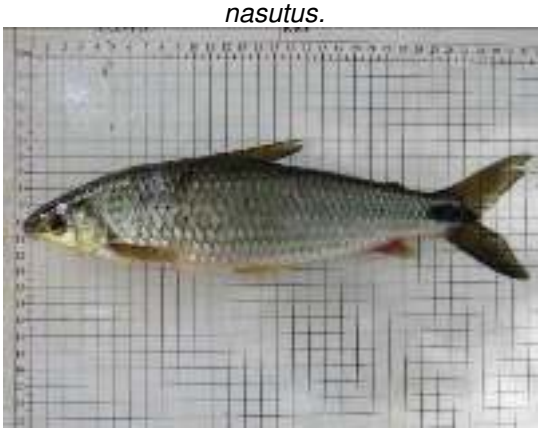
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 408 – Exemplar de *Oligosarcus jenynsii*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 409 – Exemplar de *Schizodon nasutus*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019

Figura 410 – Exemplar de *Phalloceros spiloura*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019

Figura 411 – Exemplares de *Phalloceros caudimaculatus*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 412 – Exemplar de *Rhamdia quelen*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 413 – Exemplar de *Hypostomus isbrueckeri*.



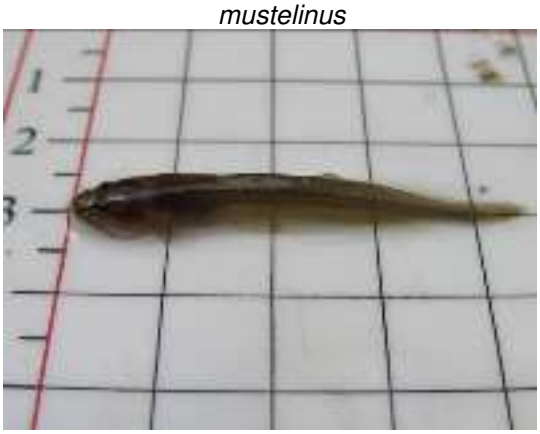
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 414 – Exemplar de *Hypostomus commersoni*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 415 – Exemplar de *Heptapterus mustelinus*



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 416 – Exemplar de *Astyanax bimaculatus*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 417 – Exemplar de *Astyanax dissensos*.



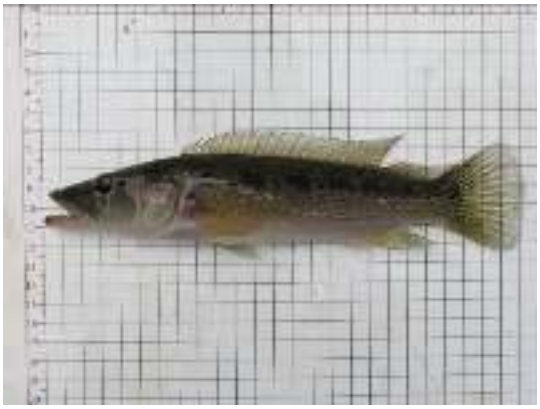
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019

Figura 418 – Exemplar de *Leporinus amae*.



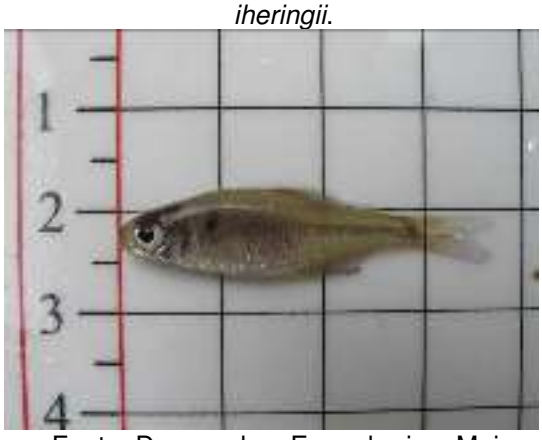
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 419 – Exemplar de *Crenicichla missioneira*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 420 – Exemplar de *Bryconamericus iheringii*.



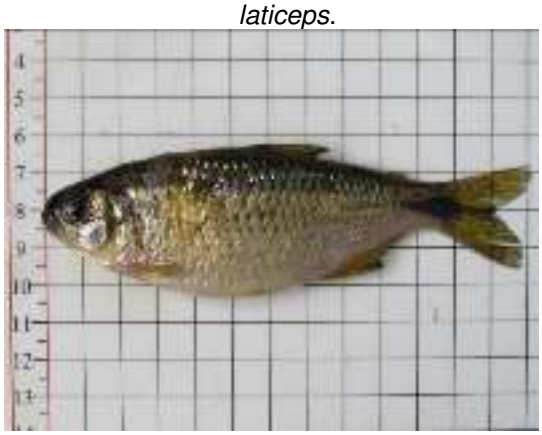
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiete 2019.

Figura 421 – Exemplares de *Pareiorhaphis vestigipinnis*.



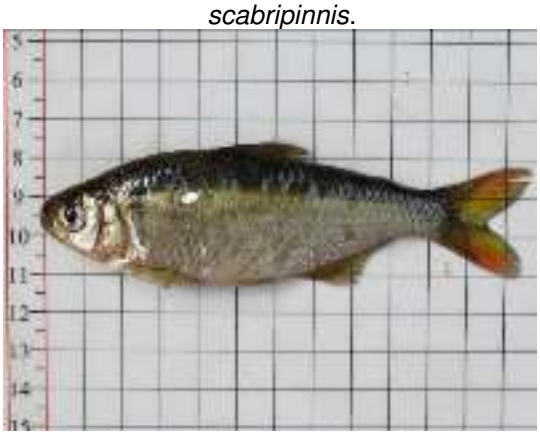
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 422 – Exemplar de *Astyanax laticeps*.



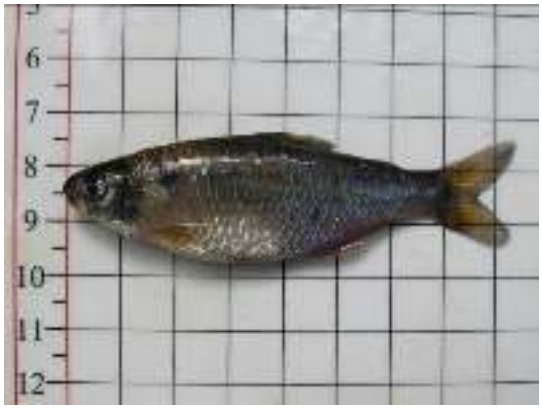
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 423 – Exemplar de *Astyanax scabripinnis*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 424 – Exemplar de *Hypobrycon maromba*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 425 – Exemplar de *Geophagus brasiliensis*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 426 – Exemplar de *Rineloricaria tropeira*.



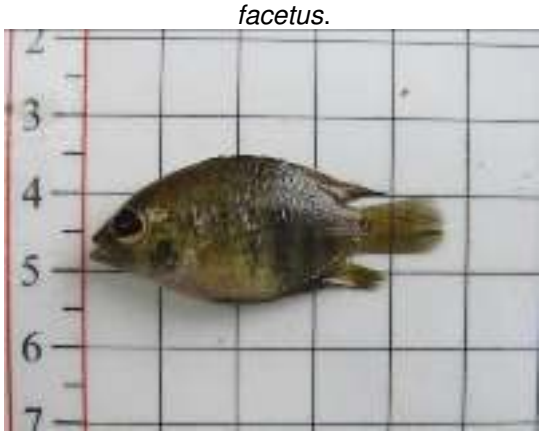
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 427 – Exemplar de *Trichomycterus davisi*.



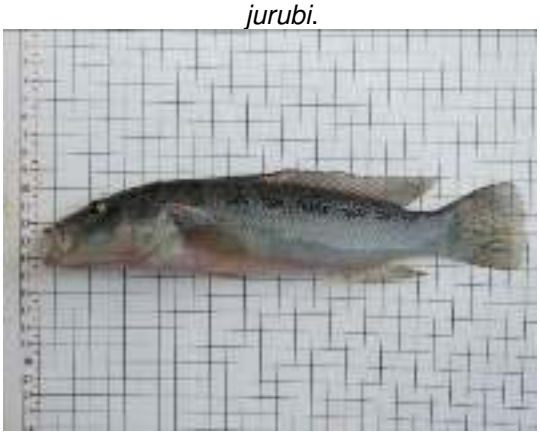
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 428 – Exemplar de *Australoheros facetus*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 429 – Exemplar de *Crenicichla jurubi*.



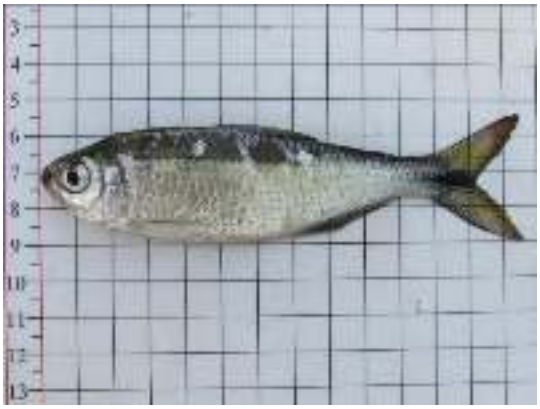
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 430 – Exemplar de *Steindachnerina biornata*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 431 – Exemplar de *Astyanax* cf. *xiru*.



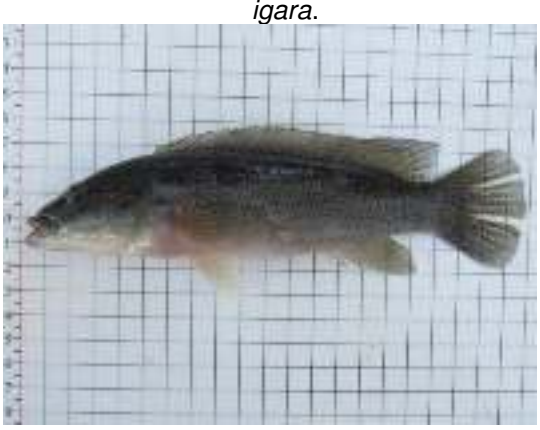
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 432 – Exemplar de *Bryconamericus stramineus*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 433 – Exemplar de *Crenicichla igara*.



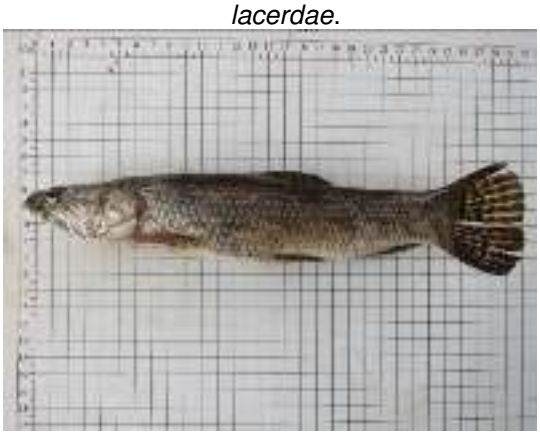
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 434 – Exemplar de de *Hoplias australis*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 435 – Exemplar de *Hoplias lacerdae*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 436 – Exemplar *Crenicichla igara*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

Figura 437 – Exemplar de *Crenicichla minuano*.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente 2019.

7.4 MEIO SOCIOECONÔMICO

O presente capítulo apresentará elementos que permitiram traçar um perfil socioeconômico dos municípios inseridos na Bacia do rio Caveiras, além de servir como indicador ambiental da análise de vulnerabilidade da bacia hidrográfica, voltados para implantação de empreendimentos hidrelétricos.

Em vista disso, foram levantados dados sociais, como dinâmica populacional, modo de vida, infraestrutura, serviços de saúde e educação, dados econômicos, bem como a caracterização do patrimônio histórico, arqueológico e cultural. Para a elaboração deste capítulo, foi realizado o levantamento de dados secundários, através de consulta a sites institucionais, órgãos públicos, instituições de pesquisa, e de fontes bibliográficas pertinentes aos temas tratados. Objetivando complementar as informações, foi realizada uma vistoria a campo, entre os dias 03 a 16 de junho de 2019, percorrendo os municípios pertencentes a área de influência do estudo.

No presente estudo delimitou-se como área de influência os municípios que fazem parte da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras sendo eles: Campo Belo do Sul, Capão Alto, Cerro Negro, Correia Pinto, Lages, Painel, São José do Cerrito e Urupema, conforme demonstra a figura abaixo.

Figura 438- Localização dos municípios no trecho de estudo.



Fonte: Adaptado Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Os municípios do estudo estão inseridos na mesorregião serrana, na microrregião da serra catarinense, pertencentes à AMURES-Associação dos Municípios da Região Serrana.

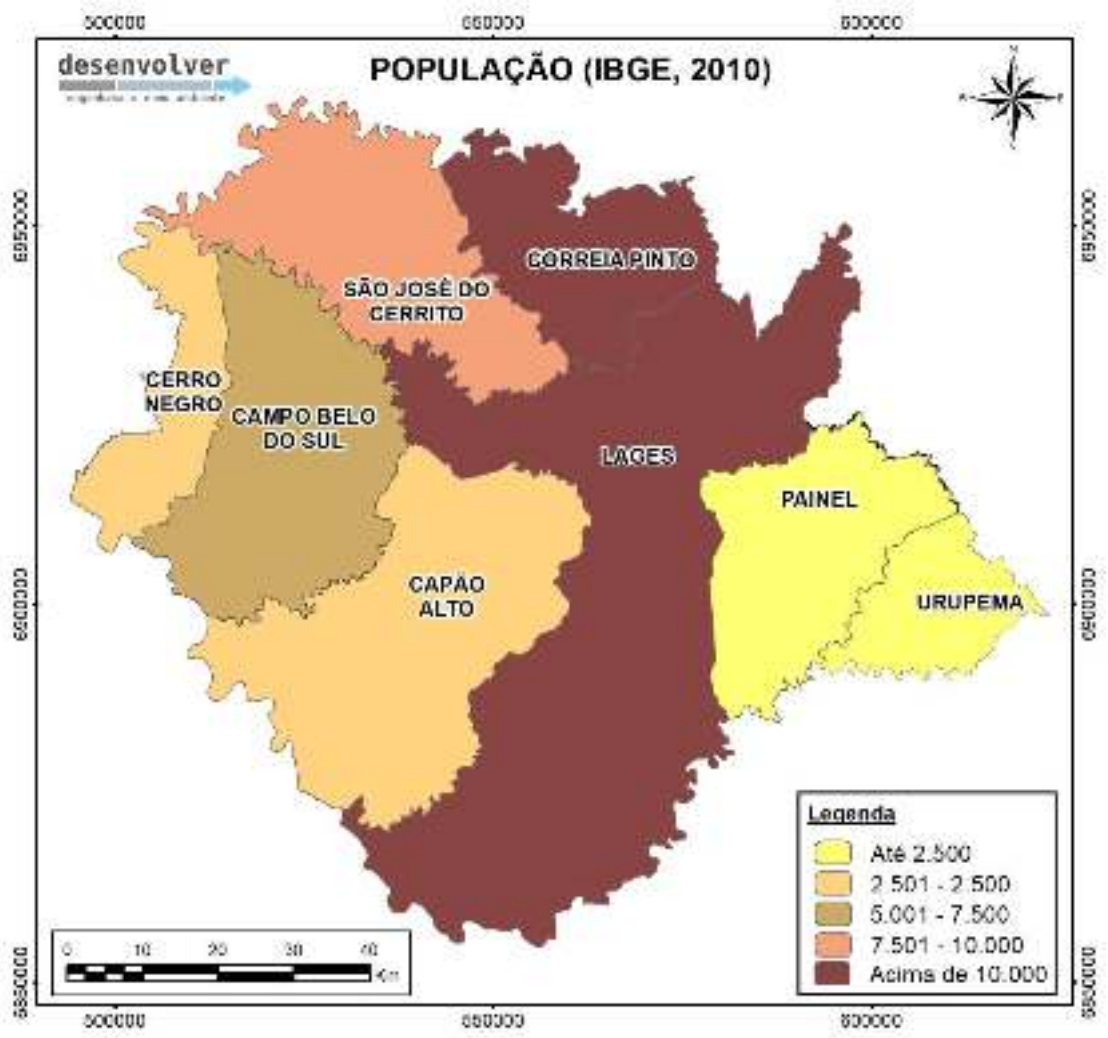
7.4.1 Dinâmica populacional

A análise demográfica é de grande relevância para a compreensão das características da população de cada município do estudo em questão. A partir das informações obtidas é possível compreender as condições de vida, como saúde,

educação e urbanismo. Para este estudo são utilizados os dados dos Censos Demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e estatística- IBGE.

A figura e tabela na sequência representam informações referentes à população dos municípios, de acordo com o último censo demográfico (IBGE, 2010).

Figura 439- População nos municípios do estudo, 2010.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Tabela 148- Aspectos populacionais dos municípios do estudo, 2010.

Município	Total 2010	Urbana	Rural	Estimada 2019	Área km²	Densidade Demográfica hab/km²
Campo Belo do Sul	7.483	4.406	3.077	7.016	1.027,4	7,28
Capão Alto	2.753	962	1.791	2.525	1.335,3	2,06
Cerro Negro	3.581	764	2.817	3.124	416,8	8,59
Correia Pinto	14.785	12.022	2.763	12.795	651,6	22,69

Município	Total 2010	Urbana	Rural	Estimada 2019	Área km²	Densidade Demográfica hab/km²
Lages	156.727	153.937	2.790	157.544	2.629,8	59,6
Painel	2.353	945	1.408	2.359	739,8	3,18
São José do Cerrito	9.273	2.492	6.781	8.295	946,2	9,8
Urupema	2.482	1.232	1.250	2.465	353,1	7,03

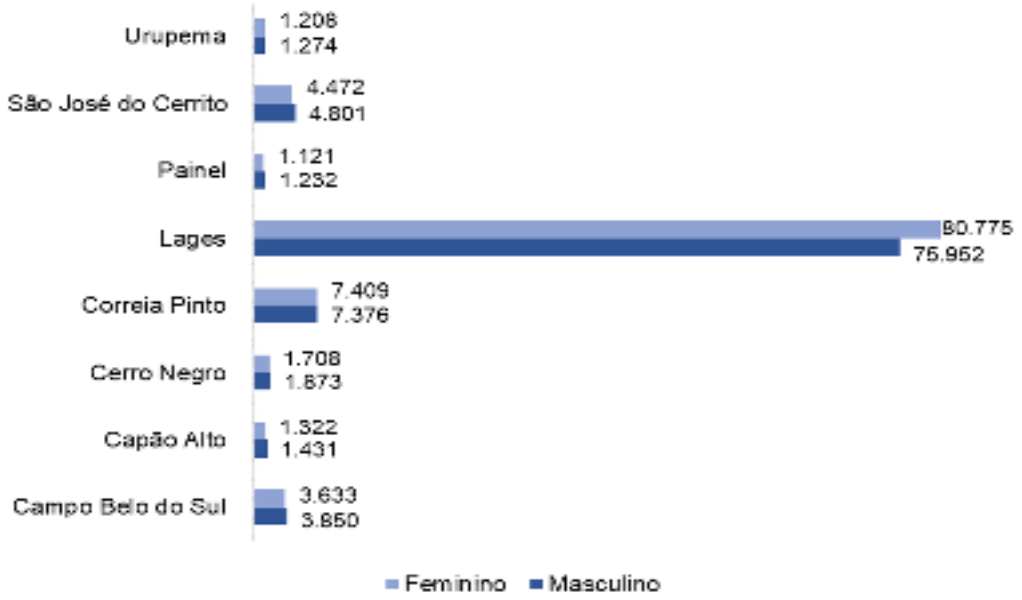
Fonte: IBGE, 2010.

É notório o predomínio da população rural nos municípios que apresentam baixo índice populacional, como Capão Alto, Cerro Negro, Painel e Urupema. Em Correia Pinto e Lages, os dois municípios mais populoso, predominam os residentes da área urbana. Na maioria dos municípios, também há uma redução do número de habitantes ao comparar os dados do censo de 2010 com a estimativa apresentada pelo IBGE para 2019.

Com relação a densidade demográfica apenas Lages é mediamente povoado, os demais são considerados pouco povoados, por estar abaixo de 50 hab/km². Lages é o maior município em extensão territorial do estado de Santa Catarina.

Outro fator importante na dinâmica populacional é a relação entre a população masculina e feminina. De acordo com a figura abaixo, na maioria dos municípios predomina moradores do sexo masculino, apenas em Lages e Correia Pinto prevalece a população feminina.

Figura 440- População dos municípios por sexo, 2010.



Fone: IBGE, 2019.

A tabela abaixo apresenta a população residente nos municípios do estudo por cor ou raça, sendo que em todos os municípios predomina a população branca, característica decorrente da imigração europeia na região. Nota-se, porém, o baixo número de declarantes indígenas em comparação com os demais grupos apresentados.

Tabela 149- População residente por cor ou raça, 2010.

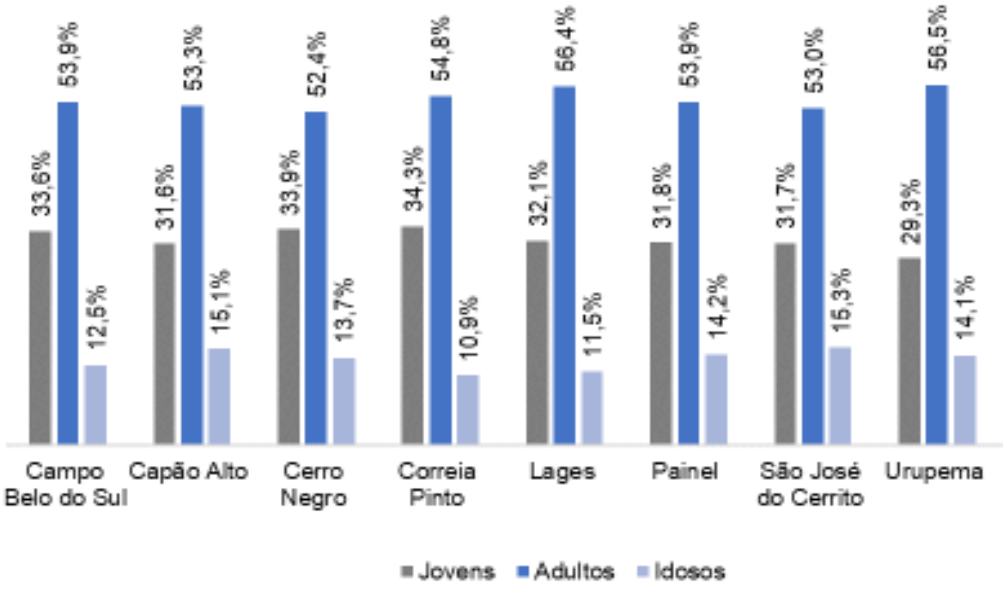
Município	Branca	Preta	Amarela	Parda	Indígena
Campo Belo do Sul	4.496	119	110	2.754	4
Capão Alto	1.998	61	12	680	2
Cerro Negro	1.876	78	17	1.610	-
Correia Pinto	10.408	618	291	3.463	5
Lages	113.831	5.000	999	36.696	201
Painel	1.646	130	23	554	-
São José do Cerrito	6.831	270	148	2.023	1
Urupema	1.874	287	18	302	1

Fone: IBGE, 2019.

A estrutura etária de uma população, habitualmente, é dividida em três faixas: os jovens, que compreendem do nascimento até 19 anos; os adultos, dos 20 anos até 59 anos; e os idosos, dos 60 anos em diante. De acordo com essa organização,

conforme os dados a seguir, em todos os municípios analisados predomina o número de adultos, seguido por jovens e idosos.

Figura 441- Estrutura etária dos municípios, 2010.



Fonte: IBGE, 2010.

7.4.2 Desenvolvimento histórico

A região da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, foi inicialmente ocupada por índios guaranis das tribos dos carijós, Xokleng e Kaingangs, extraindo sua sobrevivência da caça, pesca, e extração de frutos como pinhão, abundante na região.

A área citada serviu também como passagem da rota comercial entre o Rio Grande do Sul e São Paulo, principalmente no caminho do gado dos campos gaúchos para abastecer os trabalhadores da extração de ouro em Minas Gerais.

As informações extraídas na sequência foram obtidas através das prefeituras dos respectivos municípios e pelo IBGE, dados de 2019.

7.4.2.1 Campo Belo do Sul

A ocupação do atual município ocorreu em virtude da invasão das terras separadas entre Espanha e Portugal, pelo Tratado de Tordesilhas em 1494, seus

campos eram próprios para a pecuária, atividade esta que era desenvolvida pelos jesuítas no sul do Brasil. O povoamento foi feito pelos paulistas, mas consta que havia aqui mesmo antes do povoado de Lages, alguns moradores trazidos pelos jesuítas que já dedicavam à pecuária.

O município inicialmente era chamado de Freguesia Nossa Senhora do Patrocínio dos Baguais da Província de Santa Catarina, em virtude da existência de muitos cavalos semi-selvagens, mais tarde Baguais, distrito subordinado ao município de Lages. O distrito de Baguais passou a denominar-se Campo Belo, depois Antônio Inácio e pela lei estadual nº 280, de 22-07-1949, o distrito passou a denominar-se Campo Belo do Sul.

Foi elevado à categoria de município com a denominação de Campo Belo do Sul, pela lei estadual nº 731, de 17-07-1961, desmembrado de Lages.

7.4.2.2 Capão Alto

No início do século XVIII, a região de Capão Alto fazia parte dos campos de Lages, que, por sua vez, pertencia à Província de São Paulo.

A povoação da região de Capão Alto também se deu por bandeirantes paulistas, "gaúchos" e lagunenses. Pela Lei n° 54 de 07 de janeiro de 1899 criava-se o distrito de Capão Alto, época da chegada na região das primeiras famílias de imigrantes italianos, vindos do Rio Grande do Sul. Em 29 de setembro de 1994 emancipou-se de Lages tornando-se um município, através da Lei n° 9.697 (publicada em 30/09/1997).

A localidade era apoio das rotas de tropeiros que levavam tropas ao litoral ou para o sul, estes foram se instalando e constituindo propriedades. Um povoado se formou ao redor de uma capela, transferida do antigo Distrito Campo Belo do Sul e cresceu com a chegada de famílias do Rio Grande do Sul, atraídas pelas atividades econômicas como a agropecuária e a extração de madeira.

7.4.2.3 Cerro Negro

Os primeiros moradores da região datam de 1880, o local foi denominado de Freguesia de São Francisco do Cerro Negro e em 06 de julho de 1916 passou a ser distrito de Campo Belo do Sul, instalado em janeiro de 1919.

A denominação de Cerro Negro, tem sua origem na grande quantidade de matas que existiam na região. O município teve sua emancipação através do decreto de Lei número 8.348, de 26 de setembro de 1991.

7.4.2.4 Correia Pinto

Correia Pinto foi Fundado por Antônio Correia Pinto de Macedo, que recebeu a incumbência de formar um povoado às margens do Rio Canoas ou Pelotas por serem caudalosos, rápidos e abundantes de peixe. Trouxe consigo de São Paulo sua família, escravos e mais nove famílias com interesses latifundiários, além da missão oficial de ocupação para evitar a entrada dos espanhóis no Brasil.

Se instalaram inicialmente em Taipas, mudando-se posteriormente para as margens do Rio Canoas, entretanto, quando as primeiras instalações foram erguidas, ocorreu uma enchente, inundando as casas levantadas e as lavouras iniciadas, desanimando-os. O grupo então, foi para a região volta para os Campos das Lagens, fundando então, em 22 de maio de 1771, a Vila de Nossa Senhora dos Prazeres das Lagens.

Alguns habitantes decidem por permanecer nas margens do Rio Canoas, fundando a Vila de São Bom Jesus dos Fundos do Rio Canoas, ou simplesmente Vila do Bom Jesus de Canoas, que crescia com um pouco de urbanização (comércio, igreja, pousada), incentivada com o movimento das tropas, o ciclo da pecuária e outros interesses comerciais.

Em 20 de outubro de 1920, já com 22 casas de moradia e mais Cartório de Registro Civil, foi instalado o distrito de Correia Pinto, Comarca de Lages, nome dado em homenagem ao fundador de Lages, substituindo a denominação anterior.

Eis que um fato inesperado contribui para marcar a mudança daquele povoado para onde hoje se encontra. O governo Federal traça novo projeto da então

BR-2 (atual BR-116), o desviando do traçado original, que passava pelo distrito de Correia Pinto Velho. Com o tal projeto, para encurtar as distâncias, foi construída a Ponte do Rio Canoas.

A criação definitiva do município ocorreu através do plebiscito realizado em 21 de março de 1982, foi homologada através da Lei Estadual 6.058 de 10 de maio de 1982.

7.4.2.5 Lages

Lages foi fundada em 1766 pelo bandeirante paulista Antônio Correia Pinto de Macedo, que a batizou assim devido à abundância da pedra laje na região, o nome original era Nossa Senhora dos Prazeres dos Campos das Lajens. Instituída vila pelo governador de São Paulo Luís António de Sousa Botelho Mourão, Lajes teve seu território transferido da capitania de São Paulo para a capitania de Santa Catarina, por D. João VI, em 9 de setembro de 1820 e em 25 de maio de 1860 é elevada à categoria de cidade.

7.4.2.6 Painel

Joaquim José Pereira tomou posse das terras devolutas da Fazenda Grande, iniciando a povoação de Painel, depois da invasão espanhola de Rio Grande, ocorrida em 1763.

Em 1885 numa festa de São Jorge, na atual sede de Painel, reuniram-se os Conselheiros Painelenses, ao Conselho Municipal de Lages e os representantes da região, onde foi sugerido a troca do nome Quarteirão do Portão para "Painel", aprovada por unanimidade.

Em 13 de agosto de 1899 a vila passou a ser distrito de Lages pela lei nº 5444. Somente em 19 de setembro de 1993 aconteceu o plebiscito, favorável a desejo do povo de se tornar independente. O distrito de Painel foi emancipado pela lei nº 9677 de 07 de agosto de 1994.

7.4.2.7 São José do Cerrito

A colonização da região começou no Século XIX com a ocupação e exploração dos campos de Lages pelos Bandeirantes Paulistas. Sua primeira denominação surgiu por volta de 1927 na capela São José, Localidade de Caru, que significa "terra fértil". Só em 1953 a localidade passou a ter o atual nome.

Apesar da fundação ter ocorrido no local da primeira capela, construída próxima ao rio Caveiras, foi formada uma comissão distrital para definir a sede. Por muitos anos, o município usou o nome de Caru, para lembrar as profecias de João Maria de Agostinho, monge da Campanha do Contestado – ele acreditava que o nome Caveiras faria com que mais e mais pessoas morressem afogadas nas águas profundas do rio. Por isso, os moradores passaram a chamar a localidade de Caru, nome de origem indígena que significa forte e corajoso, como o rio.

Sua emancipação político administrativa deu-se em 7 de dezembro de 1961. O primeiro prefeito foi João Severiano Waltrick, com mandato de 30 de dezembro de 1961 a 31 de janeiro de 1963.

7.4.2.8 Urupema

O povoado de Santana, hoje Urupema, foi fundado em 25 de março de 1918, por Manoel Pereira de Medeiros. Cinco anos mais tarde, pela Lei Municipal nº 170, de 27 de outubro de 1923, foi criado o Distrito de Sant'Ana, pertencente a São Joaquim. No entanto, sua instalação deu-se somente em 14 de julho de 1924.

Pelo Decreto Federal nº 86, de 31 de março de 1938, o povoado foi elevado à categoria de Vila. Registros com o atual nome Urupema, designação de uma espécie de peneira, de origem tupi, usada pelos índios, foram encontrados somente em 1944. Presume-se que na época tenha havido uma determinação dos Correios e Telégrafos, para mudança do nome, a fim de evitar a coincidência com uma localidade do Rio Grande do Sul. Isto teria acontecido por um Decreto Lei promulgado em fins de 1943 para entrar em vigor em janeiro de 1944.

A emancipação administrativa do município foi alcançada em 04 de janeiro de 1988 e sua instalação em 1º de junho de 1989.

7.4.3 Infraestrutura

São identificados aqui sistemas de transportes, além de serviços como abastecimento de água, luz, esgoto, coleta de lixo, essenciais para a qualidade de vida da população.

7.4.3.1 Saneamento Básico

Saneamento básico é um conjunto de procedimentos adotados com o objetivo de proporcionar uma situação higiênica saudável para os habitantes, entre as atividades do saneamento básico, podemos citar o tratamento de água e esgoto.

A CASAN-Companhia Catarinense de Águas e Saneamento é a empresa responsável pelo tratamento e abastecimento de água da maioria dos municípios analisados, com exceção de Lages. Atualmente a empresa abastece com água tratada 198 municípios catarinenses e 01 paranaense. Também atua na coleta e tratamento de esgoto sanitário (CASAN, 2019). Lages é atendida pela SEMASA-Secretaria Municipal de Águas e Saneamento.

A seguir são apresentados os dados referentes ao abastecimento de água nos municípios, observa-se que dos municípios analisados, apenas em Capão Alto não predomina o abastecimento de água por rede geral, o abastecimento se faz através de poço ou nascente na propriedade. Não foram encontrados dados referentes a poços ou nascentes em aldeias indígenas ou fora das mesmas, nas cidades citadas.

Tabela 150- Indicadores de abastecimento de água nos municípios em estudo, 2010.

Município	Situação do domicílio	Total	Rede geral	Poço ou nascente na propriedade	Poço ou nascente fora da propriedade	Carro-pipa ou água da chuva	Rio, açude, lago ou igarapé	Outra
Campo Belo do Sul	Total	2.324	1.425	652	239	-	5	3
	Urbana	1.350	1.339	7	1	-	-	3
	Rural	974	86	645	238	-	5	-
Capão Alto	Total	909	298	369	240	-	-	2
	Urbana	301	296	3	2	-	-	-
	Rural	608	2	366	238	-	-	2
Cerro Negro	Total	1.100	460	449	168	1	22	-
	Urbana	249	248	-	1	-	-	-
	Rural	851	212	449	167	1	22	-
Correia Pinto	Total	4.568	3.859	465	233	-	2	9
	Urbana	3.758	3.697	43	11	-	-	7
	Rural	810	162	422	222	-	2	2
Lages	Total	49.302	47.443	1.288	424	3	8	136
	Urbana	48.380	47.421	611	204	2	6	136
	Rural	922	22	677	220	1	2	-
Painel	Total	734	256	339	131	-	8	-
	Urbana	276	255	10	10	-	1	-
	Rural	458	1	329	121	-	7	-
São José do Cerrito	Total	2.920	752	1.249	894	-	16	9
	Urbana	767	629	39	95	-	4	-
	Rural	2.153	123	1.210	799	-	12	9
Urupema	Total	793	373	249	169	1	1	-
	Urbana	386	329	7	50	-	-	-
	Rural	407	44	242	119	1	1	-

Fonte: IBGE, 2019.

Tabela 151- Indicadores de esgotamento sanitário nos municípios em estudo, 2010.

Município	Situação do domicílio	Total	Rede geral de esgoto ou pluvial	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Vala	Rio, lago ou mar	Outro tipo	Não tinham
Campo Belo do Sul	Total	2.324	988	521	524	180	5	47	59
	Urbana	1.350	988	252	62	37	-	-	11
	Rural	974	-	269	462	143	5	47	48
Capão Alto	Total	909	140	197	420	114	4	16	18
	Urbana	301	139	10	107	26	-	13	6
	Rural	608	1	187	313	88	4	3	12
Cerro Negro	Total	1.100	44	249	577	88	34	36	72
	Urbana	249	44	5	179	21	-	-	-
	Rural	851	-	244	398	67	34	36	72
Correia Pinto	Total	4.568	2.022	1.163	925	259	93	68	38
	Urbana	3.758	1.878	881	659	161	80	65	34
	Rural	810	144	282	266	98	13	3	4
Lages	Total	49.302	26.946	15.420	3.170	2.423	850	195	298
	Urbana	48.380	26.942	14.736	3.059	2.335	839	182	287
	Rural	922	4	684	111	88	11	13	11
Paial	Total	548	1	113	410	15	-	4	5
	Urbana	122	1	42	78	-	-	-	1
	Rural	426	-	71	332	15	-	4	4
São José do Cerrito	Total	2.920	64	968	1.404	234	65	101	84
	Urbana	767	47	293	313	50	27	29	8
	Rural	2.153	17	675	1.091	184	38	72	76
Urupema	Total	793	107	200	245	139	97	-	5
	Urbana	386	105	43	135	32	70	-	1
	Rural	407	2	157	110	107	27	-	4

Fonte: IBGE, 2019.

A tabela acima aponta dados referente a situação do esgotamento sanitário nos domicílios dos municípios do estudo. Em Campo Belo do Sul, Correia Pinto e Lages predominam o uso de rede geral, nos demais a fossa rudimentar, sendo que nos mesmos, é maior a quantidade de domicílios da área rural, o que evidencia a necessidade de implementação de melhoria nas condições de esgotamento sanitário, principalmente na área rural dos municípios da bacia.

Apresenta-se a seguir, as formas de destinação dos resíduos nos municípios analisados. Pode-se observar que na maioria predomina a coleta por serviços de limpeza, já em Cerro Negro e São José do Cerrito é utilizado a queimada na propriedade como forma de destinação do lixo. É possível perceber que nas cidades com menores taxas de urbanização é maior o número de domicílios que queimam o lixo.

Tabela 152- Destino do lixo nos municípios em estudo, 2010.

Município	Situação do domicílio	Total	Coletado	Coletado por serviço de limpeza	Coletado em caçamba de serviço de limpeza	Queimado (na propriedade)	Enterrado (na propriedade)	Jogado em terreno baldio ou logradouro	Jogado em rio, lago ou mar	Outro destino
Campo Belo do Sul	Total	2.324	1.498	1.384	114	703	72	31	-	20
	Urbana	1.350	1.340	1.340	-	7	1	2	-	-
	Rural	974	158	44	114	696	71	29	-	20
Capão Alto	Total	909	483	392	91	344	42	-	-	40
	Urbana	301	290	290	-	11	-	-	-	-
	Rural	608	193	102	91	333	42	-	-	40
Cerro Negro	Total	1.100	296	282	14	694	62	16	4	28
	Urbana	249	240	239	1	7	1	1	-	-
	Rural	851	56	43	13	687	61	15	4	28
Correia Pinto	Total	4.568	3.904	3.895	9	562	22	3	1	76
	Urbana	3.758	3.698	3.696	2	44	2	3	1	10
	Rural	810	206	199	7	518	20	-	-	66
Lages	Total	49.302	48.366	48.072	294	590	69	16	5	256
	Urbana	48.380	47.987	47.815	172	246	32	13	5	97
	Rural	922	379	257	122	344	37	3	-	159
Painel	Total	734	371	268	103	296	15	9	-	43
	Urbana	276	274	260	14	2	-	-	-	-
	Rural	458	97	8	89	294	15	9	-	43
São José do Cerrito	Total	2.920	845	802	43	1.682	206	53	5	129
	Urbana	767	752	745	7	15	-	-	-	-
	Rural	2.153	93	57	36	1.667	206	53	5	129
Urupema	Total	793	729	408	321	42	13	2	-	7
	Urbana	386	383	383	-	3	-	-	-	-
	Rural	407	346	25	321	39	13	2	-	7

Fonte: IBGE, 2019.

7.4.3.2 Energia elétrica

Os municípios da Bacia do rio Caveiras são atendidos pela CELESC-Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A., uma sociedade de economia mista, que atua em quase 92% do território catarinense (CELESC, 2015). Quanto à existência de energia elétrica, a tabela abaixo apresenta os dados, de acordo com a situação de domicílio.

Tabela 153- Existência de energia elétrica nos municípios, em 2010.

Município	Situação do domicílio	Total	Tinham	Não tinham
Campo Belo do Sul	Total	2.324	2.271	53
	Urbana	1.350	1.343	7
	Rural	974	928	46
Capão Alto	Total	909	900	9
	Urbana	301	299	2
	Rural	608	601	7
Cerro Negro	Total	1.100	1.096	4
	Urbana	249	249	-
	Rural	851	847	4
Correia Pinto	Total	4.568	4.543	25
	Urbana	3.758	3.746	12
	Rural	810	797	13
Lages	Total	49.302	49.073	229
	Urbana	48.380	48.157	223
	Rural	922	916	6
Painel	Total	734	729	5
	Urbana	276	275	1
	Rural	458	454	4
São José do Cerrito	Total	2.920	2.879	41
	Urbana	767	753	14
	Rural	2.153	2.126	27
Urupema	Total	793	789	4
	Urbana	386	385	1
	Rural	407	404	3

Fonte: IBGE, 2019.

7.4.3.3 Sistema de transporte

O principal sistema de transporte da região é o rodoviário, como em todo o estado de Santa Catarina que possui aproximadamente 62.616 km de rodovias. As

rodovias que cortam os municípios do estudo, segundo informações do SEBRAE (2013) são:

⇒ Campo Belo do Sul: SC 458 e SC 459;

⇒ Capão Alto: SC 458 BR 11;

⇒ Cerro Negro: SC 458;

⇒ Correia Pinto: SC 458;

⇒ Lages: SC 425 e SC 438 BR 116 e BR 28;

⇒ Painel: SC 438 e SC 439;

⇒ São José do Cerrito: SC 457, SC 459 e BR282;

⇒ Urupema: SC 439.

Tabela 154- Distância dos municípios em relação as capitais do Sul do Brasil em km.

Distância em km	Florianópolis - SC	Curitiba - PR	Porto Alegre - RS
Campo Belo do Sul	282	377	305
Capão Alto	254	389	301
Cerro Negro	290	381	326
Correia Pinto	234	331	343
Lages	219	349	320
Painel	212	366	346
São José do Cerrito	261	347	341
Urupema	186	352	362

Fonte: SEBRAE, 2013.

As cidades analisadas não possuem portos. Quanto ao sistema viário, de acordo com dados da Secretaria de Estado da Infraestrutura de Santa Catarina (2017), o aeroporto mais próximo se localiza em Lages, Aeroporto Antônio Correia Pinto de Macedo, que opera voos da companhia Azul até Curitiba.

7.4.3.4 Comunicação

Os principais meios de comunicação do município estão dispostos conforme descrito a seguir:

Campo Belo do Sul

⇒ Rádios comunitárias: Associação Radio Fusão Comunitária de Campo Belo do Sul;

⇒ Emissoras de TV: Rede Globo, Rede Vida, Cultura, Rede Record, Record News, Bandeirantes TV e SBT;

⇒ Agência de Correio: 1.

Capão Alto

⇒ Emissoras de TV: Rede Globo, Rede Vida, Rede Record, Record News, Bandeirantes TV e SBT;

⇒ Agência de Correio: 1.

Cerro Negro

⇒ Emissoras de TV: Rede Globo, Rede Vida, Rede Record, Record News, Bandeirantes TV e SBT;

⇒ Agência de Correio: 1.

Correia Pinto

⇒ Jornais: Jornal Nossa Terra

⇒ Emissoras de TV: Rede Globo, Rede Vida, Rede Record, Record News, Bandeirantes TV e SBT;

⇒ Agência de Correio: 1.

Lages

⇒ Jornais: Correio Lageano, Gazeta Serrana, Jornal da Fruta, Jornal Destaque Catarina, Jornal O Momento, Jornal Vitrine Lageana e Serra Catarinense;

⇒ Rádios FM: JPB Empresa Jornalística LTDA, Rádio FM Nevasca LTDA, Rádio Princesa LTDA, Rádio Pantera LTDA, Rádio UDESC de Lages;

⇒ Rádios AM: Rádio Clube de Lages LTDA, Rádio Araucária LTDA, Socied. Boa Vista de Comunicações LTDA e Rádio Princesa LTDA.

⇒ Rádios Comunitárias: Associação e Movimento Comunitário Rádio Paz Serrana FM

⇒ Emissoras de TV: Rede Globo, Rede Vida, Rede Record, Record News, Bandeirantes TV e SBT;

⇒ Agência de Correio: 5.

Painel

⇒ Emissoras de TV: Rede Globo, Rede Vida, Rede Record, Record News, Bandeirantes TV e SBT

⇒ Agência de Correio: 1.

São José do Cerrito

⇒ Emissoras de TV: Rede Globo, Rede Vida, Rede Record, Record News, Bandeirantes TV e SBT

⇒ Agência de Correio: 1.

Urupema

⇒ Emissoras de TV: Rede Globo, Rede Vida, Rede Record, Record News, Bandeirantes TV e SBT

⇒ Agência de Correio: 1.

7.4.4 Saúde

A análise do desempenho municipal em relação aos aspectos ligados à saúde foi associada ao acompanhamento de indicadores demográficos, natalidade e mortalidade, bem como ao mapeamento dos recursos físicos e humanos disponíveis.

Tabela 155: Longevidade, mortalidade e fecundidade dos municípios, em 2010.

Municípios	Esperança de vida ao nascer	Mortalidade infantil	Mortalidade até 5 anos de idade	Taxa de fecundidade	Taxa de envelhecimento
Campo Belo do Sul	71,05	19,9	23,25	2,05	8,51
Capão Alto	72,74	17	19,89	2,29	10,46

Municípios	Esperança de vida ao nascer	Mortalidade infantil	Mortalidade até 5 anos de idade	Taxa de fecundidade	Taxa de envelhecimento
Cerro Negro	74,75	13,9	16,3	2,05	9,72
Correia Pinto	73,21	16,2	19	2,09	6,83
Lages	77,04	10,71	12,62	1,68	7,71
Painel	73,45	15,9	18,57	1,94	9,9
São José do Cerrito	74,61	14,1	16,54	1,9	10,59
Urupema	74,4	14,4	16,89	1,68	9,31

Fonte: Atlas Brasil 2019.

Ao fazer uma comparação entre as cidades da bacia, observamos que Lages, o município mais populoso e com maior taxa de urbanização também apresenta a maior esperança de vida e menores taxas de mortalidade infantil. Enquanto Campo Belo do Sul apresenta a menor esperança de vida ao nascer e maiores taxas de mortalidade infantil.

Abaixo estão os estabelecimentos de saúde cadastrados, em julho de 2019, pelo Ministério da Saúde, no CNES - Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde do Brasil. Segundo a pesquisa, em Cerro Negro não há estabelecimentos de saúde cadastrado.

Tabela 156- Estabelecimento de saúde nos municípios do estudo, julho de 2019.

Município	Campo Belo do Sul	Capão Alto	Correia Pinto	Lages	Painel	São José do Cerrito	Urupema	Total
Academia da Saúde	1	1	-	2	-	-	-	4
Central de Regulação	1	1	1	2	1	1	1	8
Central de Regulação Médica das Urgências	-	-	-	1	-	-	-	1
CAPS	-	-	-	3	-	-	-	3
Centro de Saúde/ UBS	1	1	1	29	1	2	1	36
Clínica Especializada/ Ambulatório Especializado	2	1	3	77	-	1	1	85
Consultório	3	-	7	564	-	-	-	574
Farmácia	-	-	-	1	-	-	-	1

Município	Campo Belo do Sul	Capão Alto	Correia Pinto	Lages	Painel	São José do Cerrito	Urupema	Total
Hospital Especializado	-	-	-	1	-	-	-	1
Hospital Geral	1	-	1	2	-	-	-	4
Policlínica	-	-	-	3	-	-	-	3
Posto de Saúde	2	-	3	-	1	-	-	6
Pronto Atendimento	-	-	-	1	-	-	-	1
Secretaria de Saúde	1	1	1	2	1	1	1	8
Unidade de Apoio a Diagnose e Terapia	1	-	3	44	-	-	-	48
Unidade de Vigilância em Saúde	-	-	-	1	-	-	-	1
Unidade Mista	-	-	-	2	-	-	-	2
Unidade Móvel de Nível Pré-Hosp.-Urgência/ Emergência	1	-	-	2	-	1	-	4
Unidade Móvel Terrestre	-	-	-	2	-	-	-	2
Total	**14**	**5**	**20**	**739**	**4**	**6**	**4**	**792**

Fonte: CNES, 2019.

Com relação aos leitos hospitalares de internação identificados no mês de dezembro de 2019, em Campo Belo do Sul haviam em dezembro de 2019 32 leitos, em Correia Pinto 33 e em Lages 438, sendo está a cidade polo com relação ao atendimento na saúde, 739 estabelecimentos de saúde.

7.4.5 Educação

Os dados sobre a educação contribuem para avaliar a qualidade de vida da população. Para isso são analisadas informações consideradas importantes, como números de escolas e de alunos matriculados. Estes são apresentados na tabela abaixo, segundo dados do IBGE.

Tabela 157- Número de alunos e matrículas nos municípios do estudo, em 2018.

Municípios	Matrículas			Escolas		
	Ensino infantil	Ensino fundamental	Ensino médio	Ensino infantil	Ensino fundamental	Ensino médio
Campo Belo do Sul	320	989	249	11	14	2

Municípios	Matrículas			Escolas		
	Ensino infantil	Ensino fundamental	Ensino médio	Ensino infantil	Ensino fundamental	Ensino médio
Capão Alto	127	352	87	1	2	1
Cerro Negro	160	469	111	5	5	1
Correia Pinto	897	2.131	560	19	14	3
Lages	9.055	21.142	5.669	116	87	25
Painel	108	284	66	2	2	1
São José do Cerrito	264	1.083	378	16	18	4
Urupema	99	337	102	3	3	1

Fonte: IBGE, 2019.

Outro índice de fundamental importância para a compreensão da educação é o IDEB-Índice de Desenvolvimento da Educação Básica que é calculado a partir de dois componentes: taxa de rendimento escolar e a média de desempenho nos exames padronizados aplicados pelo INEP. Este índice permite traçar metas de qualidade educacional. A tabela abaixo aponta o IDEB nos municípios do estudo, pode-se observar que no 5° ano, o município com maior nota foi Capão Alto e o menor Painel, do 9° ano o Campo Belo do Sul recebeu a maior nota e a menor foi Cerro Negro no 3° ano do Ensino Médio São José do Cerrito obteve a maior nota e Campo Belo no Sul a menor.

Tabela 158- IDEB nos municípios do estudo, em 2017.

Municípios	5° ano	9° ano	3° ano EM
Campo Belo do Sul	5.3	5.1	2.4
Capão Alto	5.9	4.5	-
Cerro Negro	4.8	3.6	-
Correia Pinto	5.1	4.3	2.6
Lages	5.4	4.2	3.2
Painel	4.7	4.2	-
São José do Cerrito	5.5	4.3	3.4
Urupema	5.5	4.5	-

Fonte: INEP/IDEB, 2019.

7.4.6 Economia

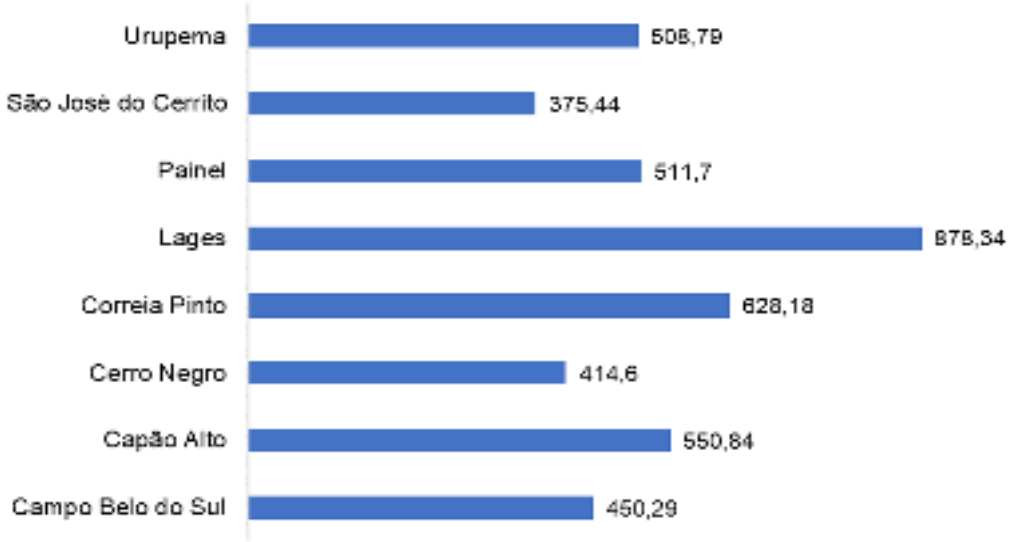
Neste capítulo é apresentada uma visão geral dos municípios sob o ponto de vista econômico nos últimos anos. Foram analisados aspectos como produto interno

bruto, balança comercial, valor adicionado fiscal, volume de empresas e empregos, renda da população, finanças públicas e setores da economia.

7.4.6.1 Renda e índice de Gini

A figura abaixo exibe a renda *per capita* dos municípios em valores reais, no ano de 2010. Em comparação com o Brasil, no mesmo período, a renda *per capita* era de 793,87 o que configura os municípios abaixo da média nacional, com exceção de Lages.

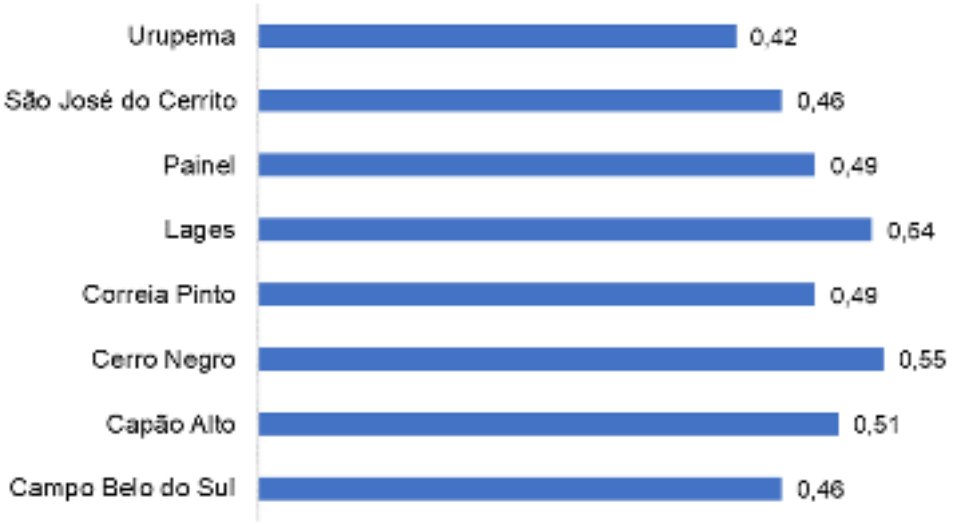
Figura 442- Renda per capita por municípios, em 2010.



Fonte: Atlas Brasil, 2019.

Na sequência é apresentado o Índice de Gini. O índice é usado para medir o grau de concentração de renda, que numericamente varia de 0 a 1, sendo que 0 representa a situação de total igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda e o valor 1 significa completa desigualdade de renda, ou seja, se uma só pessoa detém toda a renda do lugar (Atlas Brasil 2013 Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2019).

Figura 443- Índice de Gini, 2010.



Fonte: Atlas Brasil, 2019.

7.4.6.2 PIB

O Produto Interno Bruto – PIB constitui-se em um importante indicador econômico, expressando e quantificando a evolução e composição das atividades econômicas de um determinado lugar, definido como a soma de todas as riquezas produzidas em um determinado período e um determinado local. Abaixo segue o PIB dos municípios, no ano de 2016 e a posição em relação aos demais municípios do estado de Santa Catarina.

Tabela 159- PIB e Ranking

Municípios	PIB per capita	Posição no Estado
Campo Belo do Sul	28.969,61	145°
Capão Alto	38.863,63	252°
Cerro Negro	25.694,57	219°
Correia Pinto	42.362,66	85°
Lages	29.930,95	8°
Painel	24.399,02	270°
São José do Cerrito	31.512,08	109°
Urupema	26.514,13	263°

Fonte: Atlas Brasil, 2019.

7.4.6.3 Setores da economia

A Bacia do rio Caveiras pertence a região da Serra Catarinense que possui um forte perfil agrícola, com destaque para a maior produção estadual de maçã, pera, alho, feijão e batata-inglesa. Também se destaca na expressividade de sua produção florestal (reflorestamento de pinus), fator decisivo para a alavancagem e consolidação dos segmentos de celulose e papel, madeireiro e moveleiro (SEBRAE, 2013).

Figura 444- Atividade de silvicultura, margem esquerda do rio Caveiras, município de Painel



Fone: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 445- Vista das áreas agricultáveis na margem esquerda do rio Caveiras, município de Painel



Fone: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 446- Pastagem e bovinocultura na margem direita do rio Caveiras, município de Lages



Fone: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 447- Áreas agricultáveis e pastagens próximas das margens do rio Caveiras, entre os municípios de Painel e Lages



Fone: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 448- Áreas de reflorestamento em meio ao cultivo agrícola, ao longo do trecho do rio Caveiras, Lages.



Fone: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 449- Trecho do rio Caveiras Lages e São José do Cerrito



Fone: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Na sequência são apresentadas informações relativas às atividades econômicas dos municípios do estudo, segundo dados das prefeituras.

⇒ Campo Belo do Sul: sua economia tem como base a cultura agrosilvopastoril, com destaque para a silvicultura da fazenda florestal gateados com a maior área reflorestada do sul do país;

⇒ Capão Alto: tem na agricultura e pecuária a base da sua economia. Produz maçã, milho, feijão, soja, hortaliças, gado leiteiro e de corte, além de aves e suínos. Atualmente, está em desenvolvimento a piscicultura, com a criação de trutas e carpas e também a apicultura. Sua área reflorestada é extensa, fornecendo matéria prima para a indústria madeireira e papeleira da região.

⇒ Cerro Negro: tem sua economia baseada na agricultura, principalmente no plantio de milho, soja e feijão. Também se destaca pelo artesanato em couro;

⇒ Correia Pinto: a principal atividade econômica é o cultivo de madeira, com extensas áreas de reflorestamento;

⇒ Lages: é líder estadual na criação de bovinos e o maior produtor de toras de pinus para uso na produção de papel e celulose. É o segundo na produção de lenha de pinus, 4º de pinhão, 6º produtor de caqui, 10º de feijão, 11º de maçã, 16º de milho e o 20º produtor estadual de soja (SEBRAE, 2017);

⇒ Painel: seu destaque econômico está baseado na fruticultura, silvicultura, turismo rural, piscicultura, apicultura, agricultura e pecuária;

⇒ São José do Cerrito: com base na agricultura, o município é um dos maiores produtores de feijão de Santa Catarina;

⇒ Urupema: as principais fontes da economia advêm da atividade agropecuária (maçã, batata, moranga), pecuária de corte e leite, produção de produtos orgânicos e truticultura.

A tabela abaixo exibe a produção de lavouras temporárias nos municípios da bacia, em 2017, segundo dados do IBGE. Conforme mostra, predomina a produção de feijão e grãos, como milho e soja.

Tabela 160- Lavoura temporária nos municípios do estudo, em 2017.

Produtos	Variável	Campo Belo do Sul	Capão Alto	Cerro Negro	Correia Pinto	Lages	Painel	São José do Cerrito	Urupema
Alho	Área plantada	-	2	-	2	5	-	15	-
	Quantidade produzida	-	20	-	20	60	-	180	-
	Valor da produção	-	170	-	170	360	-	900	-
Arroz (em casca)	Área plantada	3	-	2	-	-	-	-	-
	Quantidade produzida	6	-	4	-	-	-	-	-
	Valor da produção	4	-	2	-	-	-	-	-
Batata-inglesa	Área plantada	10	50	5	70	40	20	-	120
	Quantidade produzida	250	1.250	100	1.750	1.000	240	-	2.520
	Valor da produção	200	1.000	80	1.400	550	168	-	1.008
Cebola	Área plantada	-	10	-	15	10	1	300	5
	Quantidade produzida	-	250	-	375	250	15	7.500	150
	Valor da produção	-	250	-	375	250	12	6.750	120
Feijão (em grão)	Área plantada	1.500	270	1.250	200	1.200	100	3.000	70
	Quantidade produzida	4.500	567	2.625	420	3.096	120	7.200	126
	Valor da produção	10.200	1.175	5.754	1.050	8.480	300	16.560	315
Fumo (em folha)	Área plantada	28	-	51	-	6	-	30	-
	Quantidade produzida	70	-	107	-	14	-	61	-
	Valor da produção	658	-	1.006	-	126	-	567	-
Mandioca	Área plantada	-	-	-	-	15	-	-	-
	Quantidade produzida	-	-	-	-	270	-	-	-
	Valor da produção	-	-	-	-	243	-	-	-
Melancia	Área plantada	-	-	-	10	-	-	5	-
	Quantidade produzida	-	-	-	300	-	-	150	-
	Valor da produção	-	-	-	180	-	-	83	-
Milho (em grão)	Área plantada	5.000	2.700	4.500	1.400	4.300	300	5.000	130
	Quantidade produzida	50.000	22.680	35.100	10.080	41.280	1.260	36.000	624
	Valor da produção	19.000	9.072	13.338	3.730	16.512	529	13.860	262
Soja (em grão)	Área plantada	12.500	5.000	4.700	6.500	7.000	200	5.000	-

Produtos	Variável	Campo Belo do Sul	Capão Alto	Cerro Negro	Correia Pinto	Lages	Painel	São José do Cerrito	Urupema
	Quantidade produzida	48.750	18.000	16.920	23.400	28.000	720	19.500	-
	Valor da produção	48.750	18.000	16.920	25.740	28.000	720	19.500	-
Tomate	Área plantada	3	-	-	-	9	-	12	1
	Quantidade produzida	150	-	-	-	540	-	840	20
	Valor da produção	210	-	-	-	419	-	714	24
Trigo (em grão)	Área plantada	400	200	100	100	150	-	150	-
	Quantidade produzida	1.440	720	360	360	630	-	450	-
	Valor da produção	792	396	198	198	347	-	248	-

Legenda: Área plantada (ha), quantidade produzida (t), valor da produção (Mil Reais)
Fonte: IBGE, 2019.

Na lavoura permanente, apresentada na sequência, destaca a produção de maçã e uva nos municípios.

Tabela 161- Lavoura permanente nos municípios do estudo, em 2017.

Produtos	Variável	Campo Belo do Sul	Capão Alto	Cerro Negro	Correia Pinto	Lages	Painel	São José do Cerrito	Urupema
Caqui	Área destinada à colheita	2	-	-	-	9	-	5	-
	Rendimento médio da produção	10.000	-	-	-	15.000	-	15.000	-
	Valor da produção	16	-	-	-	135	-	75	-
Erva-mate (folha verde)	Área destinada à colheita	-	-	8	-	8	-	15	-
	Rendimento médio da produção	-	-	9.000	-	9.000	-	9.000	-
	Valor da produção	-	-	58	-	58	-	108	-
Goiaba	Área destinada à colheita	-	-	-	-	-	1	-	-
	Rendimento médio da produção	-	-	-	-	-	6.000	-	-
	Valor da produção	-	-	-	-	-	6	-	-
Laranja	Área destinada à colheita	-	-	15	-	-	-	-	-
	Rendimento médio da	-	-	15.000	-	-	-	-	-

Produtos	Variável	Campo Belo do Sul	Capão Alto	Cerro Negro	Correia Pinto	Lages	Painel	São José do Cerrito	Urupema
	produção								
	Valor da produção	-	-	225	-	-	-	-	-
Maçã	Área destinada à colheita	120	11	-	117	160	362	5	512
	Rendimento médio da produção	45.000	35.000	-	35.000	42.000	45.000	40.000	55.500
	Valor da produção	5.724	443	-	5.733	7.392	19.548	240	34.099
Pera	Área destinada à colheita	13	-	-	-	3	-	2	-
	Rendimento médio da produção	12.000	-	-	-	20.000	-	20.000	-
	Valor da produção	390	-	-	-	138	-	80	-
Pêssego	Área destinada à colheita	-	-	-	-	13	-	-	-
	Rendimento médio da produção	-	-	-	-	15.000	-	-	-
	Valor da produção	-	-	-	-	273	-	-	-
Uva	Área destinada à colheita	14	7	15	-	15	2	5	17
	Rendimento médio da produção	8.000	10.000	15.000	-	9.000	10.000	12.000	6.000
	Valor da produção	538	245	675	-	540	40	120	357

Legenda: Área plantada (ha), quantidade produzida (t), valor da produção (Mil Reais)
Fonte: IBGE, 2019.

Com relação a pecuária, as tabelas a seguir exibem informações relativas ao efetivo rebanho, com destaque para o rebanho de bovinos, e a produção de origem animal, onde predomina o mel de abelha e em seguida o leite.

Tabela 162- Efetivo dos rebanhos nos municípios, 2017.

Tipo de rebanho	Campo Belo do Sul	Capão Alto	Cerro Negro	Correia Pinto	Lages	Painel	São José do Cerrito	Urupema
Bovino	32.115	35.661	18.708	30.370	101.414	37.110	48.847	22.063
Bubalino	60	180	6	0	170	15	13	1
Equino	1.500	1.690	650	1.200	6.500	1.250	1.700	1.050
Suíno - total	1.890	1.100	2.000	1.600	2.560	1.300	4.100	580

Tipo de rebanho	Campo Belo do Sul	Capão Alto	Cerro Negro	Correia Pinto	Lages	Painel	São José do Cerrito	Urupema
Suíno - matrizes de suínos	600	200	700	500	490	200	550	130
Caprino	200	40	100	180	75	60	300	5
Ovino	2.000	3.200	1.000	1.600	12.000	3.200	3.000	650
Galináceos - total	12.000	6.200	10.000	80.000	60.000	3.800	25.000	1.800
Galináceos - galinhas	4.200	2.100	3.000	45.000	49.300	900	7.000	500
Codornas	120	150	30	10	500	-	60	14

Fonte: IBGE, 2019.

Tabela 163- Produção de origem animal, por tipo de produto, 2017.

Produto	Variável	Campo Belo do Sul	Capão Alto	Cerro Negro	Correia Pinto	Lages	Painel	São José do Cerrito	Urupema
Leite	Produção (Mil litros)	1.920	1.580	1.000	1.700	6.000	460	2.900	1.260
	Valor da produção (Mil Reais)	1.920	1.580	1.000	1.700	6.000	552	2.755	1.260
Ovos de galinha	Produção (Mil dúzias)	38	21	27	428	789	9	69	4
	Valor da produção (Mil Reais)	170	84	122	1.924	2.761	38	274	22
Ovos de codorna	Produção (Mil dúzias)	3	3	1	0	6	-	1	0
	Valor da produção (Mil Reais)	13	13	3	1	24	-	6	1
Mel de abelha	Produção (kg)	10.000	20.000	15.000	5.000	20.000	5.000	22.000	32.000
	Valor da produção (Mil Reais)	150	300	225	75	300	70	308	384
Lã	Produção (kg)	3.200	5.000	1.200	2.320	20.000	4.450	4.100	1.050
	Valor da produção (Mil Reais)	10	15	4	7	60	11	10	3

Fonte: IBGE, 2019.

Os municípios também se sobressaem na aquicultura, com produção principal de carpa, tilápia e truta, conforme mostra a tabela a seguir.

Tabela 164- Produção da aquicultura, por tipo de produto, 2017.

Produto	Variável	Campo Belo do Sul	Capão Alto	Cerro Negro	Correia Pinto	Lages	Painel	São José do Cerrito	Urupema

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

Produto	Variável	Campo Belo do Sul	Capão Alto	Cerro Negro	Correia Pinto	Lages	Painel	São José do Cerrito	Urupema
Carpa	Produção (kg)	12.000	80.000	28.000	15.000	46.000	25.000	18.000	5.000
	Valor da produção (Mil Reais)	54	360	126	68	207	113	81	23
Dourado	Produção (kg)	-	-	160	-	-	-	-	-
	Valor da produção (Mil Reais)	-	-	1	-	-	-	-	-
Jatuarana, piabanha e piracanjuba	Produção (kg)	1.200	-	-	-	-	-	-	-
	Valor da produção (Mil Reais)	5	-	-	-	-	-	-	-
Lambari	Produção (kg)	-	500	-	-	4.300	-	-	700
	Valor da produção (Mil Reais)	-	4	-	-	30	-	-	5
Piau, piapara, piauçu, piava	Produção (kg)	-	-	-	-	-	-	-	2.800
	Valor da produção (Mil Reais)	-	-	-	-	-	-	-	25
Pintado, cachara, cachapira e pintachara, surubim	Produção (kg)	-	60	-	-	-	-	-	-
	Valor da produção (Mil Reais)	-	0	-	-	-	-	-	-
Tilápia	Produção (kg)	6.000	6.000	42.000	-	35.000	-	6.000	-
	Valor da produção (Mil Reais)	42	42	294	-	245	-	39	-
Traíra e trairão	Produção (kg)	1.800	1.500	2.300	400	2.400	600	-	-
	Valor da produção (Mil Reais)	13	9	13	2	12	3	-	-
Truta	Produção (kg)	-	-	-	-	16.000	145.000	-	65.000
	Valor da produção (Mil Reais)	-	-	-	-	112	1.233	-	650
Outros peixes	Produção (kg)	6.000	12.000	18.000	2.500	18.000	2.600	6.000	4.200
	Valor da produção (Mil Reais)	27	60	81	13	81	13	33	29

Fonte: IBGE, 2019.

7.4.6.4 Turismo

Os municípios do estudo fazem parte da Serra Catarinense, região formada por 17 municípios sendo a maioria com menos de 20 mil habitantes. Em todos eles, o turismo rural predomina. (Turismo Santa Catarina, 2019).

Campo Belo do Sul se destaca pelo enoturismo, também o turismo rural e religioso.

Figura 450- Vinícola Abreu Garcia, aberta ao público



Fonte: Vinícola Abreu Garcia, 2019.

Figura 451- Vinícola Abreu Garcia, vista do sítio arqueológico e da capela



Fonte: NSC, 2019.

Figura 452- Vista de Campo Belo do Sul



Fonte: Prefeitura Municipal de Campo Belo do Sul, 2019.

Figura 453- Despraiado Scotti



Fonte: Prefeitura Municipal de Campo Belo do Sul, 2019.

A região de Capão Alto propicia atividades de esportes náuticos e pesca. O município de Cerro Negro caracteriza-se pelo turismo rural e religioso.

Correia Pinto apresenta belas paisagens com rios, cascatas, águas termais e sulfurosas. Entre suas atrações estão a Cascata do Cerro Pelado, com uma queda de 30 m e paredão com quase 100 m de altura, utilizada como ponto de rapel,

também a Confraria do Monge, em homenagem ao monge João Maria de Agostinho, local com restaurante, trilha ecológica com passagens que contam a história do monge e uma estátua esculpida em pedra arenito.

Figura 454- Vista de Correia Pinto



Fonte: Prefeitura Municipal de Correia Pinto, 2019.

Figura 455- Estátua do monge João Maria de Agostinho



Fonte: Prefeitura Municipal de Correia Pinto, 2019.

Lages é conhecida nacionalmente como a Capital do Turismo Rural e a Terra da Festa do Pinhão, evento que ocorre no mês de junho e reúne atrações musicais, além de gastronomia típica da região e apresentações culturais, bem como as praças, formando belos cenários na paisagem do município. Anualmente mais de 900 mil turistas visitam a cidade.

Figura 456- Vista da Catedral de Lages



Fonte: Prefeitura Municipal de Lages, 2019

Figura 457- Prefeitura do município de Lages



Fonte: Prefeitura Municipal de Lages, 2019.

Figura 458- 31ª Festa Nacional do Pinhão



Fonte: Festa do Pinhão, 2019.

Figura 459- Morro da Cruz, vista de Lages



Fonte: Viagens Caminho, 2019

Painel se caracteriza pelo turismo rural. Entre o município e Lages destaca-se uma área com potencial turístico local propriedade particular, conhecida como "garganta do diabo".

Figura 460- Garganta do Diabo



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

São José do Cerrito também se destaca no turismo religioso e turismo rural. De acordo com informações da Prefeitura Municipal, na localidade, próxima à ponte sobre o rio Caveiras, há belas cascatas. Bom lugar para banhos de rio e piqueniques em família.

Figura 461- Potencial turístico-Ponte sob o rio Caveiras







Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Urupema é considerada uma das cidades mais frias do país, é conhecida como a "capital catarinense da truta", um dos poucos locais do mundo a criar no riacho (Rio Caronas), bem no centro da cidade, a sensível Truta Arco-íris. Este cenário vem sendo complementado com o crescente cultivo de flores, como tulipas e lírios.

Figura 462- Vista da cidade de Urupema



Fonte: Prefeitura Municipal de Urupema, 2019.

Figura 463- Ocorrência de neve em Urupema



Fonte: Guia do Turismo Brasil, 2019.

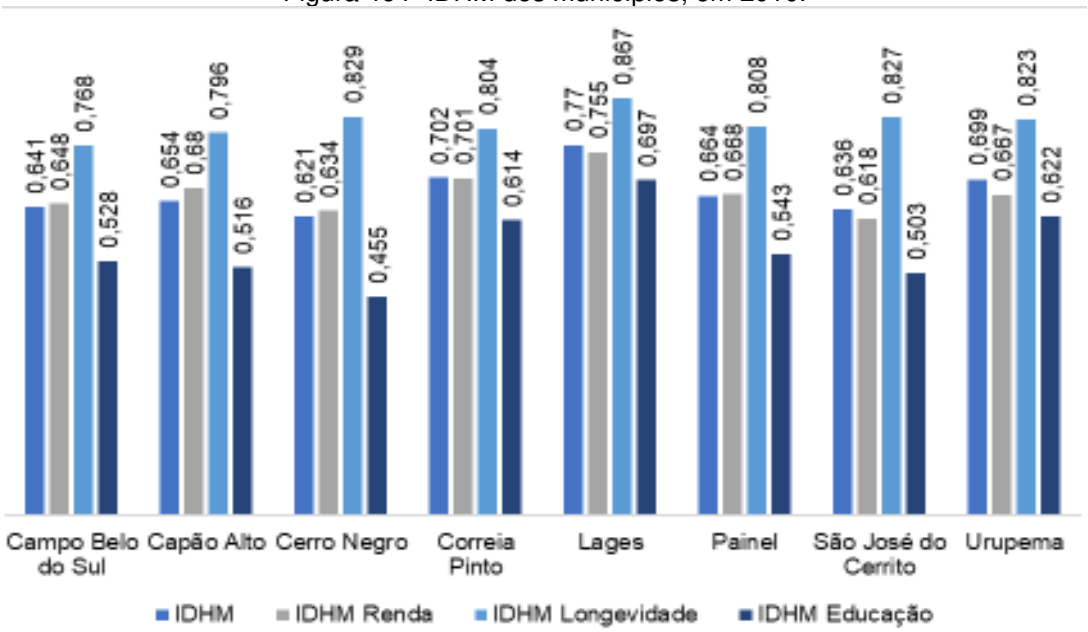
7.4.7 Modos de Vida

7.4.7.1 Indicadores do desenvolvimento humano

O Índice de Desenvolvimento Humano é uma medida essencial utilizada para avaliar a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico de uma população. Já o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) permite comparar municípios brasileiros entre si através de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1 e quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano (PNUD, 2019).

A tabela abaixo apresenta o IDHM dos municípios no ano de 2010, servindo como comparativo entre os mesmos.

Figura 464- IDHM dos municípios, em 2010.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

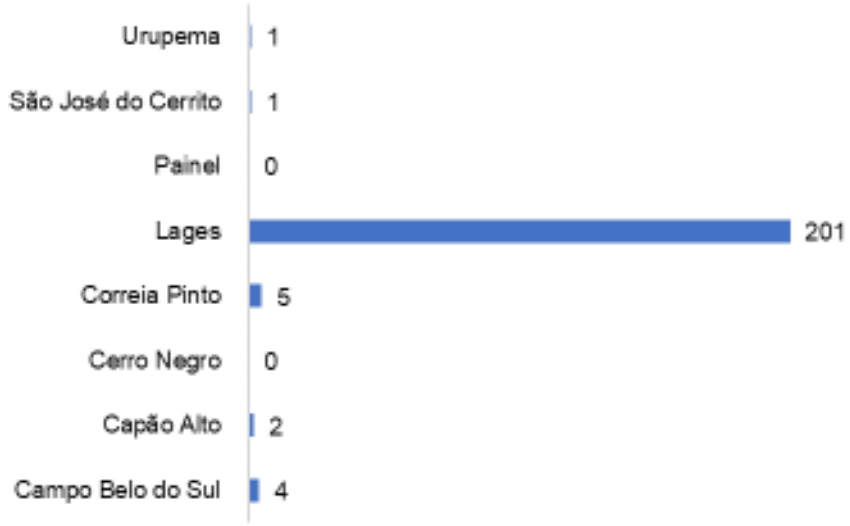
Conforme descrito na tabela, Lages possui os melhores resultados quanto ao IDHM nas três dimensões do desenvolvimento humano.

7.4.7.2 População indígena, quilombola e assentamentos

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em seu último censo realizado em 2010, totalizou a população indígena em Santa Catarina em 16.041 pessoas, o que inclui os indígenas que vivem nas Terras Indígenas – TIs (zonas rurais) e aqueles que vivem nas cidades (zonas urbanas).

Nos municípios do estudo é pequeno o número de residentes que se declararam indígenas, conforme mostra o gráfico na sequência. Também não há terras indígenas nos respectivos municípios, segundo dados da FUNAI, 2019.

Figura 465- Residentes que se declararam indígenas nos municípios, em 2010.



Fonte: IBGE, 2019.

Quanto a população quilombola, não há registro de comunidades nos municípios do estudo. Com relação aos assentamentos, a tabela abaixo apresenta informações referente aos mesmos, nota-se que há registro em 3 municípios do estudo (INCRA, 2019).

Tabela 165- Assentamentos - Informações Gerais, 2017.

Nome PA	Município	Capacidade	Famílias assentadas	Área PA	Data Criação
PRB CAMPO BELO DO SUL	Campo Belo do Sul	37	35	799,5644	17/08/2007
PA 17 DE ABRIL	Campo Belo do Sul	41	41	907,0624	21/08/2008
PRB CERRO NEGRO II	Cerro Negro	13	10	310,1523	17/08/2007
PRB CERRO NEGRO I	Cerro Negro	18	18	411,6	17/08/2007
PA PATRIA LIVRE	Correia Pinto	70	70	1.169,03	22/12/2006
PA 25 DE MARÇO	Correia Pinto	70	49	1.314,15	15/04/2009

Fonte: INCRA, 2020.

7.4.8 Caracterização não interventiva do Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural

Patrimônio cultural é, de acordo com o artigo 216 da Constituição Federal, um conjunto de bens materiais ou imateriais, tomados individualmente ou em conjunto,

que sejam referência identidade, ação, memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:

I - as formas de expressão;

II - os modos de criar, fazer e viver;

III - as criações científicas, artísticas e tecnológicas;

IV - as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;

V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

O intuito dessa análise é caracterizar e contextualizar os aspectos históricos e arqueológicos, identificando os sítios arqueológicos e os bens imóveis tombados a nível estadual e federal, na Bacia do rio Caveiras. As informações desse capítulo foram obtidas exclusivamente através de levantamento bibliográfico.

7.4.8.1 Patrimônio arqueológico

Santa Catariana possui um grande potencial no que se refere aos vestígios arqueológicos. Até o ano de 2019 foram cadastrados no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos- CNSA 1754 registros de sítios arqueológicos.

As primeiras evidências dos povoamentos mais antigos em território catarinense remontam a cerca de 10.000 A.P. e estão relacionados a grupos caçadores-coletores da Tradição Umbu, no Vale do Rio Uruguai e 8.500 A.P. relacionados aos pescadores caçadores-coletores, construtores de sambaquis do litoral catarinense. Mais tarde vieram os ceramistas Jê, Xokleng e Kaingang.

Estudos realizados no estado apontam a existência de cinco culturas arqueológicas pré-históricas: o caçadores-coletores, Tradição Umbu, Tradição Humaitá; os pescadores-coletores dos sambaquis, Tradição Sambaquiana; os ceramistas-horticultores, Tradição Taquara-Itararé; e os ceramistas-horticultores Guarani, Tradição Tupi-guarani.

Dentre as culturas citadas, existem indícios que a região da Serra Catarinense era ocupada por indígenas da tradição Taquara-Itararé associadas às populações proto-Jê Meridionais, estes considerados por arqueólogos como

ancestral dos índios Kaingang e Xokleng. As provas mais antigas dessa tradição datam de 270 anos antes de Cristo, conforme registros arqueológicos encontrados nas áreas dos rios Pelotas e Canoas em Santa Catarina. Entretanto com a passagem das tropas, seguido da instalação de colonos na região, foi modificando o sistema dos povos que ali viviam, que acabaram sendo reclusos em reservas ou terras indígenas.

Durante a realização do levantamento bibliográfico específico buscou-se a identificação de sítios arqueológicos, junto ao CNSA- Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos do IPHAN, que se encontrassem nos municípios do estudo, os quais estão discriminados na tabela abaixo. Os municípios que possuem registros são Campo Belo do Sul, com 50 registros, Correia Pinto com três, Lages com 29, Painel com sete e São José do Cerrito com 19 registros.

Tabela 166- Sítios arqueológicos identificados no CNSA.

Município/ Bacia	Nome do sítio	Tipo
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Abreu & Garcia	Aterro, cerrito, teso, mound (Marajó)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Ernani Garcia	Aterro, cerrito, teso, mound (Marajó)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Valmor Baggio 1	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Valmor Baggio 2	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Valmor Baggio 3	Aterro, cerrito, teso, mound (Marajó)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Reni Camargo	Aterro, cerrito, teso, mound (Marajó)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	José Maria Rodrigues	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Gilmar da Silva	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Antônio Branco	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Divercino da Silva	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Carlos Rossetto	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Clarinda de Moraes	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Plínio Luerce	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Pedro Oliveira 2	Aterro, cerrito, teso, mound (Marajó)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Di Carle 1	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Di Carle 2	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Luís Carlos 1	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Luis Carlos 3	Aterro, cerrito, teso, mound (Marajó)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Antônio Nilson 1	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Manno Des Vale 1	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	João da Silva 2	
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Airton Ribeiro 2	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Airton Ribeiro 1	Aterro, cerrito, teso, mound (Marajó)

Município/ Bacia	Nome do sítio	Tipo
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Donisete 1	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Sítio Lítico 1	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Edmilson 1	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Edmilson 2	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Sebastião Costa	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	José Varela	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Hélio Camargo	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	João da Silva 1	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	João da Silva 3	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Celio Marques	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Valmor Baggio 6	Aterro, cerrito, teso, mound (Marajó)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Alceu de Oliveira 1	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Cassiano Matos	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Moisés	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Juvenil Moraes	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Milton da Silva	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Abreu & Garcia 2	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Travessão	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Valmor Baggio 4	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Luís Carlos 4	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Davi & Sebastião	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Antônio Nilson 2	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Pedro Oliveira 1	Aterro, cerrito, teso, mound (Marajó)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Manno Des Vale 2	Habitação (duração indeterminada)
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Valmor Baggio 5	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Ernani Garcia 3	Casa subterrânea
Campo Belo do Sul- Bacia Caveiras	Alceu de Oliveira 2	Habitação (duração indeterminada)
Correia Pinto- Bacia Uruguai	Colônia dos Alves	Acampamento
Correia Pinto- Bacia Uruguai	Agroflorestal	Habitação (duração indeterminada)
Correia Pinto- Bacia Uruguai	Armildo Befart	Habitação (duração indeterminada)
Lages- Rio Caveiras - Bacia Uruguai	Lages I	Galeria subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-1	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-2	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-5	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-6	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-7	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-8	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-15	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-16	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-17	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-18	Casa subterrânea

Município/ Bacia	Nome do sítio	Tipo
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-19	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-20	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-21	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-22	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-23	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-24	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-25	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-26	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-27	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-28	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-29	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-30	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-31	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-32	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-33	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-34	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-35	Casa subterrânea
Lages- Bacia Uruguai	SC-CL-36	Casa subterrânea
Painel- Bacia Uruguai	SC-CL-9	Casa subterrânea
Painel- Bacia Uruguai	SC-CL-10	Casa subterrânea
Painel- Bacia Uruguai	SC-CL-11	Casa subterrânea
Painel- Bacia Uruguai	SC-CL-12	Casa subterrânea
Painel- Bacia Uruguai	SC-CL-13	Casa subterrânea
Painel- Bacia Uruguai	SC-CL-14	Casa subterrânea
Painel- Bacia Pelotas	Iraci Idalino Nunes	Habitação (duração indeterminada)
São José do Cerrito	SH.UHE.SR.05	Cemitério
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.04	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.05	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.06	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.07	Casa subterrânea
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.08	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.09	Casa subterrânea
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.13	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.14	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.15	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.16	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.17	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.18	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.19	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.20	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.21	
São José do Cerrito	SPC.UHE.SR.22	
São José do Cerrito- Bacia Uruguai	Antônio Roque	Acampamento

Município/ Bacia	Nome do sítio	Tipo
	dos Anjos	
São José do Cerrito- Bacia Uruguai	Lajeado Goiabeira	Acampamento

Fonte: CNSA, 2020.

AIBH RIO CAVEIRAS - SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS

desenvolver
engenharia e meio ambiente

SÍTIO ARQUEOLÓGICO	NOME	SÍTIO ARQUEOLÓGICO	NOME
0	Sebastião Costa	21	Carlos Rossetto
1	Sítio Lítico 1	22	Valmor Baggio 5
2	Hélio Camargo	23	Alceu de Oliveira 2
3	José Varela	24	Valmor Baggio 3
4	Airton Ribeiro 1	25	Valmor Baggio 2
5	Donisete 1	26	Moisés
6	Airton Ribeiro 2	27	Valmor Baggio 1
7	Juvenil Moraes	28	Valmor Baggio 4
8	Luis Carlos 3	29	Antônio Branco
9	Cassiano Matos	30	Gilmar da Silva
10	Luís Carlos 1	31	Divercino da Silva
11	Clarinda de Moraes	32	Ernani Garcia
12	Plínio Luerce	33	Celio Marques
13	Luís Carlos 4	34	Reni Camargo
14	Davi & Sebastião	35	Abreu & Garcia 2
15	Antônio Nilson 2	36	José Maria Rodrigues
16	Alceu de Oliveira 1	37	Milton da Silva
17	Antônio Nilson 1	38	Abreu & Garcia
18	Pedro Oliveira 1	39	Ernani Garcia 3
19	Valmor Baggio 6	40	Travessão
20	Pedro Oliveira 2		

550000
600000
6950000
6900000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
LAGES
BOCAINA DO SUL
CERRO NEGRO
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA

RIO CANOAS
Rio Caveiras
Corrego do

PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
PCH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
PCH A. M. Dias
CGH Santo Antônio

0 3 6 9 12 15 18 Km
Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Legenda
- Aproveitamentos hidrelétricos
- Hidrografia
- Limite da bacia hidrográfica
- Limites municipais
- Sítios arqueológicos identificados

7.4.8.2 Patrimônio material e imaterial

A pesquisa para identificar os bens tombados nos municípios do estudo baseou-se em dados disponibilizados pelo IPHAN, quanto aos bens tombados na esfera federal e a Fundação Catarinense de Cultura, na esfera estadual.

De acordo com a Lista dos Bens Tombados e Processos em Andamento (1938 - 2019) disponibilizada no site do IPHAN, em Lages há dois bens na lista de tombo na esfera federal, a Catedral de Lages e o Colégio Aristiliano Ramos. Na esfera estadual, há 18 bens tombados no município de Lages, de acordo com a Fundação Catarinense de Cultura, nos demais não há registros.

Em relação ao patrimônio imaterial, a FCC registrou o queijo artesanal serrano (Serra Catarinense). Produzido desde meados do século XVII, o queijo artesanal é um produto que tem sua tradição mantida pelos pequenos produtores catarinenses de maneira geracional e, ao longo do tempo, tornou-se parte da identidade cultural da região serrana.

7.4.9 Caracterização da área dos aproveitamentos hidrelétricos

7.4.9.1 Características de uso e ocupação do solo

O levantamento do uso e cobertura do solo permite um diagnóstico sobre a forma e ocupação, relacionando meio físico, biótico e socioeconômico, sendo de grande importância para a compreensão das características ambientais de determinada região.

A fim de avaliar a evolução do uso do solo na Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, gerou-se o mapa de uso e ocupação do solo para o ano de 1985 e 2018, com a base de dados disponibilizados pelo MapBiomas (projeto que classifica a cobertura do uso do solo por imagens de satélite Landsat), conforme os mapas apresentados abaixo.

AIBH RIO CAVEIRAS - USO DO SOLO - MAPBIOMAS (1985)

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6950000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
CERRO NEGRO
LAGES
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
PAINEL
URUPEMA

Rio Caveiras
RIO CANOAS

PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
PCH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
CGH Santo Antônio
PCH A. M. Dias

6900000 6900000

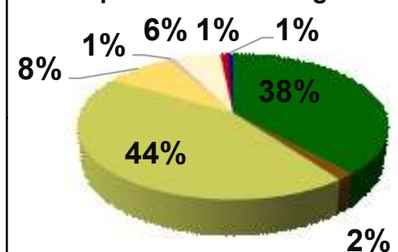
Legenda

Uso do solo - Mapbiomas

- Formação Florestal
- Reflorestamento
- Formação Campestre
- Pastagem
- Cultura Anual e Perene
- Mosaico de Agricultura e Pastagem
- Infraestrutura Urbana
- Outra Área não Vegetada
- Rio, Lago e Oceano

- Hidrografia
- Aproveitamentos hidrelétricos
- Bacia do rio Caveiras

Representatividade gráfica



0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

550000 600000

AIBH RIO CAVEIRAS - USO DO SOLO - MAPBIOMAS (2018)

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6950000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
CERRO NEGRO
LAGES
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
URUPEMA
PAINEL

Rio Caveiras
RIO CANOAS

PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
PCH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
CGH Santo Antônio
PCH A. M. Dias

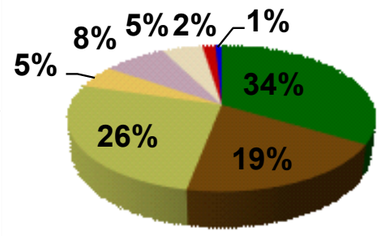
6900000 6900000

Legenda

Uso do solo - Mapbiomas

- Formação Florestal
- Reflorestamento
- Formação Campestre
- Pastagem
- Cultura Anual e Perene
- Mosaico de Agricultura e Pastagem
- Infraestrutura Urbana
- Outra Área não Vegetada
- Rio, Lago e Oceano
- Hidrografia
- Aproveitamentos hidrelétricos
- Bacia do rio Caveiras

Representatividade gráfica



0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

550000 600000

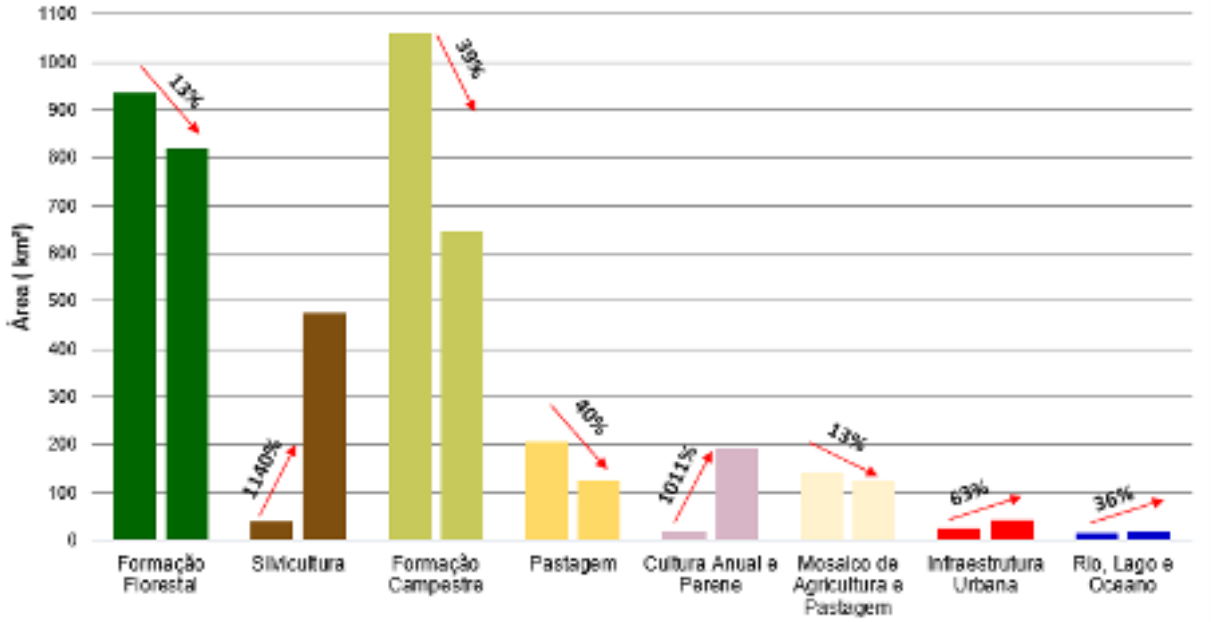
A partir dos dados gerados, é possível verificar que o ano de 1985 é caracterizado principalmente pela presença de campos e formações florestais nativas, os quais representam 44% e 38% da área total da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, respectivamente. As classes de solo menos representativas foram a de infraestrutura urbana e cultura anual e perene (atividade agrícola).

O ano de 2018 apresenta três classes em maior destaque, sendo estas a de formação florestal, reflorestamento e campos, as quais representam 34%, 26% e 19% respectivamente, da área total de estudo. A classe menos representativa foi de infraestrutura urbana. É visualmente perceptível que a área de reflorestamento aumentou drasticamente, enquanto a área de campo foi reduzida. A única similaridade entre os anos, é que a região mais conservada da Bacia, concentra-se na porção leste, representada por formação florestal e campestre.

Como este estudo de avaliação integrada abrange nível de bacia hidrográfica com uma área de aproximadamente 2440 km², é esperado que o uso e solo seja representado em sua maioria por classes vegetais e em minoria por infraestrutura urbana em ambos os anos de análise, pois a população concentra-se aglomerada em pontos específicos.

O gráfico abaixo caracteriza as principais diferenças de uso do solo, sendo a primeira coluna para cada uma das culturas ou atividade referente ao ano de 1985 e a segunda para o ano de 2018.

Figura 466 - Dados de uso do solo entre os anos de 1985 e 2018.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Nota-se que de 1985 a 2018 houve a diminuição de aproximadamente 40% para as classes caracterizadas como pastagem e campos. Em contrapartida, houve um crescimento significativo de silvicultura e atividade agrícola (cultura anual e perene), totalizando um aumento de 1.440% e 1.011% respectivamente.

Essa mudança no cenário de uso e ocupação do solo pode ser justificado em consequência do desenvolvimento industrial e tecnológico atual associado ao crescimento acelerado e descontrolado da população. Estes fatores aumentam a demanda para produção de cultivos agrícolas e a área de infraestrutura urbana, pois a população concentra-se nos centros urbanos.

A expansão de áreas de reflorestamento, pode ser justificada pela área da Bacia Hidrográfica do Caveiras possuir como uma das principais atividades econômicas a exploração florestal. Destaca-se que locais com uso do solo voltado a agricultura, tendem a ser mais tóxicas aos recursos hídricos próximos a ela, por sua cultura necessitar de constante uso de agrotóxicos para que a colheita funciona da forma mais rápida possível, diferente de áreas de uso de solo como campo, que geralmente são áreas pouco impactadas por agentes tóxicos que podem infiltrar no solo, no ar e na água.

Essa tendência de uso do solo foi identificada também no mapa feito para o Projeto de Proteção da Mata Atlântica (PPMA) em 2005, disponibilizado no site GeoSeuc, plataforma de dados espaciais georreferenciados de Santa Catarina elaborado pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA).

Observa-se uma maior cobertura relativa a pastagens e campos naturais, que corresponde a 51,14% da área total da bacia, seguido por Florestas em estágio médio ou avançado e/ou primárias com 31,11%.

Figura 467- Cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Caveiras



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

AIBH RIO CAVEIRAS - USO DO SOLO - PPMA (2005)

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000 600000

6950000 6950000

SÃO JOSÉ DO CERRITO
CORREIA PINTO
CERRO NEGRO
LAGES
BOCAINA DO SUL
CAMPO BELO DO SUL
CAPÃO ALTO
URUPEMA
PAINEL

Rio Caveiras
RIO CANOAS

PCH Portão
PCH João Borges
PCH Itararé
PCH Pinheiro
PCH Caveiras
CGH Hoppen
CGH São Paulo
CGH Santo Antônio
PCH A. M. Dias

6900000 6900000

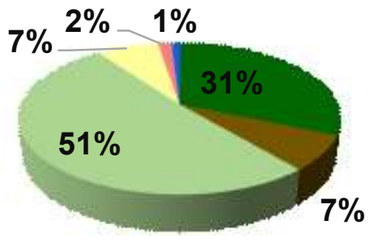
Legenda

Uso do solo (PPMA, 2005)

- Agricultura
- Mineração
- Área urbanizada
- Corpos d' água
- Florestas em estágio inicial (pioneiras)
- Florestas em estágio médio ou avançado e/ou primárias
- Pastagens e campos naturais
- Reflorestamento
- Solo exposto

- Hidrografia
- Aproveitamentos hidrelétricos
- Bacia do rio Caveiras

Representatividade gráfica



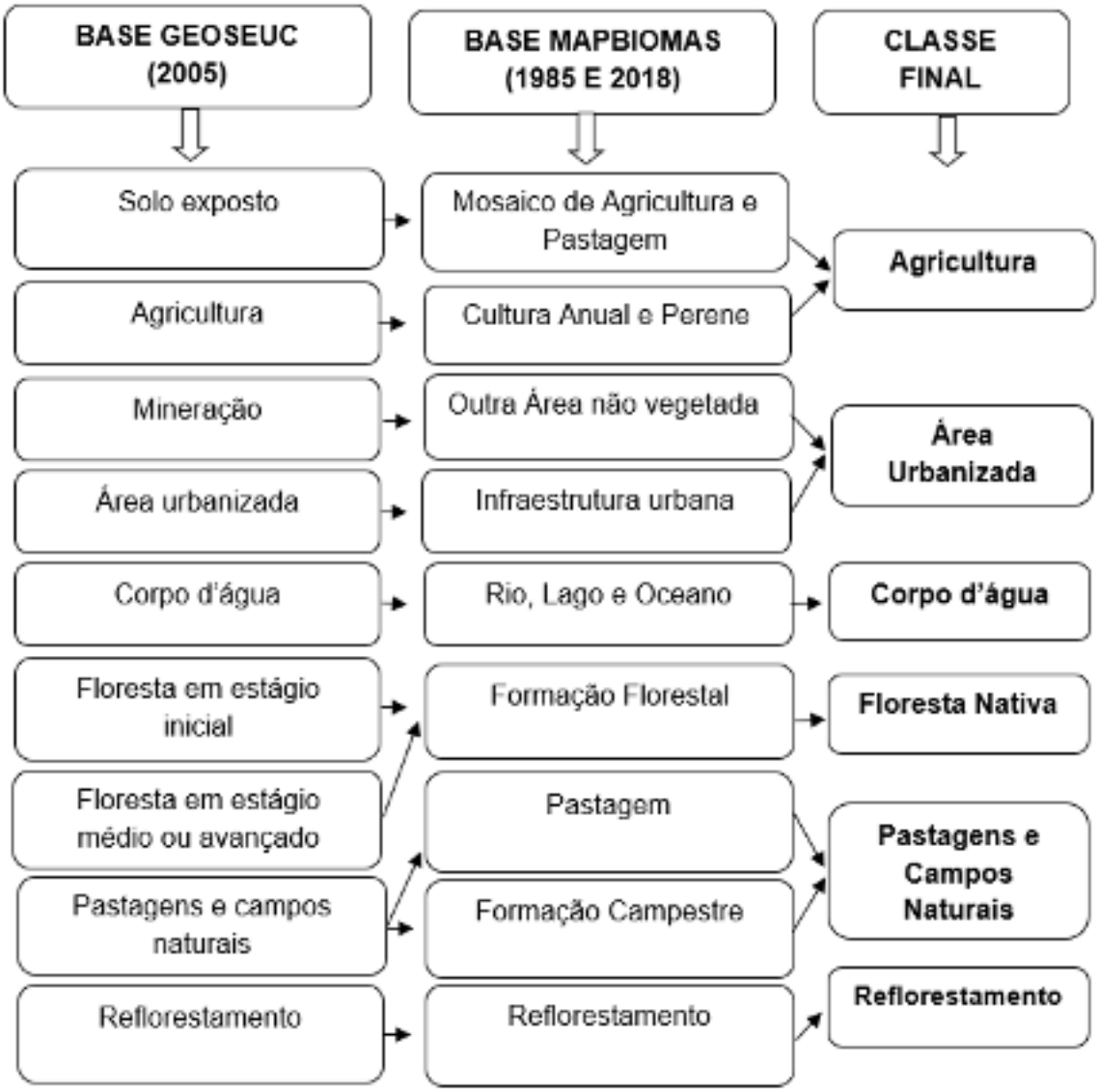
0 3 6 9 12 15 18 Km

Escala: 1:300000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

550000 600000

Como as classes de solo são diferenciadas entre as bases de dados utilizadas, fez-se algumas modificações nas mesmas, a fim de compará-las posteriormente. O esquema abaixo apresenta as mudanças realizadas e a classe final utilizada.

Figura 468 - Classes de Uso do Solo.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

A tabela abaixo apresenta a área relativa às classes de solo para os seus respectivos anos.

Tabela 167- Área e percentual de cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Caveiras

Classes de Solo	Área por ano (ha)		
	Mapbiomas (1985)	Geoseuc (2005)	Mapbiomas (2018)
Agricultura	158.686	181.051	316.404
Área Urbanizada	24.927	41.253	40.693
Corpo d' Água	14.102	22.687	19.185
Floresta Nativa	935.327	766.367	818.383
Pastagens e Campos Naturais	1.269.344	1.248.306	770.052
Reflorestamento	38.382	181.105	475.858

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Nota-se que a propensão de degradação de solo na Bacia Hidrográfica, seguiu-se uma tendência progressiva de crescimento para as áreas urbanizadas e de reflorestamento e drástica redução para áreas destinadas a campos e pastagens.

7.4.9.2 Análise da infraestrutura e demais uso do solo

A análise das infraestruturas e demais ocupação do solo se deu através das classes abordadas pelo Mapa de Uso e Ocupação do Solo e nas características levantadas nas áreas impactadas pelos empreendimentos hidrelétricos, descartando os que já estão em operação.

As infraestruturas amostradas foram identificadas através de imagens aérea, obtidas com auxílio de aeronave não tripulada (drone) e, parte das áreas impactadas foram percorridas em campo pela equipe técnica, entre os dias 03 a 16 de junho de 2019.

Para a implantação dos empreendimentos haverá possíveis conflitos no uso do solo atual. A tabela abaixo quantifica por margem, todas as áreas ou unidades que serão influenciadas pela instalação das estruturas e reservatórios dos aproveitamentos.

Quanto a descrição dos usos do solo, foram levantados:

⇒ Acesos existentes;

⇒ Benfeitorias;

⇒ Áreas de Reflorestamento;

⇒ Mata Nativa;

⇒ Campo Aberto.

Tabela 168- Áreas atingidas pelos aproveitamentos hidrelétricos

Aproveitamento hidrelétrico	Áreas atingidas pelos aproveitamentos hidrelétricos nos diferentes usos de solo						
	Margem (ME- esquerda MD-Direita)	Município	Acesso existente (m²)	Reflorestamento (m²)	Benfeitorias (m²)	Mata nativa (m²)	Campo aberto (m²)
PCH Santo Antônio	ME	Painel	-	753,26	-	13.619,28	1.962,79
	MD		-	-	-	5.776,77	-
PCH A M Dias	ME	Painel	-	-	-	253.547,85	175.698,27
	MD	Lages	499,47	1.025,18	-	188.641,92	184.553,90
CGH São Paulo	ME	Painel	-	5.081,41	-	3.865,92	-
	MD	Lages	-	-	-	3.071,26	-
CGH Hoppen	MD	Lages	-	-	-	9.079,86	8.472,67
PCH Pinheiro	ME	Lages	176,63	59.228,51	-	156.340,17	23.976,64
	MD	São José do Cerrito	-	-	-	1.069,36	
PCH Itararé	ME	Lages	-	-	-	3.476,54	-
	MD	São José do Cerrito	58,69	-	155,00	13.193,44	17.743,19
PCH Portão	ME	Campo Belo do Sul	-	8.789,61	-	463.328,78	343.918,41
	MD	São José do Cerrito	800,61	36.366,27	1334,39	749.781,40	189.603,27
Total			**1.535,40**	**111.244,25**	**1.489,39**	**1.864.792,54**	**945.929,14**

Fonte: Adaptado Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020.

Com relação aos impactos em estruturas e acessos existentes, serão afetados um total de 1.489,40m² de benfeitorias, sendo 4 unidades pela PCH Portão e três para a PCH Itararé.

Quanto as áreas utilizadas para reflorestamento estimam-se o impacto em 111.244,25 m²; em campos abertos 945.929,14 m², inclusos nesse aspecto áreas agricultáveis e de campos, comumente utilizado para pecuária.

Figura 469- Áreas agricultáveis no trecho da PCH Portão



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 470- Trecho do futuro barramento da PCH Itararé



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 471- Reflorestamento trecho PCH Pinheiro



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Através das imagens contidas nesse estudo é possível observar que, em vários trechos ao longo do rio Caveiras, as áreas destinadas a APP, não apresentam o mínimo determinado pela legislação vigente. Isso se deve em razão dos distintos usos do solo, e o respeito a faixa que deveria ser mantida.

7.4.9.3 Análise das propriedades

Apresenta-se aqui a estimativa das propriedades influenciadas pelos empreendimentos analisados nesse estudo. As informações presentes foram extraídas dos projetos básicos e estudos ambientais de cada empreendimento, conforme indicados no decorrer do presente estudo, bem como dados disponibilizados através do CAR- Cadastro Ambiental Rural, 2019.

A tabela na sequência apresenta informações quanto aos impactos nas propriedades em cada empreendimento. Consideram-se os empreendimentos em fase de licenciamento ambiental, descartando os que já estão em operação.

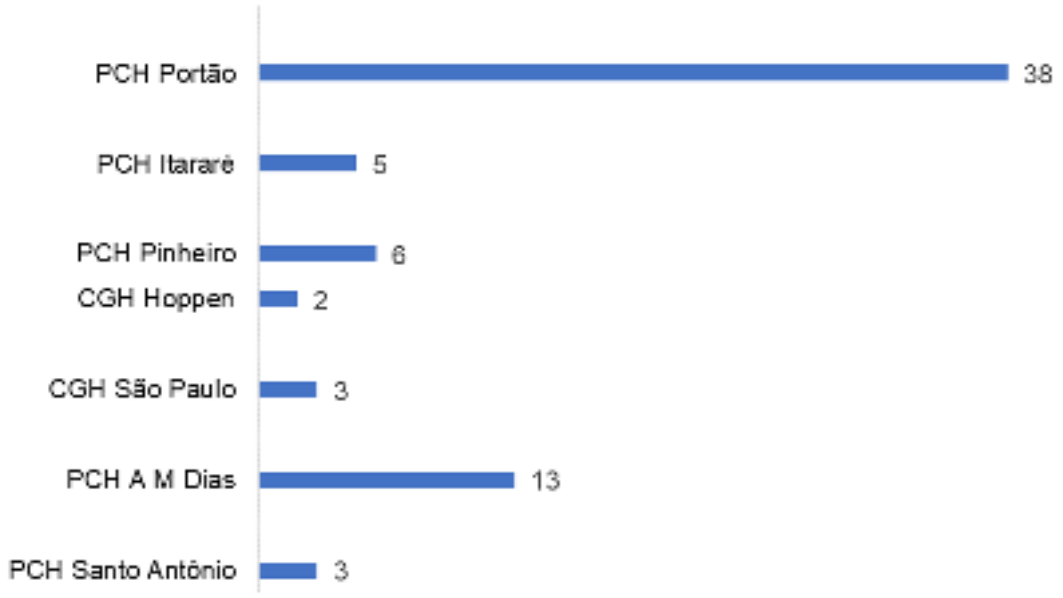
Tabela 169- Área atingidas pelas estruturas do empreendimento

Aproveitamento hidrelétrico	Propriedades impactadas		
	Margem	Município	Propriedades (un) - CAR
PCH Santo Antônio	ME	Painel	2
	MD		1
PCH A M Dias	ME	Painel	4
	MD	Lages	9
CGH São Paulo	ME	Painel	2
	MD	Lages	1
CGH Hoppen	MD	Lages	2
PCH Pinheiro	ME	Lages	6
	MD	São José do Cerrito	0
PCH Itararé	ME	Lages	1
	MD	São José do Cerrito	4
PCH Portão	ME	Campo Belo do Sul	21
	MD	São José do Cerrito	17

Fonte: CAR,2019.

Quanto as propriedades influenciadas, o empreendimento com maior número é a PCH Portão, com 38 propriedades, de acordo com dados do CAR (2019), conforme demonstra a figura abaixo.

Figura 472- Número de propriedades influenciadas por empreendimento



Fonte: CAR,2019.

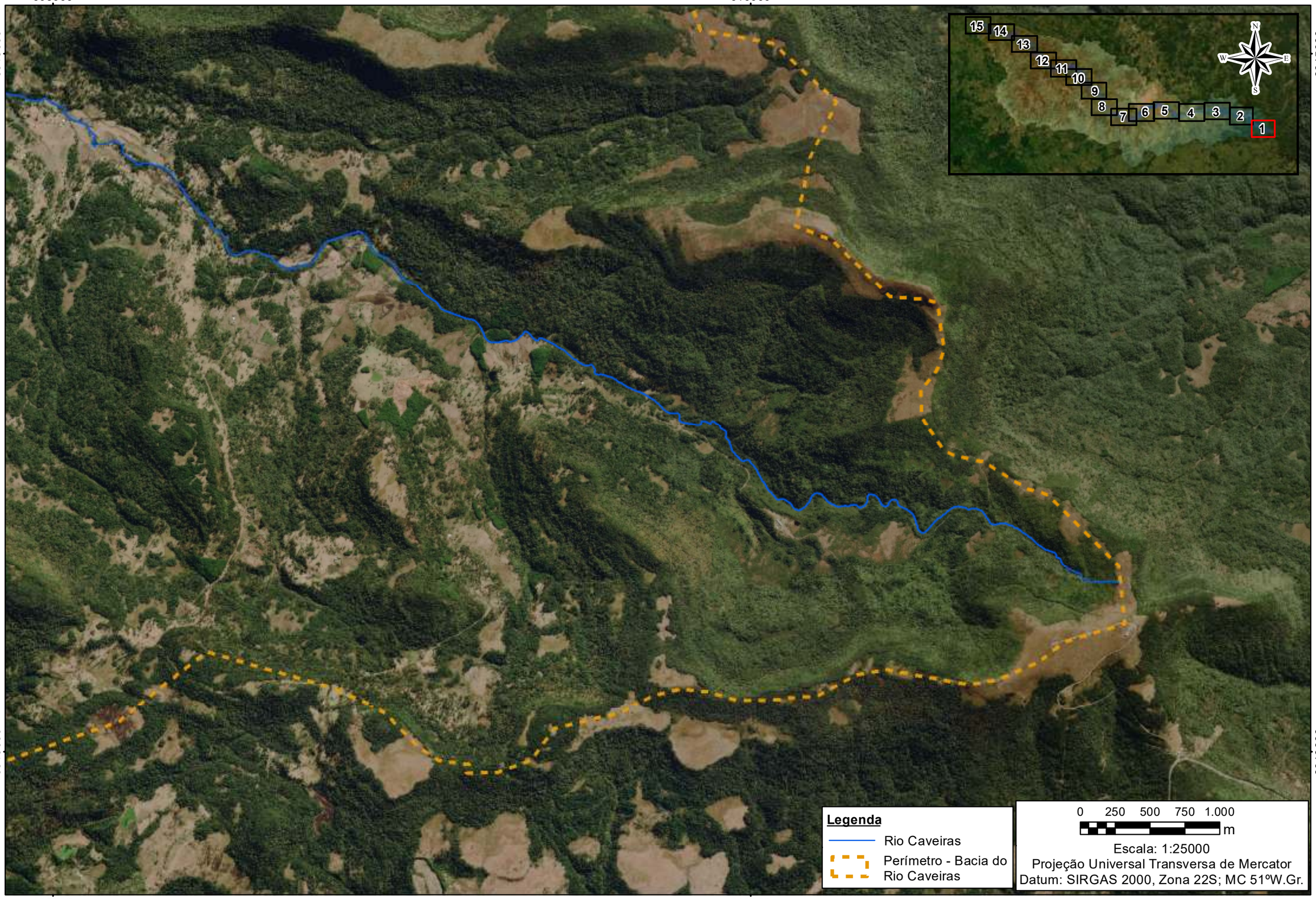
7.4.10 Caracterização da Bacia do Rio Caveiras

Com o objetivo de caracterizar trecho do estudo correspondente a Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, buscou-se caracterizar toda a área localizadas às margens do rio Caveiras e correlaciona-las com os dados obtidos em campo e levantamento bibliográfico. Desse modo, gerou-se cartas imagens em escala detalhada (1:25.000) a partir de imagem de satélite.

A figura abaixo, identificada como Carta Imagem 1, compreende o trecho entre os municípios de Painel e Urupema, área rural de ambos os municípios. A mescla de fragmentos florestais, pastagens e campos naturais de altitude resulta em uma ampla variedade de domínios vegetais, variando entre áreas abertas com gramíneas e outras ervas, habitats com adensamento de arbustos e pequenas árvores, e capões de mata densa. Na segunda carta imagem as características são semelhantes, entretanto a mesma está predominantemente localizada dentro da área rural de Painel, e as paisagens de campos tornam-se mais eminentes.

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 1/15

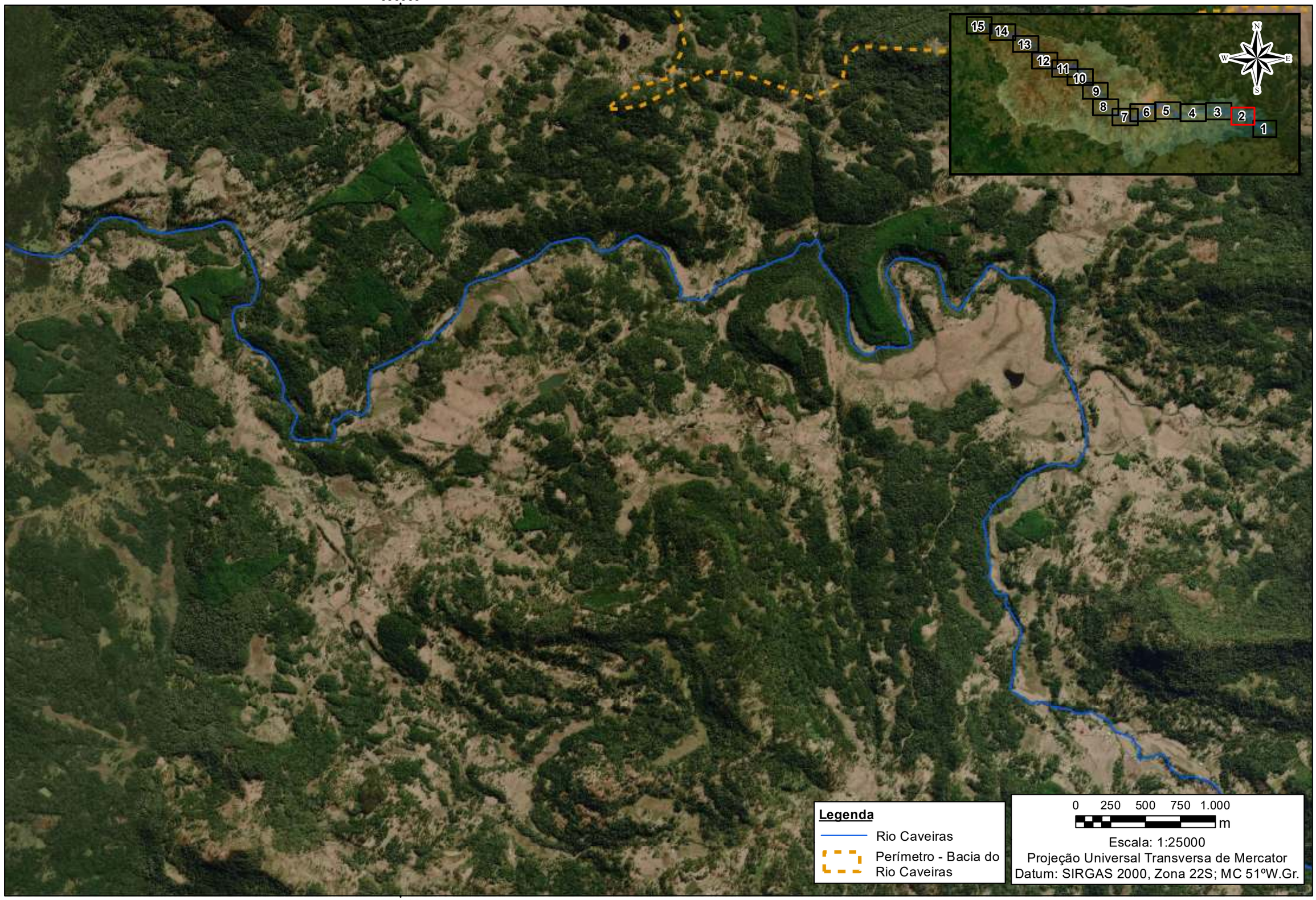
desenvolver
engenharia e meio ambiente



AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 2/15

desenvolver
engenharia e meio ambiente

600000



600000

A Carta Imagem 3 corresponde ao trecho onde está prevista a CGH Santo Antônio, que abrange a área rural dos municípios de Lages e Painel. O barramento do futuro empreendimento está situado no alto rio Caveiras, acima de uma cachoeira, cujo entorno é composto por áreas de pastagem. Já o local onde está projetada a casa de força apresenta mata ciliar mais íntegra, com evidencias de extensiva silvicultura de vegetação exótica.

De modo geral, a região é caracterizada por uma paisagem diversificada, intercalando áreas de pastagens, fragmentos de florestas nativas e áreas reflorestadas com espécies exóticas. Aparentemente, existe uma distinção de uso e ocupação do solo entre as margens, com maior predominância de campos e pastagens na margem esquerda, enquanto a margem direita é predominantemente composta por fragmentos florestais (nativos e exóticos).

Figura 473- Ilustração da predominância de florestas na margem direita e campos na margem esquerda do rio Caveiras, na secção da Carta Imagem 03.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 3/15

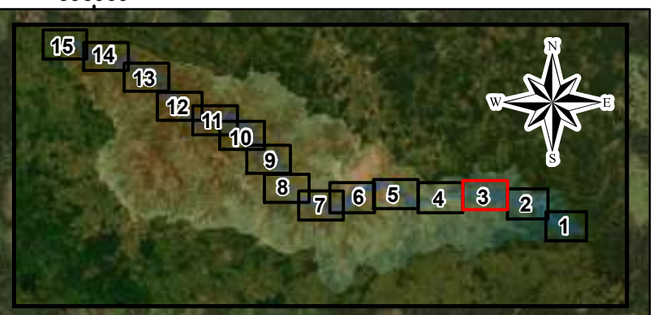
desenvolver
engenharia e meio ambiente

590000

595000

6920000

6920000



CGH Santo Antônio







Legenda

Arranjo Geral

Reservatório

Rio Caveiras

0 250 500 750 1.000

m

Escala: 1:25000

Projeção Universal Transversa de Mercator

Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

590000

595000

A Carta Imagem 4 apresenta as áreas onde estão previstos os empreendimentos PCH AM Dias e a CGH São Paulo, localizados em zona rural dos municípios de Lages (margem direita) e Painel (margem esquerda).Na margem direita, predominam fragmentos florestais nativos, intercalados por áreas campestres. Já na margem esquerda, por sua vez, nota-se intensa atividade de criação de animais domésticos e silvicultura de plantas exóticas. Contudo, nas faixas ciliares observam-se constantemente campos naturais, especialmente em locais com leitos de maior declividade.

Nesse sentido, destaca-se que no local onde está prevista a PCH A.M. Dias o rio Caveiras apresenta acentuado estreitamento de seu leito, em meio a afloramentos rochosos, frequentes na secção da Carta Imagem 04. Essas características fornecem ao local elevada beleza cênica e potencial turístico, sendo conhecido pela população local como “Garganta do Diabo”. Essa local, ilustrado a seguir, já recebe visitantes de modo informal, estando localizado em território privado, a aproximadamente 18 quilômetros do centro de Lages.

Figura 474- Ilustração do local popularmente conhecido como “Garganta do Diabo”, na secção da Carta Imagem 04 do rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 475- Afloramentos rochosos na secção da Carta Imagem 04, rio Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 4/15

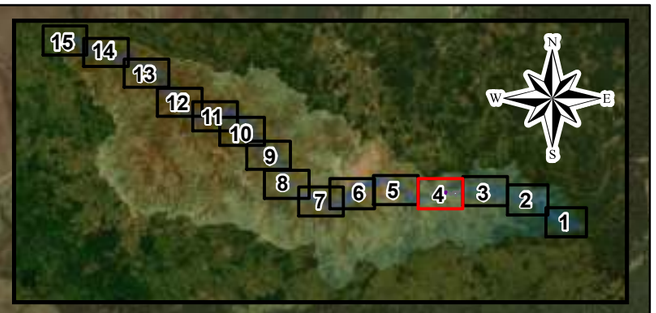
desenvolver
engenharia e meio ambiente

580000 585000

6920000

RESERVATÓRIO - CGH SÃO PAULO





PCH A. M. Dias

CGH São Paulo

RESERVATÓRIO - CGH A. M. DIAS



CASA DE FORÇA - CGH A. M. DIAS



Legenda

- Arranjo Geral
- Reservatório
- Rio Caveiras

0 250 500 750 1.000 m

Escala: 1:25000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

6915000

580000 585000

A área apresentada na Carta Imagem 5 pertence na maioria ao município de Lages, caracterizando-se por uma região de transição de leitos mais declivosos (supracitados) para margens com relevo menos acentuado. Nos trechos mais a montante, predominam ainda importantes fragmentos florestais, como o apresentado na imagem a seguir. No local há também algumas pousadas, em virtude do potencial turístico da região, já exposto no estudo do meio socioeconômico. À medida que o rio Caveiras avança no sentido jusante, aproximando-se da cidade de Lages, as paisagens passam a ser ocupadas por atividades agrossilvopastoris, as quais frequentemente avançam os limites das Áreas de Preservação Permanentes. Ademais, na secção de jusante representada pela Carta Imagem 05, encontra-se captação de água para indústria, ilustrada a seguir.

Figura 476- Remanescentes florestais (margem direita) e área de camping e pousada (margem esquerda), na secção de montante representada pela Carta Imagem 05.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 477- Captação de água a montante de Lages, com destaque a elevada incidência de silvicultura na margem esquerda, Carta Imagem 05.



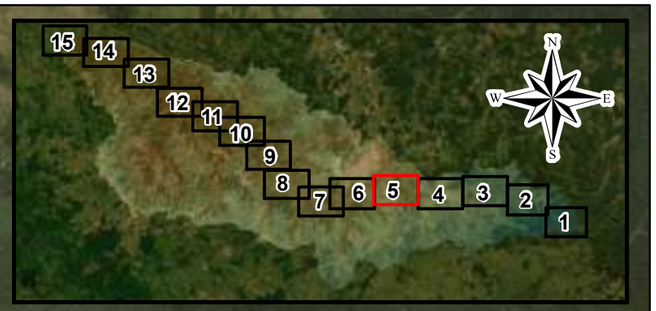
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 5/15

desenvolver
engenharia e meio ambiente

575000

6920000









Legenda

Rio Caveiras

0 250 500 750 1.000
m

Escala: 1:25000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

575000

6920000

A Carta Imagem 6, cuja representação está integralmente inserida no município de Lages, corresponde ao trecho do rio Caveiras mais influenciado pela área urbana do referido município. A secção ilustrada representa o trecho a jusante da estação de tratamento de efluentes de Lages, bem como a foz do afluente rio Carahá, que corta de Norte a Sul toda extensão urbana da cidade. Ademais, as faixas ciliares de ambas as margens do rio Caveiras estão amplamente comprometidas pela urbanização, agricultura e reflorestamento.

Figura 478- Ilustração da secção junto a foz do rio Carahá (à esquerda da imagem), nas proximidades da área urbana de Lages, Carta Imagem 06.



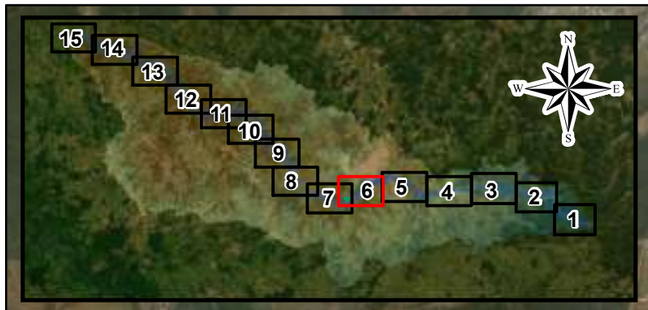
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 6/15

desenvolver
engenharia e meio ambiente

568000

6920000





RIO CARAHÁ - AFLUENTE DO RIO CAVEIRAS



CONFLUÊNCIA ENTRE O RIO CARAHÁ E O RIO CAVEIRAS



CGH Hoppen

0 250 500 750 1.000
m

Escala: 1:25000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Legenda

- Arranjo Geral
- Rio Caveiras

568000

A Carta Imagem 07 apresenta o local previsto para a implantação da CGH Hoppen, totalmente inserida no município de Lages. No local, atualmente predominam atividades agrícolas, especialmente na margem direita. Já na margem esquerda, as faixas ciliares apresentam maior grau de conservação, com a presença de alguns fragmentos florestais relevantes. A secção ilustrada pela Carta Imagem 07, compreende ainda a área de transição (montante) do reservatório da CGH Caveiras, entre os municípios de Lages (margem direita) e Capão Alto (margem esquerda).

Figura 479- Final do reservatório (transição) da CGH Caveiras, com destaque ao maior grau de preservação da margem esquerda, conforme ilustrado na Carta Imagem 07.



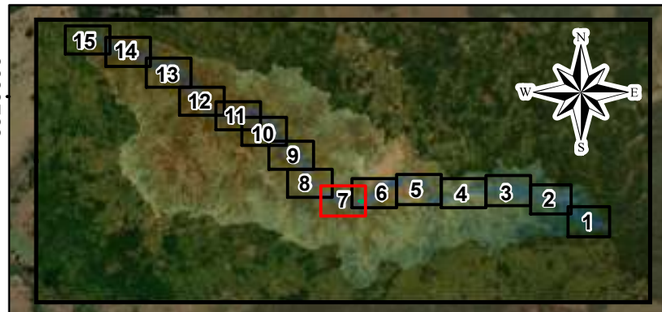
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 7/15

desenvolver
engenharia e meio ambiente

560000

6920000









Reservatório
CGH Caveiras

CGH Hoppen

Legenda

- Arranjo Geral
- Reservatório
- Rio Caveiras

0 250 500 750 1.000
m

Escala: 1:25000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

560000

Na Carta Imagem 08, que corresponde a área entre os municípios de Capão Alto e Lages, está representado o reservatório da CGH Caveiras, com área de 14,30 km². Com diversas ilhas habitáveis, o lago é muito utilizado para lazer e recreação, como por exemplo, a pesca esportiva. Por isso, no entorno do lago são observadas inúmeras chácaras e casas de veraneio e pescaria. Além disso, o relevo marginal suave proporciona que atividades agrícolas alcancem o leito do reservatório, muitas vezes invadindo áreas que deveriam ser destinadas a APP's. Esse fato promove um cenário regional que corresponde a um mosaico predominado por áreas agrícolas a de silvicultura, intercaladas por pequenos fragmentos florestais remanescentes.

Figura 480- Vista aérea parcial da secção intermediária do reservatório da CGH Caveiras, com destaque a elevada depreciação das faixas ciliares, conforme ilustrado na Carta Imagem 08.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 481- Ilustração do mosaico cênico observado no entorno do reservatório da CGH Caveiras, ilustrado na Carta Imagem 08.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 8/15

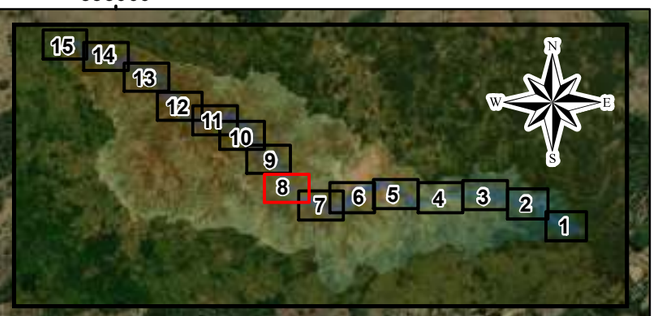
desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000

555000

6920000









Reservatório
CGH Caveiras

0 250 500 750 1.000
m

Escala: 1:25000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Legenda

- Arranjo Geral
- Reservatório
- Rio Caveiras

550000

555000

6920000

O trecho representado na Carta Imagem 9, compreende frações dos municípios de Lages (margem esquerda) e São José do Cerrito (margem direita). Representa trecho do rio Caveiras em que a montante está localizado o barramento da PCH Caveiras e a jusante o local previsto para a instalação do barramento e reservatório da PCH Pinheiro. No que tange a área de influência da CGH Caveiras, destaca-se o local conhecido como Salto do Caveiras, distante aproximadamente 20 km do centro de Lages, cujo acesso a partir da cidade se dá pela BR-282. Com elevada beleza cênica natural, com destaque para algumas quedas d'água, o local movimenta áreas de camping e atividades de lazer e recreação, complementadas pela presença do reservatório do empreendimento, o qual é navegável em grande parte de sua extensão. A jusante desse ponto, a secção é predominada por áreas destinadas a criação de animais e reflorestamento, o que resulta em faixas ciliares alteradas em diversos pontos. Apesar disso, ainda existem alguns remanescentes florestais significativos nessa secção.

Figura 482- Estruturas e componentes da CGH Caveiras.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 483- Ilustração de fragmentos florestais remanescentes (margem direita) e faixas ciliares alteradas (margem esquerda), secção ilustrada pela Carta Imagem 09.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 484- Trecho relativo ao futuro barramento e reservatório da PCH Pinheiro, Carta Imagem 09.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

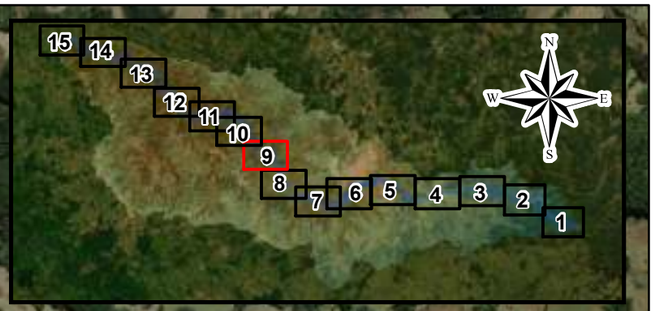
AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 9/15

desenvolver
engenharia e meio ambiente

545000 550000

6925000

PCH Pinheiro



MONTANTE DO RESERVATÓRIO PCH PINHEIRO



TRECHO ENTRE CGH CAVEIRAS E PCH PINHEIRO



ÁREA DO RESERVATÓRIO PCH PINHEIRO



CASA DE FORÇA - CGH CAVEIRAS



CGH Caveiras

0 250 500 750 1.000
m

Escala: 1:25000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Legenda

- Arranjo Geral
- Reservatório
- Rio Caveiras

545000 550000

6925000

Na sequência é apresentada a Carta Imagem 10, também entre Lages e São José do Cerrito, a qual abrange toda a área da PCH Pinheiro até parte dos componentes (barramento e reservatório) da PCH Itararé, a jusante. A caracterização é similar àquela apresentada pela Carta Imagem 09, com predomínio de áreas agricultáveis e florestas exóticas, resultando em fragmentos florestais esparsos, porém ainda significativos no contexto local, principalmente nas APP.

Figura 485- Mosaico de uso do solo a montante do barramento da PCH Itacaré, na secção ilustrada pela Carta Imagem 10.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 486- Secção a jusante do barramento da PCH Itacaré, correspondente ao futuro trecho de vazão reduzida e onde passarão os componentes estruturais de desvio d´água.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 487- Secção correspondente ao futuro barramento da PCH Itacaré.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 10/15

desenvolver
engenharia e meio ambiente

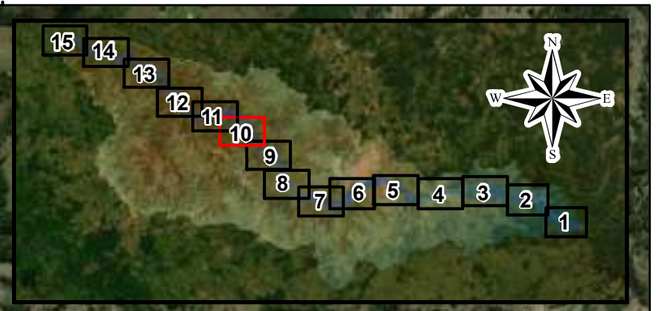
540000

545000

6930000

PCH Itararé

PCH Pinheiro



TRECHO A JUSANTE - PCH PINHEIRO





TRECHO - PCH ITARARÉ





0 250 500 750 1.000
m

Escala: 1:25000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Legenda

- Arranjo Geral
- Reservatório
- Rio Caveiras

A Carta Imagem 11, que abrange áreas de Campo Belo do Sul, Lages e São José do Cerrito, representa o trecho onde estão instalados o barramento e reservatório da PCH João Borges, empreendimento que começou a operar no ano de 2013, com potência de 19 MW. A exemplo do ocorre nas margens do reservatório da CGH Caveiras, conforme descrito acima, as atividades agrícolas e de reflorestamento são predominantes no entorno do lago e avançam frequentemente sobre os limites das faixas ciliares. Contudo, é importante destacar que foram observados diversos pontos em que atividades de recuperação de APP's estão em curso.

Figura 488- Caracterização visual do barramento e entorno do reservatório da PCH João Borges, ilustrados pela Carta Imagem 11.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 11/15

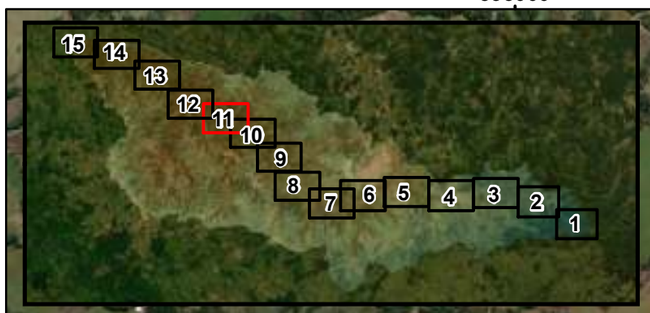
desenvolver
engenharia e meio ambiente

535000

540000

6935000

6935000





PCH João Borges





Legenda

Arranjo Geral

Reservatório

Rio Caveiras

0 250 500 750 1.000

m

Escala: 1:25000

Projeção Universal Transversa de Mercator

Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

535000

540000

Situada entre os limites dos municípios de Campo Belo do Sul e São José do Cerrito, a Carta Imagem 12 representa o trecho compreendido entre as estruturas da PCH João Borges e a secção a montante do reservatório da proposta PCH Portão. Apesar das condições de conservação observadas em boa arte das faixas ciliares desse trecho do rio Caveiras, o entorno é amplamente predominado por pastagens e agricultura.

Figura 489- Casa de força e entorno da PCH João Borges, ilustrados pela Carta Imagem 12.

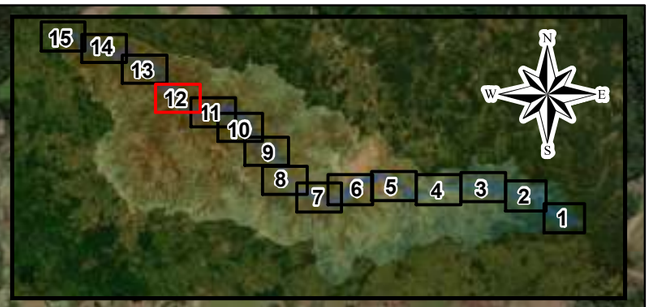


Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 12/15

desenvolver
engenharia e meio ambiente

528000



TVR - PCH JOÃO BORGES



TRECHO - JUSANTE DO BARRAMENTO



TRECHO - JUSANTE DO BARRAMENTO



6936000

6936000

PCH João Borges

0 250 500 750 1.000
m

Escala: 1:25000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Legenda

- Arranjo Geral
- Reservatório
- Rio Caveiras

528000

Na Carta Imagem 13, que compreende área rural dos municípios de Campo Belo do Sul e São José do Cerrito, está prevista a instalação das estruturas relativas a PCH Portão, empreendimento com maior número de propriedades atingidas, conforme descrito na Caracterização da área dos aproveitamentos. De modo geral, a caracterização do entorno é similar a observada nas secções descritas acima, com predomínio de pastagens, áreas agrícolas e reflorestamento. Entretanto, vale salientar que a medida que o rio Caveiras avança no sentido jusante, em direção ao local em que está prevista a implantação do barramento da PCH Portão, o relevo passa a se tornar mais acidentado, resultando em uma redução da ocupação antrópica e consequente elevação da cobertura por florestas nativas, especialmente nas faixas ciliares. Além disso, o trecho a jusante do barramento representa zona de transição do reservatório da UHE Garibaldi, cujas APP's já se encontram em fase avançada de regeneração florestal.

Figura 490- Trecho relativo ao futuro reservatório da PCH Portão, ainda com elevada incidência de usos antrópicos, representado pela Carta Imagem 13.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 491- Trecho relativo ao futuro reservatório da PCH Portão, já nas proximidades do barramento, denotando maior incidência de componente florestais nativos.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 492- Jusante da PCH Portão, zona de transição do reservatório da UHE Garibaldi.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 13/15

desenvolver
engenharia e meio ambiente

520000 525000

6945000 6945000

PCH Portão

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

N W E S

6940000 6940000

0 250 500 750 1.000
m

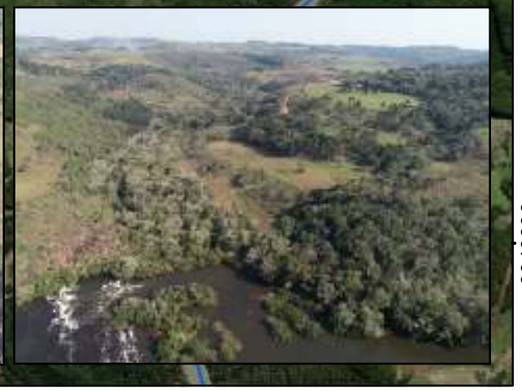
Escala: 1:25000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Legenda

- Arranjo Geral
- Reservatório
- Rio Caveiras







520000 525000

No que tange as Cartas Imagem 14 e 15, que abrangem áreas rurais entre os limites dos municípios de Campo Belo do Sul, São José do Cerrito, Cerro Negro e Abdon Batista, toda extensão do rio Caveiras representada se tornou componente do reservatório da UHE Garibaldi, instalada no rio Canoas, onde o rio Caveiras desaguava. Nesse trecho, observam-se alguns fragmentos florestais relevantes, possivelmente frutos de ações de conservação e recuperação ambiental da UHE Garibaldi. Contudo, o entrono de modo geral é visivelmente antropizado, em especial nas proximidades da foz do rio Caveiras e ao longo da margem esquerda.

Figura 493- Vista parcial do rio Caveiras, em trecho alagado pela UHE Garibaldi.



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

Figura 494- Foz do rio Caveiras, alagada pelo reservatório da UHE Garibaldi. A direita superior da imagem está ilustrado antigo trecho do rio Canoas, também inundado.



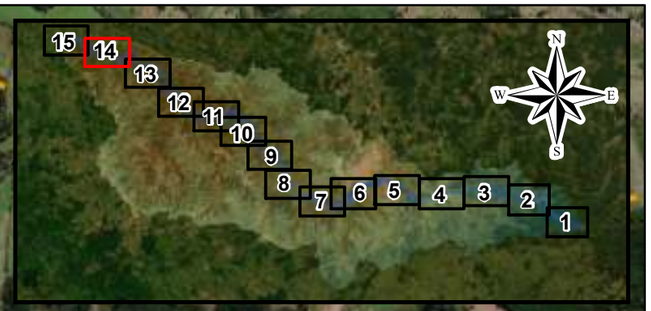
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2019.

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 14/15

desenvolver
engenharia e meio ambiente

516000

6948000



0 250 500 750 1.000
m

Escala: 1:25000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

Legenda

- Rio Caveiras
- Perímetro - Bacia do Rio Caveiras

516000

AIBH RIO CAVEIRAS - CARTA IMAGEM 15/15

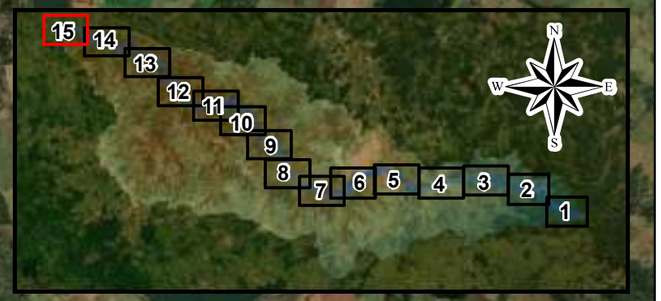
desenvolver
engenharia e meio ambiente

505000

510000

6950000

6950000



Legenda

Rio Caveiras

Perímetro - Bacia do Rio Caveiras

0 250 500 750 1.000

m

Escala: 1:25000

Projeção Universal Transversa de Mercator

Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.







505000

510000

8 IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS

Para o Brasil, a gestão de recursos naturais é conduzida principalmente para a garantia de padrões de qualidade ambiental. Neste cenário, atribui-se ao homem, o ator responsável pela modificação e degradação da natureza, como se o *Homo sapiens* fosse de alguma forma dissociado dela; e não parte integrante e fundamental da natureza (BOTKIN, 2012).

De acordo com Hannigan (2000), o meio ambiente se caracteriza como um espaço de intersecção e competição entre diferentes definições sociais e culturais, em que o que está em disputa são a natureza e a gravidade das ameaças ambientais e suas dinâmicas, as prioridades de uma questão sobre a outra, as formas adequadas para melhorar ou mitigar o que foi definido como problemático e as possibilidades para influenciar os detentores do poder a aceitarem a responsabilidade pela implantação de soluções. Anderson e Leal (2001), um conflito ocorre quando há demandas concorrentes de usos dos mesmos recursos. E é deste assunto que trata o presente capítulo: conflitos quanto aos usos concorrentes de recursos naturais ao longo do rio Caveiras, os quais serão avaliados na sequência do estudo.

Com base no levantamento de informações socioambientais, juntamente com dados técnicos dos aproveitamentos hidrelétricos previsto para o rio Caveiras, foi possível a identificação de prováveis conflitos potenciais, decorrente das ações para promover tais empreendimentos no curso hídrico avaliado. Tais apontamentos torna-se uma ferramenta fundamental para analisar a ocorrência de possíveis impactos sinérgicos e cumulativos ao longo do rio.

Dentre as características sociais e ambientais do trecho em estudo, foram identificados pela equipe multidisciplinar, 37 possíveis impactos e aspectos potencialmente conflitantes com os aproveitamentos hidrelétricos propostos no trecho de estudo. Após realização de *brainstorming*, foi determinado os conflitos que podem ocorrer no âmbito de bacia e com ocorrência de forma indireta pela implantação dos aproveitamentos. Os demais aspectos levantados, tratam-se de impactos ocorrentes de forma local, direta ou indireta, e deverão ser tratados de

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

forma especifica a partir de levantamentos e avaliações em cada um dos processos licenciatórios dos aproveitamentos projetados. Os conflitos levantados são:

⇒ Alteração na Qualidade da Água

- Aspectos quantitativos
- Aspectos qualitativos
- Aspectos ecológicos

⇒ Fauna relacionada ao ecossistema aquático

- Redução da variabilidade genética da ictiofauna em virtude da instalação dos aproveitamentos;

⇒ Fauna relacionada aos ecossistemas terrestres

- Perda e alteração do habitat.

⇒ Flora

- Supressão da vegetação nativa e perda de espécies potencialmente endêmicas e/ou ameaçadas da FOM.

⇒ Socioeconômica

- Atividades turísticas e alterações em áreas de relevância cênica
- Conflitos de uso da terra

8.1 USO DE RECURSOS HÍDRICOS

8.1.1 Aspectos quantitativos

Em virtude do reduzido número de usos consuntivos ao longo de todo curso do rio Caveiras, não são esperados conflitos na utilização dos recursos hídricos no que diz respeito a região. A maior quantidade de usos outorgados está localizada nos arredores do município de Lages, intervalo entre a proposta CGH Hoppen (jusante) e a CGH São Paulo (montante). Ademais, os principais objetos de análise desta Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, são CGHs e PCHs

“fio d'água”, ou seja, não possuem capacidade de armazenamento de água por períodos significativos, o que, dessa forma, não afeta a disponibilidade do recurso hídrico em aspecto quantitativo.

É importante ressaltar que os possíveis conflitos, ou mesmo impactos pelo uso da água, se darão em empreendimentos com TVRs, os quais devem apresentar redução na disponibilidade devido a derivação de água do rio para o sistema de adução e posterior retorno de 100% da vazão aduzida ao rio no canal de fuga dos distintos empreendimentos. No entanto, tais usos consuntivos deverão ser considerados no âmbito do estudo ambiental para fins licenciatórios em cada uma das usinas.

8.1.2 Aspectos qualitativos

A alteração de aspectos hidráulicos de um curso hídrico, em virtude da implantação de reservatórios, pode levar a variações das condições de qualidade da água de forma sinérgica e cumulativa. Dadas as características ocupacionais, atividades socioeconômicas e turísticas relacionadas com a qualidade dos recursos hídricos da bacia e, caracterizadas nesta AIBH, os impactos sobre as possíveis alterações de qualidade da água foram tratados de maneira especial neste estudo.

De forma genérica, além do aspecto quantitativo, conflitos de uso dos recursos hídricos podem ocorrer pelos aspectos qualitativos, em que o desenvolvimento de uma atividade pode alterar o padrão de qualidade de água a tal ponto que prejudique ou inviabilize outro uso requerido na bacia.

A qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Caveiras se encontra com alteração e com certo comprometimento, desde o local a jusante da captação de água para a distribuição pública em Lages, até a área de influência da CGH Hoppen, sendo este trecho classificado com características eutróficas. Já o trecho a jusante da CGH Hoppen até o reservatório da CGH Caveiras, recebe a classificação supereutrófica, indicando uma degradação acentuada. Esse cenário pode ser potencializado com a implantação dos novos projetos hidrelétricos, a nível de Bacia Hidrográfica, em função dos maiores acúmulos de nutrientes, principalmente nos trechos de reservatórios.

Está alteração ocorrerá de forma direta, desde a instalação dos barramentos até a fase de operação, sendo esperada a acumulação de compostos nos reservatórios, fator que altera a dinâmica e composição biológica aquática. Além disso, a modificação do regime hídrico nos empreendimentos que possuem TVR poderá potencializar a eutrofização local, especialmente em momentos de estiagem intensa, gerando proliferação biológica indesejável. Por fim, mesmo para aqueles em que a casa de força é acoplada ao barramento, deve-se considerar que haverá o aumento de volume d'água e a continuidade dos compostos não depurados no reservatório, através da vazão turbinada que desaguará no rio Caveiras.

Tal variação é influenciado pela construção dos reservatórios, pois neles haverá uma maior concentração e acúmulo de nutrientes, que ocasionará um aumento da produtividade de fitoplâncton. Essas condições ambientais proporcionam redução da quantidade de luz incidente na água, dificuldade na realização de fotossíntese, um elevado número de macrófitas, e redução nos níveis de oxigênio. Consequentemente, esses fatores influenciam na redução da condição biológica no ambiente e na qualidade das águas em trechos à jusante.

O diagnóstico do padrão de qualidade de água no cenário atual indicou que o padrão da qualidade na região dos empreendimentos inventariados alternou entre "Ótima" e "Boa", com exceção do trecho compreendido pelo centro urbano de Lages, que teve classificação "Ruim".

Os resultados da modelagem de qualidade de água indicam que a implantação das PCHs não irá alterar a qualidade de água de forma significativa e negativa, haja vista que estas podem atuar na depuração destes compostos. Porém, é importante ainda destacar que poderá haver impactos negativos sobre a qualidade de água de forma localizada em algumas regiões dos reservatórios não identificadas nesta escala de análise e também em trechos de vazão reduzida que possuírem aportes significativos de matéria orgânica e nutrientes.

8.1.3 Aspectos ecológicos

Os possíveis conflitos relacionados a qualidade ecológica da bacia do Rio Caveiras foram analisados considerando as interfaces com a fauna aquática, abordados nos itens a seguir.

8.2 FAUNA RELACIONADA AO ECOSSISTEMA AQUÁTICO

8.2.1 Compartimentação do sistema hidrográfico e efeitos sobre a ictiofauna migradora

Espécies migradoras de peixes necessitam de longos trechos de rio livre, utilizando basicamente três tipos de ambiente dentro da bacia hidrográfica, para completar seu ciclo de vida: área de desova, de crescimento e alimentação. As chamadas áreas de desova correspondem normalmente às áreas de cabeceira dos rios e é nessa direção que ocorre o movimento migratório no período reprodutivo. A desova ocorre normalmente no mesmo local, geralmente acima do local de alimentação dos adultos. A correnteza carrega os ovos e as larvas para áreas onde se desenvolverão. Neste local, os jovens se alimentarão e crescerão até atingirem determinado tamanho para se unirem ao estoque principal. A característica cíclica desses eventos é o que assegura a manutenção das populações. Ressalta-se ainda, que a qualidade da água influência de forma direta para o desenvolvimento de organismos ictioplantônicos, e em cenários contrários a esta estabilidade ambiental, pode promover uma redução significativa de populações menos tolerantes.

De maneira geral, movimentos migratórios ocorrem sazonalmente e são, normalmente, modulados por fatores ambientais, dentre eles, a qualidade da água, temperatura e o regime de chuvas, definindo dessa forma a reprodução em espécies migradoras tropicais e subtropicais em períodos que variam entre setembro e março, época que coincide com temperaturas mais elevadas e regime hídrico mais intenso (Hilsdorf & Moreira, 2008). Existem ainda diferenças pronunciadas em relação à distância de migração e podemos considerar que o trecho mínimo necessário para uma espécie migrar e completar o seu ciclo reprodutivo varia entre espécies e a

bacia considerada. A migração é necessária para o desenvolvimento das gônadas (ovários e testículos), maturação dos gametas e posterior desova. Além disso, sabe-se que a migração reprodutiva, rio acima, ocorre para permitir a dispersão dos ovos e larvas dos peixes (Hilsdorf & Moreira, 2008).

Neste aspecto, ressalta-se que a porção alta de toda bacia do rio Uruguai já se encontra particionada pela presença de inúmeros empreendimentos hidrelétricos, tais como UHE Foz do Chapecó, UHE Itá, UHE Machadinho, UHE Garibaldi, entre outros. As condições encontradas para o rio Caveiras são semelhantes ao cenário acima descrito, uma vez que sua foz está sob influência do reservatório da UHE Garibaldi, além de já haver dois outros empreendimentos ao longo de seu curso (CGH Caveiras e PCH João Borges), tornando o livre trânsito dos peixes inexistente. Assim, a provável ausência de espécies migradoras de longa distância indicam improváveis impactos a tais espécies, tendo em vista que este já se encontra compartimentado a jusante do rio Caveiras, assim como em seu curso. Além disso, ao longo de seu trecho é possível encontrar inúmeras quedas e cachoeiras intransponíveis a ictiofauna, que o torna naturalmente compartimentado e sem condições de proporcionar a ictiofauna reofítica, condições de concluir seu ciclo reprodutivo.

8.2.2 Alteração na composição da ictiofauna e Correlação com aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos em virtude da implantação dos empreendimentos

A natureza e a intensidade das alterações ambientais decorrentes das modificações hidrológicas impostas pelos represamentos dependem das peculiaridades da fauna local, tais como padrões de migração e pré-adaptações a ambientes lacustres, e das características do reservatório, tais como localização, morfologia, hidrologia, desenho da barragem, vazão e tipo de barramento. Nesse sentido, cada lago, depois de formado afeta a comunidade íctica de forma particular, e em geral, de uma maneira imprevisível, embora algumas características dos empreendimentos possam ajudar a dimensionar de alguma forma a magnitude das alterações.

Em decorrência dos represamentos, ocorrem alterações na dinâmica do corpo hídrico, como: tempo de residência, profundidade, nível de água, ocasionando assim maior retenção de nutrientes e como consequência alterações nas comunidades. Rodrigues & Bicudo (2001) citam que distúrbios de intensidade baixa a moderada, promovem o aparecimento de novas espécies, bem como a substituição de outras. A formação de barragens fragmenta habitats, isolando populações, interferindo no fluxo gênico.

Deve-se atentar para os processos de isolamento populacional gerados pela compartimentação de cursos hídricos, pois mesmo sem processos migratórios de longa distância, os processos de deslocamentos populacionais contribuem para a manutenção gênica das populações. Desta forma, aumentando sua variabilidade e tornando-as menos suscetíveis á doenças e defeitos genéticos, ou processos de extinção local de espécies (Gouskov, 2016). Ressalta-se que processos de solturas de peixes, podem não ser benéficos para resolver o problema de variabilidade genética, podendo até mesmo prejudicar as populações locais (Hsu et al., 2015).

De acordo com os projetos de engenharia do conjunto das PCHs estudadas neste trecho de rio, verifica-se que apenas dois empreendimentos irão proporcionar o livre trânsito de peixes, a saber: CGH Hoppen e CGH Itararé. Para os demais empreendimentos, os barramentos são projetados com vertedouro tipo soleira livre localizado no trecho de concreto do Barramento, não proporcionando, por tanto conexão montante-jusante.

De maneira geral, é esperado que a comunidade ictiofaunística a montante (futuros lagos) seja alterada, em especial com a diminuição de algumas populações com menor pré-adaptação a ambientes lênticos como cascudos e um aumento populacional de lambaris, peixe-cachorro e talvez piranhas.

Alguns dos aproveitamentos propostos para o rio Caveiras, possuem trechos de vazão reduzida. O fluxo da correnteza dos ecossistemas lóticos é o maior determinante de habitats e, consequentemente, o principal determinante da composição biótica nestes ambientes. Em rios pode ser encontrada uma intima associação entre habitat físico, algas, plantas aquáticas, invertebrados e peixes.

Dentre os efeitos negativos reportados no trecho de vazão reduzida, destacam-se alterações na composição taxonômica, declínio da riqueza e densidade, aumento da competição por espaço físico e alimento, favorecimento da predação, diminuição de habitats (Dewson et al., 2007). Nos trechos a jusante dos reservatórios as vazões residuais de baixa magnitude alteram a qualidade da água e a disponibilidade de habitats para crescimento e forrageamento da biota sendo responsáveis pela redução ou mesmo eliminação de algumas comunidades aquáticas.

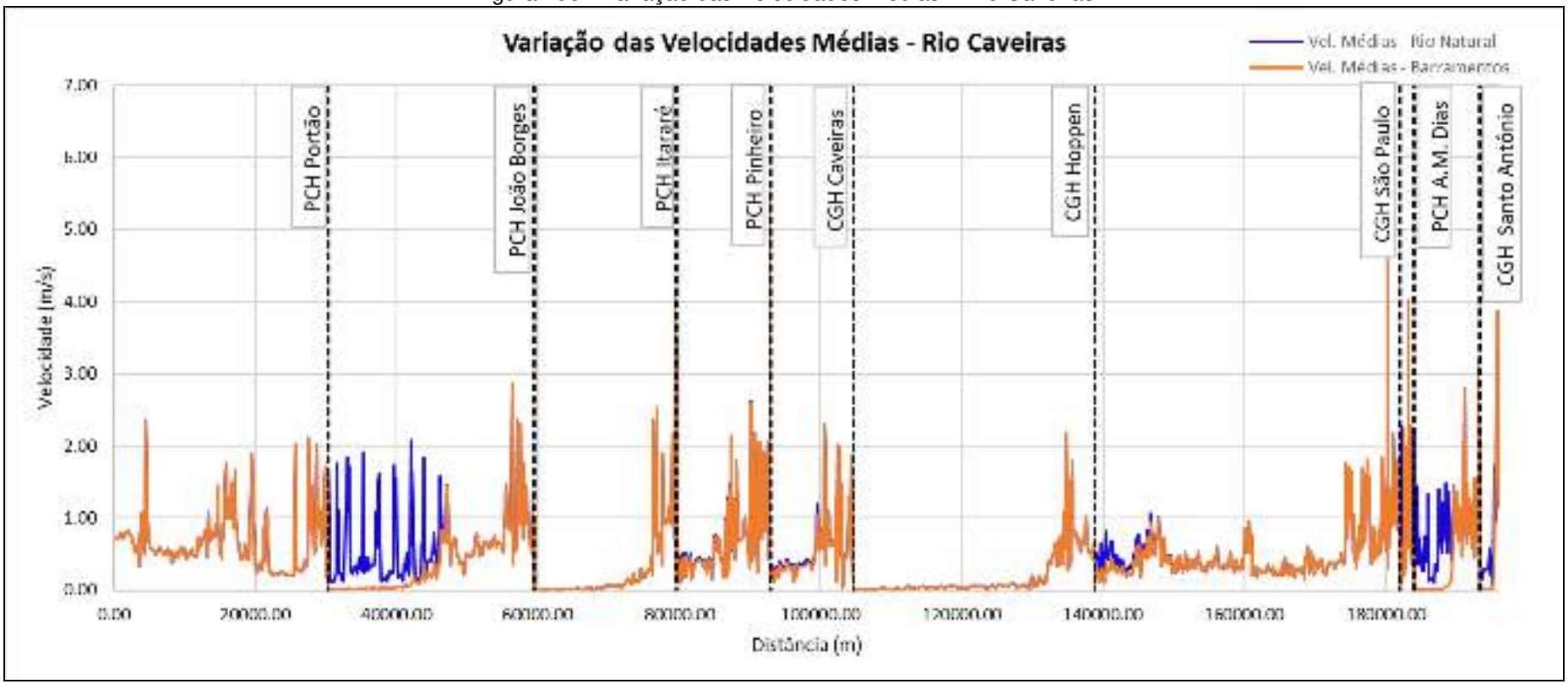
Com a análise de modelagem hidráulica, constatou-se que as maiores influências com relação a diminuição dos níveis de água nos TVRs, será com a vazão de QMLT, onde boa parte das vazões é desviada do rio para a geração de energia dos empreendimentos. Ademias, é possível observar por meio da modelagem hidrodinâmica, que a partir do cenário 2 e cenário 3, será promovido considerável alteração quanto a velocidade média ao longo de todo rio, haja vista, que em sua maior porção, o mesmo estará sob influência de reservatórios ou trechos com vazão reduzida. Observa-se ainda, que para o último cenário, com todos os empreendimentos previstos, a extensão em trecho livre estimado para o rio Caveiras (trecho entre o barramento da PCH Portão e final do lago da CGH Santo Antônio) será de aproximadamente 48,36 km, sendo o maior intervalo de rio livre entre os aproveitamentos CGH Hoppen e CGH São Paulo.

Tabela 170- Extensão de Trecho Livre ao longo do Rio Caveiras

Trecho entre os Aproveitamentos Hidrelétricos - AHEs	Extensão do Trecho Livre (m)
PCH Portão - PCH João Borges	9.899,99
PCH João Borges - PCH Itararé	1.179,27
PCH Itararé - PCH Pinheiro	0,00
PCH Pinheiro - CGH Caveiras	2.583,40
CGH Caveiras - CGH Hoppen	1.400,00
CGH Hoppen - CGH São Paulo	32.028,10
CGH São Paulo - PCH A.M. Dias	0,00
PCH A.M. Dias - PCH Santo Antônio	1.267,40
TOTAL	**48.358,16**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 495 - Variação das Velocidades Médias – Rio Caveiras



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tais condições podem tornar o ambiente mais vulnerável a manutenção das comunidades ícticas, especialmente aquelas dependentes de determinadas condições ambientais, o que de certa forma, causam isolamento a algumas populações.

8.3 FAUNA RELACIONADA AOS ECOSSISTEMAS TERRESTRES

A instalação de empreendimentos hidrelétricos também pode ocasionar conflitos relacionados a conservação ambiental e a ecologia terrestre, principalmente por conta da supressão de vegetação em áreas ocupadas por diversas espécies de fauna. Deve-se atentar, ainda, ao fato de que muitas regiões da bacia em questão são usadas para fins agropecuários, inclusive compreendendo áreas que deveriam ser destinadas à APPs. Sendo assim, um controle adequado e planejado do uso do solo poderia resultar em uma melhor sustentabilidade entre empreendimentos hidrelétricos, APPs e áreas agrícolas.

O estudo de diagnóstico apresentado no capítulo do meio biótico descreveu resultados que indicam que quase todos os grupos taxonômicos estudados na bacia do Rio Caveiras tiveram registros de elevadas riquezas de espécies. Considerando o levantamento de dados primário e secundário, a avifauna apresentou uma riqueza de 335 espécies, das quais cerca de 10% (s = 33) possuem algum grau de ameaça de extinção. As áreas de maior ocorrência de aves foram o futuro reservatório da CGH São Paulo e futuro trecho de transição da PCH Pinheiro. Para a herpetofauna, os registros somaram um total de 69 espécies, presentes principalmente no trecho a montante do reservatório e reservatório da futura PCH Portão. Destas, 12% (s = 8) são consideradas ameaçadas de extinção. O grupo da mastofauna teve uma riqueza de 52 espécies, com 27% (s = 14) apresentando algum grau de vulnerabilidade de extinção. As áreas de maior incidência de mamíferos foram os futuros reservatórios da CGH Santo Antônio, CGH São Paulo e PCH Portão, além do futuro TVR da CGH Hoppen e do reservatório da PCH João Borges.

Esses dados refletem a importância da região da bacia do Rio Caveiras para fins de conservação destes grupos, principalmente das espécies vulneráveis a

extinção. Desta forma, a inserção de empreendimentos em áreas que possam já ter o registro de ocorrência de espécies ameaçadas na bacia pode potencializar seus riscos ambientais, devendo tais instalações incidir preferencialmente em áreas sem a proximidade de tais grupos.

8.4 FLORA RELACIONADA AO ECOSSISTEMA TERRESTRE

O cenário da flora arbórea atual é produto do desenvolvimento humano, modificado tanto pela abertura das florestas para exploração dos recursos naturais, quanto pelo avanço das fronteiras agrícolas. Estas ações, entre outras, acarretam na diminuição das áreas de preservação e fragmentos de matas e, consequentemente, na perda da biodiversidade regional. Em contexto geral, este panorama da paisagem repercute diretamente em uma visão de áreas fragmentadas, configurando um mosaico de múltiplos usos do solo pela economia agrossilvipastoril presente na região.

Na bacia do Rio Caveiras, foram amostrados 1022 indivíduos, reconhecidos em 97 entidades taxonômicas e com uma média de 127 indivíduos em 400m². De acordo com o levantamento florístico, as espécies mais abundantes e frequentes foram: *Sebastiania commersoniana*, *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii*, *Allophylus edulis*, *Lithraea brasiliensis*, *Prunus myrtifolia* e *Dicksonia sellowiana*, as quais são consideradas de ampla ocorrência na Floresta Ombrófila Mista, muitas delas restritas e exclusivas à essa formação.

Neste sentido, a fim de preservar a manutenção e conservação biológica, a legislação em vigor exige a delimitação de Áreas de Preservação Permanente ao longo dos cursos hídricos em território nacional. Esta exigência, além de promover a proteção da biodiversidade, também contribui na preservação da qualidade das águas dos rios, em função do papel ecológico da vegetação ciliar. Além da importância fitossociológica e florística, as APPs possuem uma função relevante na interação e migração da fauna ao longo dos rios, uma vez que é estabelecida uma faixa de vegetação que acompanha os gradientes do curso hídrico, formando

corredores ecológicos. De acordo com o novo Código Florestal, lei nº: 12.651 e lei n°:12.727 (BRASIL, 2012):

Art. 4º: Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

> (...)
> II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
> a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
> b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
> III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

Pelo exposto, os empreendimentos projetados ao longo da bacia do Rio Caveiras estão submetidos à legislação citada, sendo, portanto, necessária a criação de uma faixa mínima de 30 metros de APP em cada margem, a partir do limite normal do nível dos reservatórios. Desta forma, em conjunto ao estudo de ecologia da paisagem o qual apresenta a perspectiva da cobertura florestal atual, é possível inferir quanto a importância da manutenção e preservação das APPs ao longo do curso hídrico, bem como de remanescentes próximos, sendo que as áreas que apresentaram os melhores resultados das métricas são aquelas localizadas nos trechos mais altos da bacia: na porção leste, nas nascentes do Rio Caveiras; no noroeste, nas nascentes do Ribeirão da Taipa e no sul, nos trechos altos do Ribeirão da Cachoeirinha.

Considerando-se que em boa parte da bacia a vegetação florestal nativa encontra-se fragmentada, com fragmentos de pequeno porte, é recomendável que os empreendimentos hidrelétricos passíveis de licenciamento promovam a recomposição vegetal ciliar, principalmente nas APPs, e a conectividade dos fragmentos na área de influência dos aproveitamentos. Desta forma, deve-se ter o resguardo de que esta condição pode gerar tanto conflitos no âmbito fundiário das propriedades afetadas, quanto no uso do solo das mesmas.

8.5 FLORA RELACIONADA AO ECOSSISTEMA AQUÁTICO

De acordo com os resultados apresentados no capítulo florístico deste estudo, a bacia do Rio Caveiras apresenta maior abundância de espécies reófitas das famílias Myrtaceae, Apiaceae e Podostemaceae, respectivamente. Devido a complexidade taxonômica e ausência de estruturas reprodutivas no período de coleta, diversas amostras não puderam ser identificadas, especialmente exemplares da família Podostemaceae e Myrtaceae, impedindo o reconhecimento quanto à raridade, ameaça ou endemismo destes táxons.

Ademais, sabe-se que a família Myrtaceae é uma das mais ricas em formações de FOM, justificando sua abundância nos registros. Já a Podostemaceae é um grupo exclusivamente encontrado em ambientes conservados, dependendo de boas condições de qualidade da água, luminosidade e variação do curso hídrico para o desenvolvimento de suas populações. Alterações pontuais agrupadas, ou em grande escala dentro de um curso hídrico, podem causar danos à estas populações e demais grupos dependentes (e g. entomofauna aquática, ictiofauna).

Desta forma, é evidenciada a necessidade de estudos mais detalhados para o reconhecimento das interferências dos empreendimentos sobre as espécies reófitas citadas, visando salvaguardar a biodiversidade deste componente biótico e manutenção do ecossistema reofítico. Ações como levantamento das espécies, coleta de propágulos e realocação para ambientes que favoreçam o desenvolvimento das mesmas são alternativas; contudo, devem ser avaliadas por profissional com experiência na área sobre sua eficácia. Existem alternativas que envolvem a necessidade da criação de trechos livres do rio, com ambientes de corredeiras e lajeados que favoreçam a colonização do componente reofítico, funcionando como refúgio das populações de flora afetadas. Além disso, para a vegetação arbórea, a supressão da vegetação ocorrerá para espécies comuns a formação FOM, bem como espécies ameaçadas de extinção, podendo promover declínio destas localmente.

8.6 SOCIOECONOMIA

8.6.1 Alteração de Paisagem

A possível alteração da paisagem com a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos pode interferir na condição da beleza cênica atual, com a construção do barramento, estruturas e acessos, além da alteração do regime hídrico, nos casos de formação de reservatórios e trecho de vazão reduzida.

Essas interferências devem ser levadas em consideração, uma vez que poderá inferir no potencial turístico baseado nas belezas naturais. Nesse sentido, no trecho analisado, se destaca uma formação rochosa no entorno do rio Caveiras, na área rural de Lages, onde ocorrem atividades turísticas de visitação, conforme já apresentado no estudo do meio socioeconômico.

8.6.2 Perdas de Áreas de Potencial Uso Agrossilvipastoril

O conflito de uso da terra está relacionado a alteração de relações econômico-sociais com a implantação dos empreendimentos, os quais ocuparão áreas lindeiras ao curso do rio a partir da formação de reservatórios e áreas de preservação permanente. Com base na análise do uso e ocupação do solo, na bacia do rio Caveiras predominam áreas de pastagens e campos naturais, seguida de florestas, agricultura e silvicultura, atividades estas de significativo interesse tanto para as propriedades, quanto para os municípios.

Nesse sentido, foi considerado a perda de áreas agrossilvipastoril (agricultura, silvicultura e campos), bem como possíveis propriedades a serem influenciadas. A partir da análise apresentada no estudo do meio socioeconômico, observou que os principais usos de solo influenciados seriam de áreas de mata nativa e campos abertos.

8.6.3 Incremento do valor adicionado fiscal municipal

A expectativa do aquecimento econômico, com a implantação de empreendimentos hidrelétricos, ocorre a partir do crescimento na prestação de serviços, o que gera aumento nas arrecadações do ICMS e do ISS.

Entretanto, com o término das obras e a consequente redução das atividades poderá haver um enfraquecimento econômico, que podem ser controlados com investimentos planejados. Ao mesmo tempo, o início da geração de energia e sua comercialização ocasionará aumento na arrecadação do ICMS no município que sedia a casa de máquinas, sendo esse, considerado um impacto de natureza positiva.

9 CENÁRIOS

9.1.1 Cenário atual

Considerando o Cenário 00, o mesmo baseia-se nas atuais características do rio Caveiras, em que apenas os empreendimentos hidrelétricos em operação foram considerados (PCH João Borges e CGH Caveiras). A partir deste cenário, é possível observar as variações e alterações que possivelmente venham a ocorrer a curto, médio e longo prazo com a instalação de outros aproveitamentos ao longo do rio Caveiras. Abaixo é apresentado o conjunto de empreendimentos considerados neste cenário:

⇒ CGH Caveiras;

⇒ PCH João Borges;

9.1.2 Cenários de curto prazo

Para a composição do Cenário 01, foram considerados os empreendimentos já instalados e em operação, e a implantação daqueles que já estejam com processos em tramitação junto ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA) e à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Assim, este cenário incluiu os aproveitamentos com maior probabilidade de instalação em um curto prazo de tempo, haja vista o interesse por parte dos empreendedores quanto aos licenciamentos destes. Assim, a composição deste cenário é apresentada pelo conjunto de aproveitamentos a seguir:

⇒ CGH Santo Antônio;

⇒ CGH A.M. Dias;

⇒ CGH São Paulo;

⇒ CGH Caveiras;

⇒ PCH João Borges;

⇒ PCH Portão.

9.1.3 Cenários de médio prazo

Considerando um espaço temporal de médio prazo, O Cenário 02 é formado pelos empreendimentos já em operação para o rio Caveiras, bem como por aqueles em tramitação junto ao IMA e ANEEL, ou em apenas um destes órgãos reguladores, indicando a possibilidade de instalação, porém em um intervalo temporal maior. Em relação ao cenário anterior, dois aproveitamentos forma inclusos, a PCH pinheiro e a PCH Itararé. Sendo assim, são considerados no Cenário 02 os seguintes aproveitamentos hidrelétricos:

⇒ CGH Santo Antônio;

⇒ CGH A.M. Dias;

⇒ CGH São Paulo;

⇒ CGH Caveiras;

⇒ PCH Pinheiro;

⇒ PCH Itararé;

⇒ PCH João Borges;

⇒ PCH Portão.

9.1.4 Cenários de longo prazo

Em um cenário a longo prazo, formado pelos empreendimentos já em operação, com alguma tramitação junto aos órgãos regulamentadores (IMA e ANEEL) e por aqueles com interesse em licenciamento futuro, porém sem processo aberto as instituições acima mencionadas, considerados todos os empreendimentos desta avaliação. Desta forma, apenas a CGH Hoppen foi inclusa neste conjunto de aproveitamento, os quais formaram o presente cenário, a saber:

⇒ CGH Santo Antônio;

⇒ CGH A.M. Dias;

⇒ CGH São Paulo;

⇒ CGH Hoppen;

⇒ CGH Caveiras;

⇒ PCH Pinheiro;

⇒ PCH Itararé;

⇒ PCH João Borges;

⇒ PCH Portão.

10 MODELAGEM HIDRODINÂMICA

10.1 INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta os estudos remanso desenvolvidos para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, considerando quatro (04) diferentes cenários que avaliam o comportamento hidrodinâmico do rio em condições naturais e com a influência dos nove (09) aproveitamentos hidrelétricos previstos (PCHs e CGHs).

A modelagem hidrodinâmica é aplicada no desenvolvimento dos estudos de remanso com o objetivo de obter os níveis de água ao longo do trecho em estudo no rio Caveiras, considerando a variação de vazão e a influência dos aproveitamentos hidrelétricos, determinando-se assim as curvas de descarga nos locais de interesse.

A partir da determinação dos níveis de água com a implantação dos empreendimentos considerando os diferentes cenários, serão analisadas as interferências destes nas principais estruturas existentes, comparando-se os resultados com os níveis de água simulados para as condições naturais (cenário de não implantação dos aproveitamentos).

O trecho em estudo abrange a extensão de implantação dos aproveitamentos hidrelétricos previstos, conforme apresentados na tabela abaixo

Tabela 171- Características Gerais dos aproveitamentos hidrelétricos estudados no rio Caveiras

Aproveitamento	Potência Instalada (MW)	Situação	NA Montante (m)	NA Jusante (m)	Queda Bruta (m)
CGH Santo Antônio	1,85	Projeto	1.045,00	1.004,00	41,00
PCH A.M. Dias	5,20	Projeto	990,00	935,14	54,86
CGH São Paulo	2,80	Projeto	935,00	903,90	31,10
CGH Hoppen	2,50	Projeto	870,00	861,02	8,53
CGH Caveiras	3,83	Operação	860,00	826,49	34,51
PCH Pinheiro	8,60	Projeto	819,75	796,37	23,38
PCH Itararé	9,40	Projeto	794,60	772,22	22,38
PCH João Borges	19,00	Operação	771,50	735,6	35,9
PCH Portão	16,00	Projeto	726,50	705,00	21,50

Fonte: Dados obtidos dos estudos de Projetos Básico dos Empreendimentos, 2020.

10.2 METODOLOGIA

A metodologia seguida foi a Standard Step Method (HENDERSON, 1966) que determina os níveis de água ou de energia passo a passo, partindo de uma seção na extremidade de jusante com a curva de descarga ou nível conhecido e deslocando-se no sentido de montante.

O software utilizado para o desenvolvimento da modelagem computacional foi o HEC-RAS 5.0.4, o qual permite a determinação do perfil da superfície livre para escoamentos permanentes gradualmente variados em canais naturais e artificiais, considerando-se condições de fluxo subcrítico ou supercrítico. O software apresenta a possibilidade de inserção de obstruções no modelo, como pontes, bueiros, vertedouros, orifícios, entre outros. O que possibilitou a simulação dos barramentos e estruturas previstas nos aproveitamentos propostos no rio Caveiras.

As hipóteses básicas, referentes ao Standard Step Method e que constituem as limitações e aplicações do modelo HEC-RAS são as seguintes:

⇒ Modelo uni e bi-dimensional;

⇒ Escoamento permanente;

⇒ Escoamento gradualmente variado;

⇒ Escoamento unidimensional;

⇒ Distribuição hidrostática de pressões;

Os dados básicos de entrada para a modelagem hidrodinâmica no software HEC-RAS são: condição de contorno, vazões afluentes, coeficiente de rugosidade, geometria das seções transversais (seções topobatimétricas e de restituição aerofotogramétrica) e geometria do rio.

10.3 DADOS DE ENTRADA

10.3.1 Geometria do Rio

O trecho em estudo do rio Caveiras compreende desde sua foz (seção extrema de jusante) localizada entre os municípios de Cerro Negro e São José do Cerrito até a seção a montante do reservatório do aproveitamento proposto CGH Santo Antônio, localizada no município de Painel. Os limites de contorno abrangem um trecho de 196,11 km de extensão ao longo do rio Caveiras, o qual foi estudado, avaliando-se a interferência da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos propostos.

Na etapa de pré-processamento da geometria do rio, inicialmente, foi analisado o terreno obtido a partir do levantamento aerofogramétrico da SDE (2010). Na sequência, o modelo digital de terreno (MDT) foi comparado aos dados disponíveis obtidos dos estudos de projeto básico dos aproveitamentos e demais estudos utilizados como base de dados para elaboração da modelagem hidrodinâmica. Neste contexto, foi observado a coerência na continuidade da superfície do terreno, sendo ajustados e interpolados dos dados que se mostraram confiáveis e relevantes. Os dados que não se ajustaram à continuidade do terreno foram descartados durante o pré-processamento, como é o caso da restituição disponível junto aos arquivos de Projeto Básico da CGH São Paulo, o qual apresentava uma variação de até 5 metros comparado aos demais dados.

Após a definição e ajustes dos dados, foi realizada a triangulação dos dados vetoriais (TIN) para a composição da superfície. Cabe observar que, no pré-processamento dos trechos de MDT obtidos da SDE, foi ajustada a elevação da calha, considerando que este levantamento apresenta os dados de altimetria até o limite da lâmina d'água no dia do levantamento. Para realizar este ajuste, foram observadas as profundidades das seções topobatimétricas e posteriormente definida o valor do offset da elevação da calha, para a calibração do fundo do rio.

Durante a calibração, foi observado que o trecho à montante do reservatório da CGH Caveiras apresentava elevações muito baixas quando comparadas aos NAs levantados em campo. Esta diferença na elevação também foi também observada

durante a análise das seções topobatimétricas do trecho em comparação com o terreno gerado. Ressalta-se que, tem observado esta variação em alguns estudos de remanso com a utilização do MDT obtido junto a SDE, especialmente em regiões planas, como é o caso do trecho que abrange a cidade de Lages. Por esta razão, neste trecho utilizou-se a restituição aerofotogramétrica realizada entre dezembro de 2019 e fevereiro de 2020, cujos dados ajustaram-se mais satisfatoriamente aos NAs levantados em campo e seções topobatimétricas.

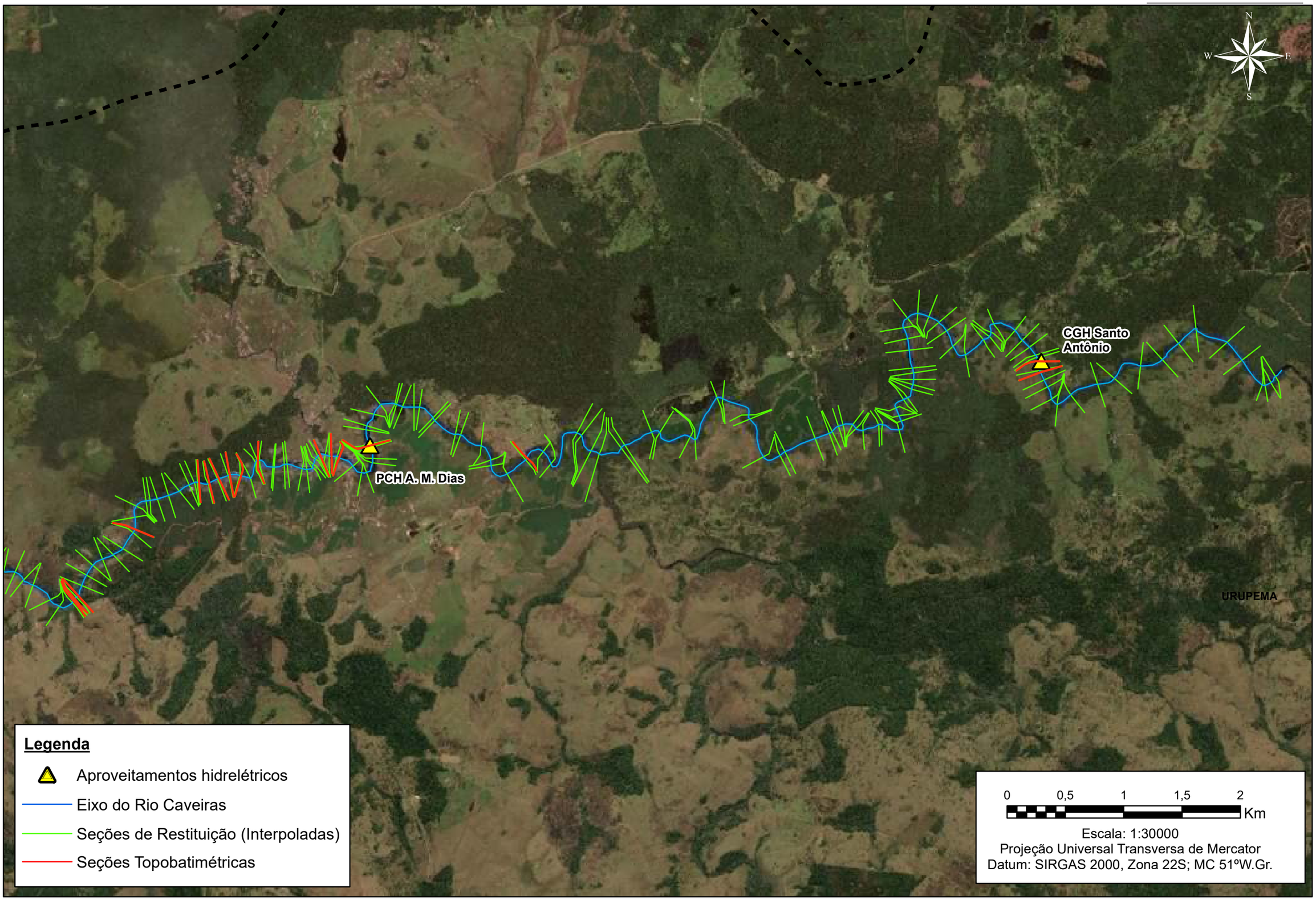
Tabela 172- Base de Dados para a geometria do modelo

Arquivo	Fonte	Descrição
Levantamento Aerofotogramétrico SDE (2010 a 2012)	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE)	Modelo Digital de Terreno (MDT)
Restituição Aerofotogramétrica (2020)	Estelar Engenharia	Curvas de nível em intervalo de 5 m do trecho a jusante à CGH Caveiras até a jusante da PCH A.M. Dias, obtidas por Restituição Aerofotogramétrica
Batimetria do Reservatório da CGH Caveiras	CELESC	Curvas de nível da batimetria do reservatório da CGH Caveiras
Restituição Aerofotogramétrica (2012)	Projeto Básico da PCH A.M. Dias	Curvas de nível em intervalo de 1 m ao longo do trecho de interesse da PCH A.M. Dias

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

AIBH RIO CAVEIRAS - MODELAGEM HIDRODINÂMICA - SEÕES TRANSVERSAIS

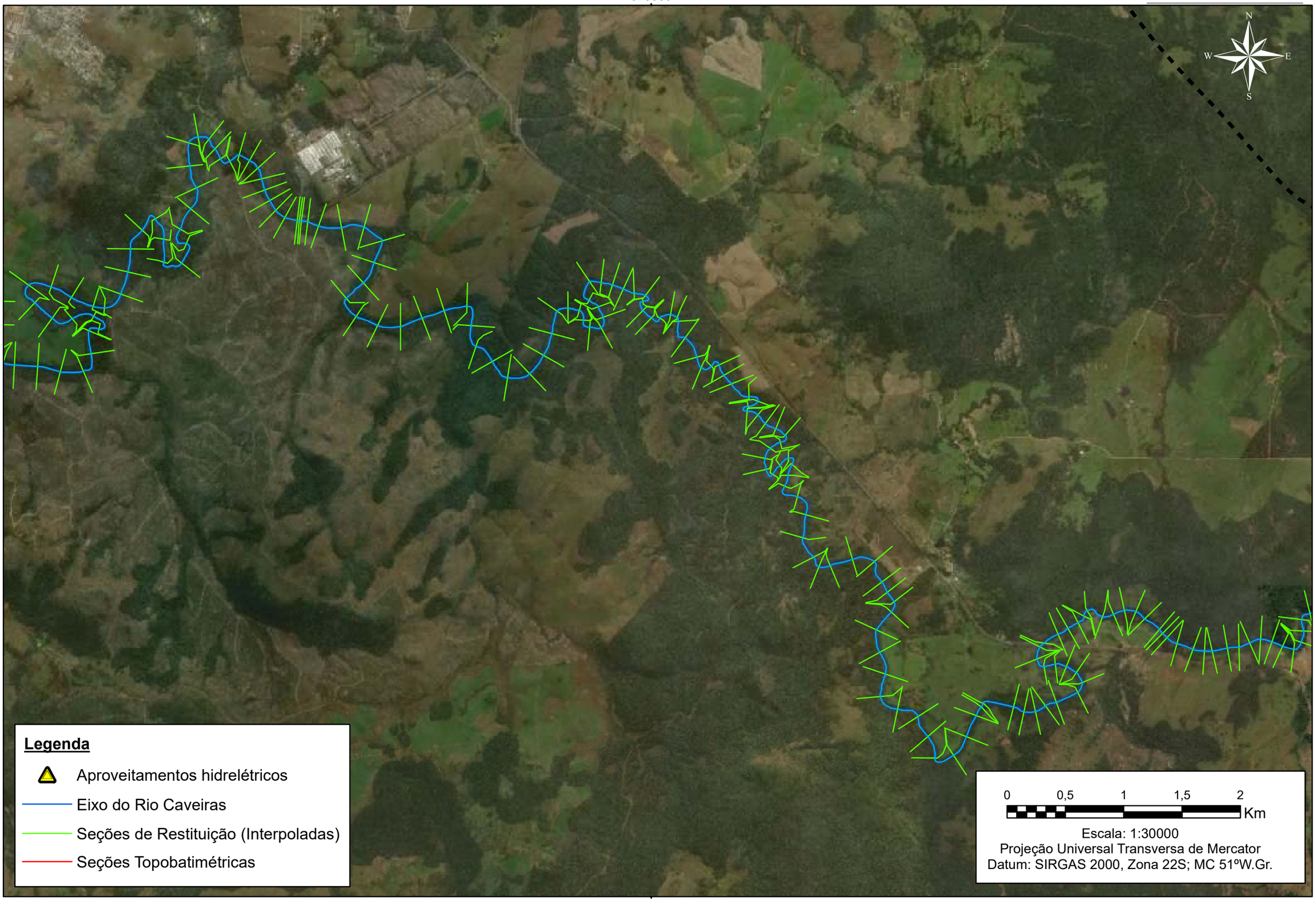
desenvolver
engenharia e meio ambiente



AIBH RIO CAVEIRAS - MODELAGEM HIDRODINÂMICA - SEÕES TRANSVERSAIS

desenvolver
engenharia e meio ambiente

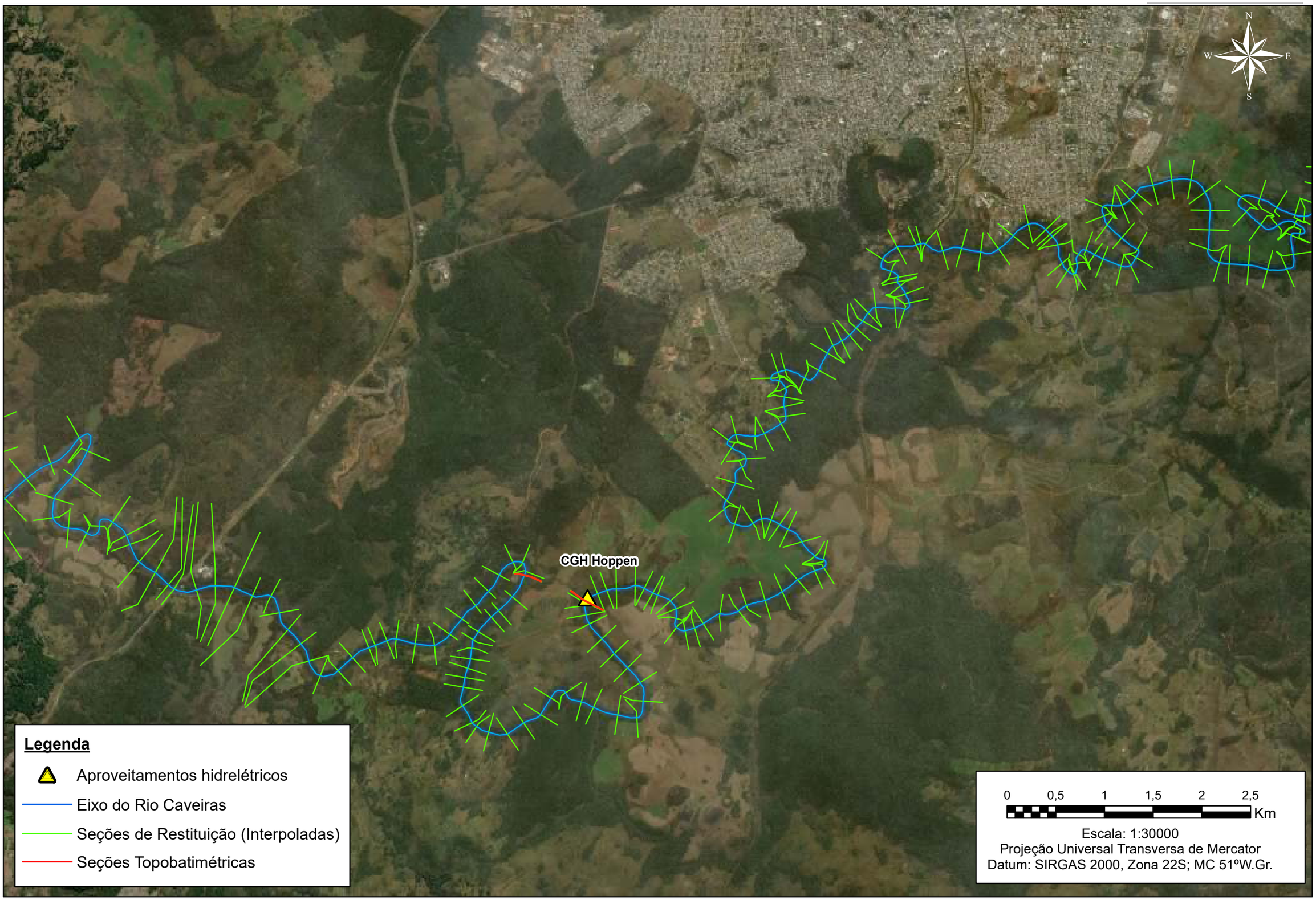
575000



575000

AIBH RIO CAVEIRAS - MODELAGEM HIDRODINÂMICA - SEÕES TRANSVERSAIS

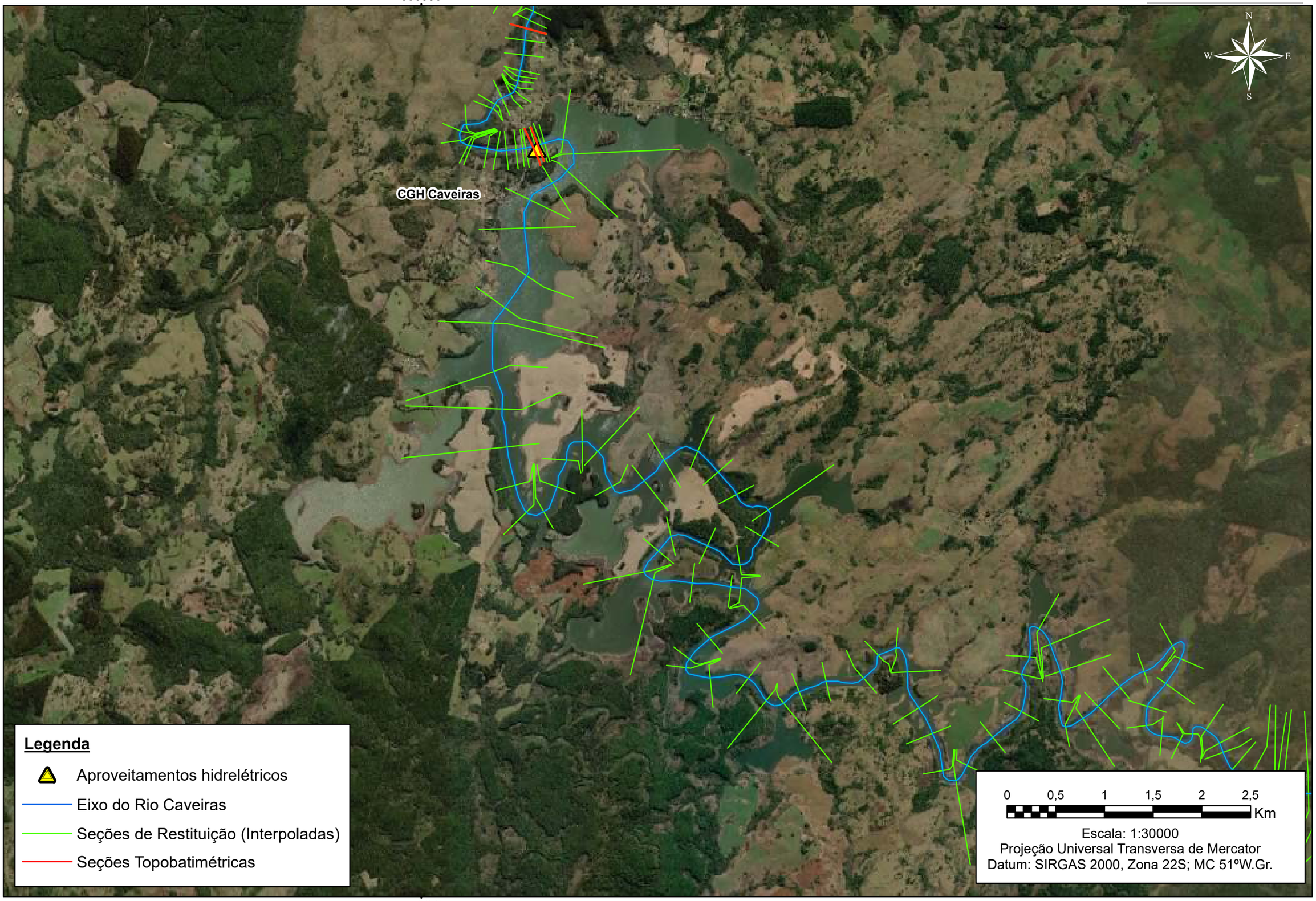
desenvolver
engenharia e meio ambiente



AIBH RIO CAVEIRAS - MODELAGEM HIDRODINÂMICA - SEÕES TRANSVERSAIS

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000



Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Eixo do Rio Caveiras
- Seções de Restituição (Interpoladas)
- Seções Topobatimétricas

0 0,5 1 1,5 2 2,5 Km

Escala: 1:30000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

550000

AIBH RIO CAVEIRAS - MODELAGEM HIDRODINÂMICA - SEÕES TRANSVERSAIS

desenvolver
engenharia e meio ambiente

550000

6925000

N
W E
S

PCH Pinheiro

CGH Caveiras

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Eixo do Rio Caveiras
- Seções de Restituição (Interpoladas)
- Seções Topobatimétricas

0 0,5 1 1,5 2 2,5 Km

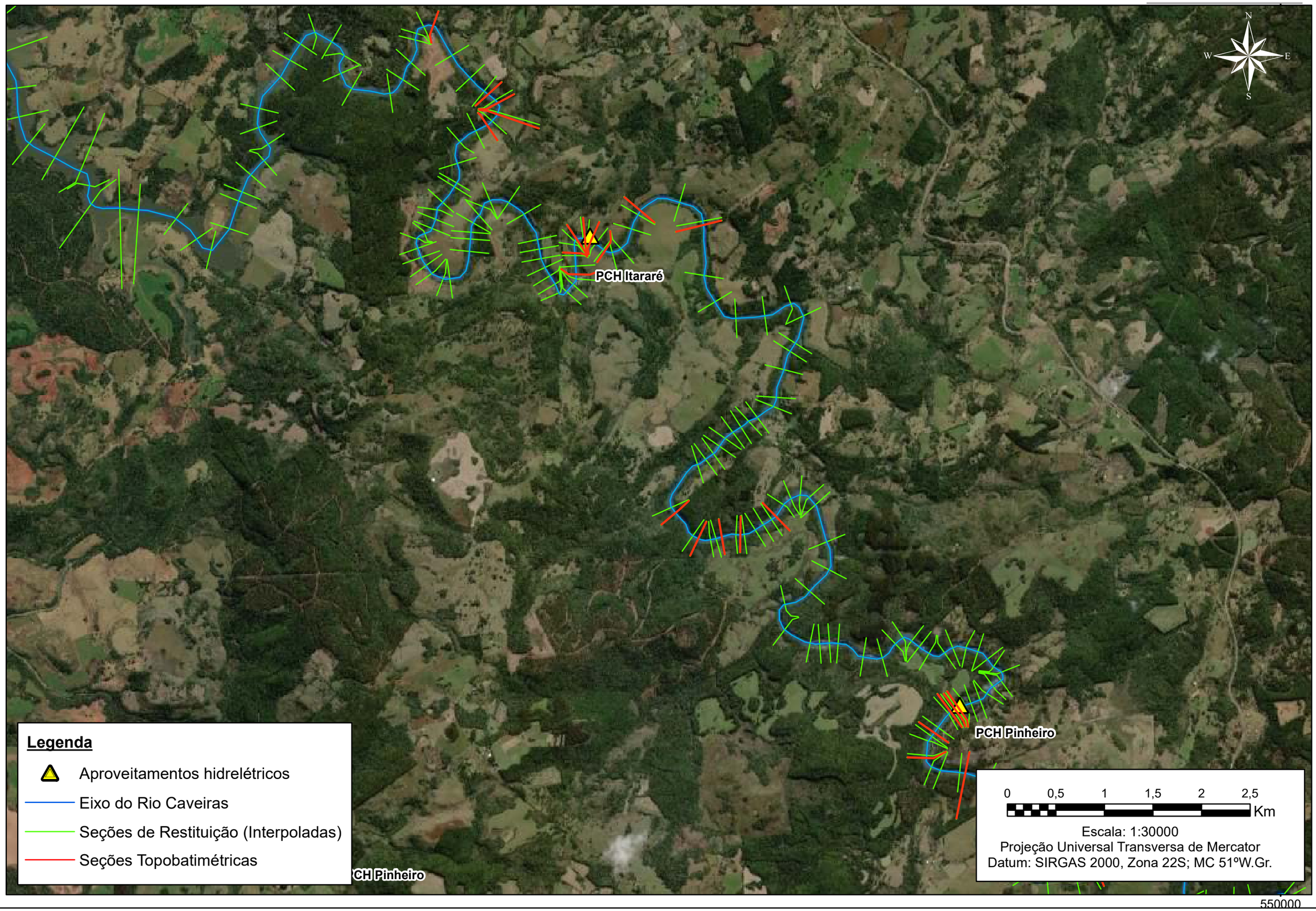
Escala: 1:30000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

550000

6925000

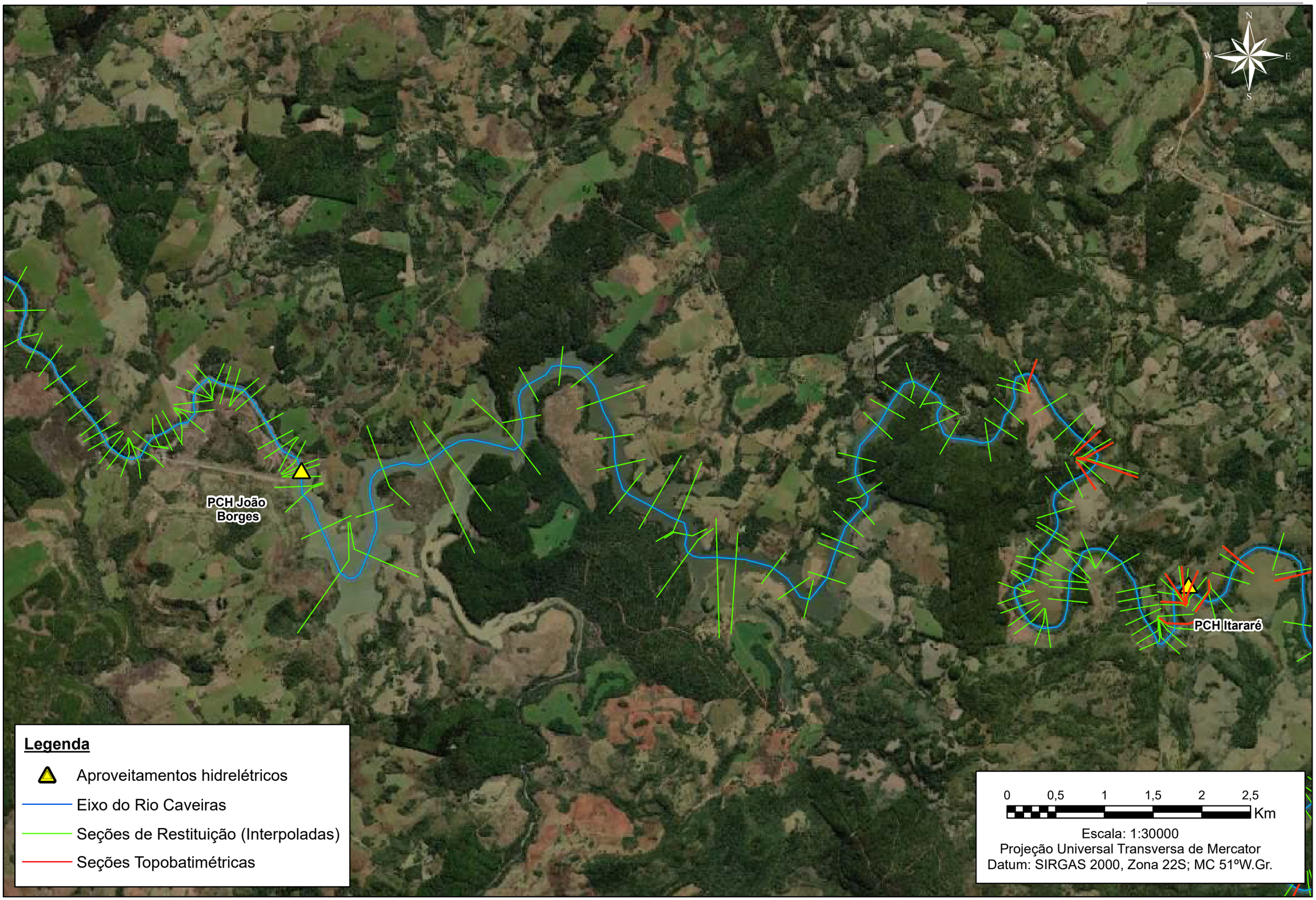
AIBH RIO CAVEIRAS - MODELAGEM HIDRODINÂMICA - SEÕES TRANSVERSAIS

desenvolver
engenharia e meio ambiente



AIBH RIO CAVEIRAS - MODELAGEM HIDRODINÂMICA - SEÕES TRANSVERSAIS

desenvolver
engenharia e meio ambiente



AIBH RIO CAVEIRAS - MODELAGEM HIDRODINÂMICA - SEÕES TRANSVERSAIS

desenvolver
engenharia e meio ambiente

525000

N
W
E
S

PCH João Borges

Legenda

- Aproveitamentos hidrelétricos
- Eixo do Rio Caveiras
- Seções de Restituição (Interpoladas)
- Seções Topobatimétricas

0 0,5 1 1,5 2 2,5 Km

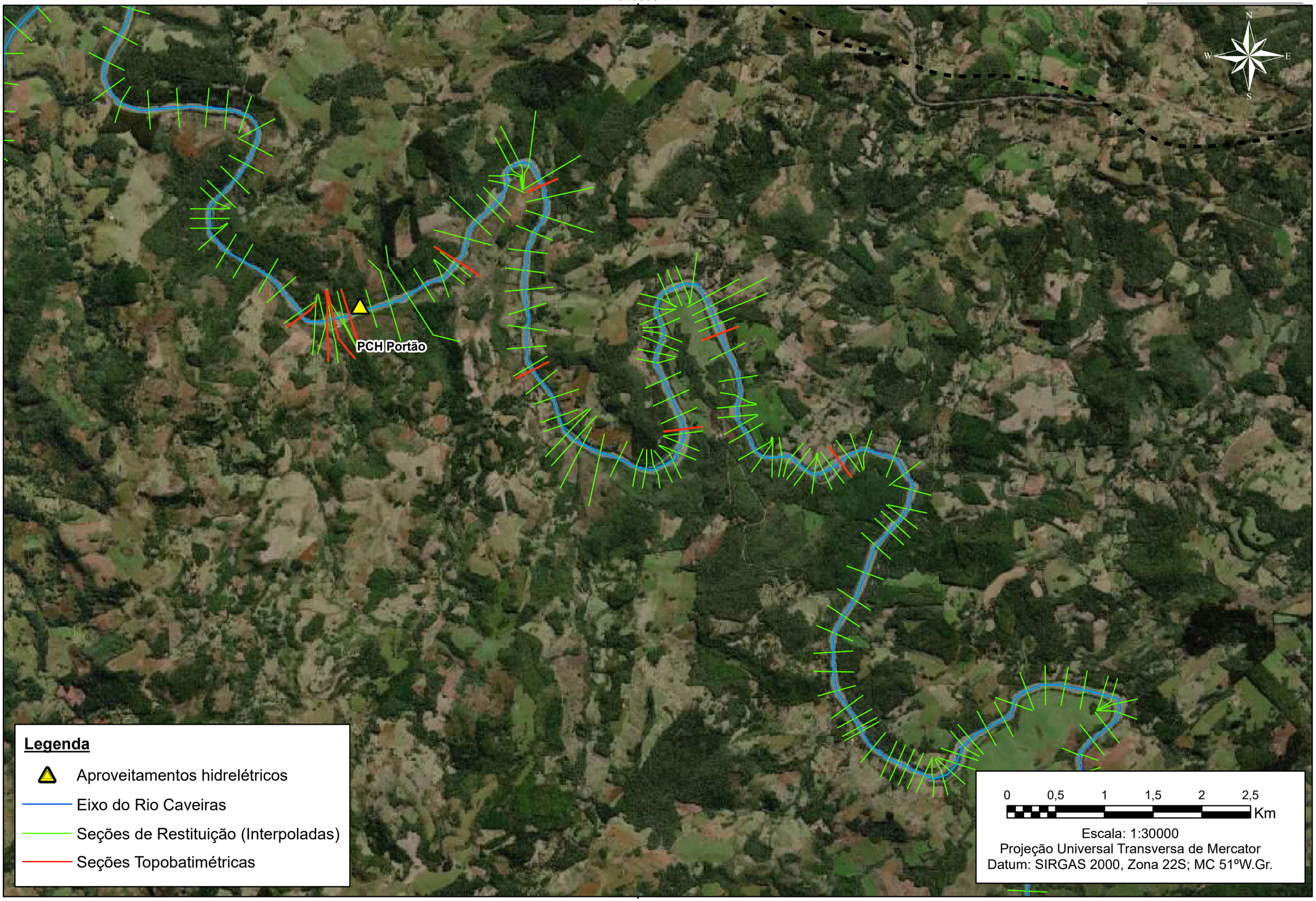
Escala: 1:30000
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SIRGAS 2000, Zona 22S; MC 51ºW.Gr.

525000

AIBH RIO CAVEIRAS - MODELAGEM HIDRODINÂMICA - SEÕES TRANSVERSAIS

desenvolver
engenharia e meio ambiente

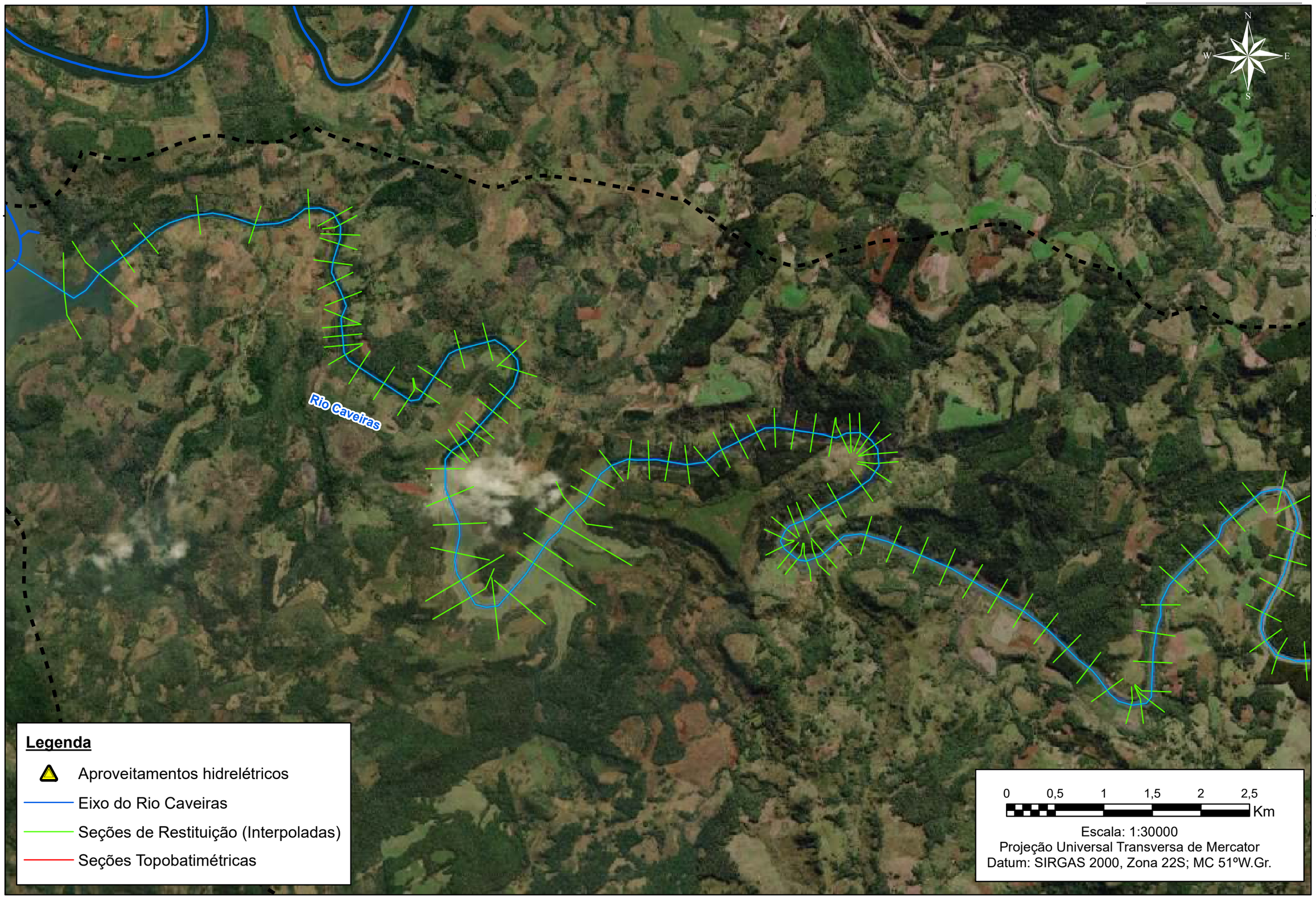
525000



525000

AIBH RIO CAVEIRAS - MODELAGEM HIDRODINÂMICA - SEÕES TRANSVERSAIS

desenvolver
engenharia e meio ambiente



10.3.2 Seções Topobatimétricas e Seções de Restituição

Para compor o estudo de modelagem hidrodinâmica, foram utilizadas 58 seções topobatimétricas distribuídas ao longo do trecho simulado. As seções foram obtidas dos estudos de projeto básico dos aproveitamentos hidrelétricos considerados, com exceção das seções da CGH Caveiras, as quais foram obtidas do estudo realizado para o Plano de Ação de Emergência.

As seções topobatimétricas utilizadas, bem como o nível de água (N.A.) levantado junto à seção e a data do levantamento, conforme as informações obtidas dos estudos de referência, são apresentados na tabela abaixo.

Após a definição e ajustes dos dados, foi realizada a triangulação dos dados vetoriais (TIN) para a composição da superfície. Cabe observar que, no pré-processamento dos trechos de MDT obtidos da SDE, foi ajustada a elevação da calha, considerando que este levantamento apresenta os dados de altimetria até o limite da lâmina d'água no dia do levantamento. Para realizar este ajuste, foram observadas as profundidades das seções topobatimétricas e posteriormente definida o valor do offset da elevação da calha, para a calibração do fundo do rio.

Durante a calibração, foi observado que o trecho à montante do reservatório da CGH Caveiras apresentava elevações muito baixas quando comparadas aos NAs levantados em campo. Esta diferença na elevação também foi também observada durante a análise das seções topobatimétricas do trecho em comparação com o terreno gerado. Ressalta-se que, tem observado esta variação em alguns estudos de remanso com a utilização do MDT obtido junto a SDE, especialmente em regiões planas, como é o caso do trecho que abrange a cidade de Lages. Por esta razão, neste trecho utilizou-se a restituição aerofotogramétrica realizada entre dezembro de 2019 e fevereiro de 2020, cujos dados ajustaram-se mais satisfatoriamente aos NAs levantados em campo e seções topobatimétricas.

Tabela 173 – Fonte de dados

Arquivo	Fonte	Descrição
Levantamento Aerofotogramétrico SDE (2010 a 2012)	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE)	Modelo Digital de Terreno (MDT)
Restituição Aerofotogramétrica (2020)	Estelar Engenharia	Curvas de nível em intervalo de 5 m do trecho a jusante à CGH Caveiras até a jusante da PCH A.M. Dias, obtidas por Restituição Aerofotogramétrica
Batimetria do Reservatório da CGH Caveiras	CELESC	Curvas de nível da batimetria do reservatório da CGH Caveiras
Restituição Aerofotogramétrica (2012)	Projeto Básico da PCH A.M. Dias	Curvas de nível em intervalo de 1 m ao longo do trecho de interesse da PCH A.M. Dias

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Durante a etapa de pré-processamento, foi realizada a análise das seções topobatimétricas para a consolidação dos dados. Neste contexto, foi realizado comparativo de cada seção topobatimétrica com o terreno triangulado gerado a partir da base de dados selecionada, descrita na tabela acima, a fim de avaliar a adequabilidade dos dados de geometria para posterior calibração do trecho. Adicionalmente, observa-se que, na seção do terreno fora da calha do rio foi complementada a geometria das seções topobatimétricas com a interpolação do terreno construído, uma vez que a largura de algumas seções topobatimétricas se mostrou insuficiente para a modelagem das vazões de cheia.

Além das seções topobatimétricas, foram inseridas 1.184 seções de restituição obtidas da interpolação com o terreno construído do modelo digital de terreno na etapa de pré-processamento. As seções apresentam espaçamento variável, sendo adicionadas em maior densidade nos locais de interesse e menor densidade nos locais em que não há grandes variações do regime hídrico.

Tabela 174- Seções Topobatimétricas

Seção HEC	ID Seção nos Estudos de Origem	Nível de Água (m)	Data do Levantamento	Empreendimento
STP-01	SEÇÃO 01	704,409	21/02/2019	PCH Portão
STP-02	SEÇÃO 02	704,466		

Seção HEC	ID Seção nos Estudos de Origem	Nível de Água (m)	Data do Levantamento	Empreendimento
STP-03	SEÇÃO 02A	705,017		
STP-04	SEÇÃO 03	707,911		
STP-05	SEÇÃO 04	708,610		
STP-06	SEÇÃO 05	712,708		
STP-07	SEÇÃO 06	713,543		
STP-08	SEÇÃO 07	717,493		
STP-09	SEÇÃO 08	721,036		
STP-10	SEÇÃO 09	725,136		
STP-11	ST-13	771,466	12/01/2014	PCH Itararé
STP-12	ST-12	771,514		
STP-13	ST-11	771,539		
STP-14	ST-10	771,580		
STP-15	ST-9	771,671		
STP-16	ST-8	794,244		
STP-17	ST-7	794,287	10/01/2014	
STP-18	ST-6	794,292	10/01/2014	PCH Itararé
STP-19	ST-5	794,295		
STP-20	ST-4	794,335		
STP-21	ST-3	794,361		
STP-22	ST-2	794,404	12/01/2014	
STP-23	ST-1	794,407		
STP-24	ST-12	795,287	10/02/2014	PCH Pinheiro
STP-25	ST-11	795,339		
STP-26	ST-10	795,431		
STP-27	ST-9	795,539		
STP-28	ST-8	797,334		
STP-29	ST-7	819,511	08/02/2014	
STP-30	ST-6	819,586		
STP-31	ST-5	819,586		
STP-32	ST-4	819,628		
STP-33	ST-3	819,652		
STP-34	ST-2	819,676		
STP-35	STP-06	819,587	04/02/2015	CGH Caveiras
STP-36	STP-05	823,152	06/02/2015	
STP-37	STP-04	824,778	04/02/2015	
STP-38	STP-02	851,728	03/02/2015	
STP-39	STP-01	859,813		
STP-40	STP - Casa de Força	861,640	16/10/2019	CGH Hoppen
STP-41	STP - Barramento	870,260		
STP-42	Seção TOP 01	899,000	06/10/2015	CGH São Paulo
STP-43	Seção TOP 02	899,000		

Seção HEC	ID Seção nos Estudos de Origem	Nível de Água (m)	Data do Levantamento	Empreendimento
STP-44	Seção TOP 03	903,792		
STP-45	Seção TOP 04	912,000		
STP-46	Seção TOP 05	929,718		
STP-47	Seção TOP 06	932,000		
STP-48	Seção TOP 07	932,000		
STP-49	Seção TOP 08	935,000		
STP-50	Seção TOP 09	935,000		
STP-51	SB 02 CF	935,775	13/04/2012	PCH A.M. Dias
STP-52	Seção 01	967,012		
STP-53	Seção 02	969,950		
STP-54	Seção 03	971,925		
STP-55	Seção 04	974,159	13/04/2012	PCH A.M. Dias
STP-56	Seção 05	982,697		
STP-57	STPB-02	1039,647	27/03/2017	CGH Santo Antônio
STP-58	STPB-01	1041,552		

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

10.3.3 Níveis de Água Medidos em Campo

Para a calibração do modelo hidrodinâmico, foram utilizados 42 Níveis de Água (NAs) levantados em campo, entre os quais 07 foram obtidos dos estudos de projetos básico da PCH Pinheiro e PCH Itararé (os níveis foram utilizados em ambos estudos). Entre os demais, 10 NAs foram obtidos do estudo do Plano de Ação de Emergência da CGH Caveiras e 25 NAs foram obtidos do levantamento realizado entre dezembro de 2019 e janeiro de 2020.

Na tabela abaixo são apresentados os NAs levantados em campo, a data do levantamento e a seção de localização no modelo hidrodinâmico.

Tabela 175- Níveis de Água Levantados em Campo

Seção HEC	ID	Nível de Água (m)	Data do Levantamento
SL-583	SR-157	825,310	25/07/2013
SL-558	SR-136	819,832	
SL-528	ST-101.3	819,593	
SL-502	SR-85	805,032	
SL-438	ST-36.2	794,515	
SL-401	SR-15	772,061	

Seção HEC	ID	Nível de Água (m)	Data do Levantamento
STP-09	SR-9	771,790	
SL-687	NA1	859,977	07/02/2015
SL-606	NA2	859,917	
SL-599	NA3	851,519	
SL-594	NA4	849,046	
SL-589	NA5	848,82	
SL-585.1	NAJ01	825,907	16/01/2020
SL-585	NAJ02	825,386	
SL-585	NA6	825,146	07/02/2015
SL-584	NAJ03	824,979	16/01/2020
SL-582	NAJ02	824,833	
SL-581	NAJ01	824,364	
SL-567	NA7	820,399	07/02/2015
SL-559	NA8	819,685	
SL-551	NA9	819,562	
SL-526	NA10	819,143	
STP-38	NA 00	859,269	09/12/2019
SL-701	NA 01	859,271	05/12/2019
SL-754	NA 02	869,391	06/12/2019
SL-805	NA 03	870,534	
SL-819	NA 04	871,549	08/12/2019
SL-829	NA 05	871,868	
SL-834	NA 06	871,870	
SL-848	NA 07	871,943	
SL-876	NA 08	872,072	06/12/2019
SL-903	NA 09B	873,334	09/12/2019
SL-904	NA 09A	873,354	
SL-905	NA 09	874,094	
SL-946	NA 10	874,194	04/12/2019
SL-1011	NA 11	881,427	07/12/2019
SL-1015	NA 12	882,100	04/12/2019
SL-1020	NA 13	886,012	08/12/2019
SL-1029	NA 14	892,437	09/12/2019
SL-1035	NA 15	893,022	
SL-1043	NA 16	893,579	07/12/2019

Seção HEC	ID	Nível de Água (m)	Data do Levantamento
SL-1052	NA 17	897,830	

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

10.3.4 Níveis de Água de Restituição

Para complementar a calibração, especialmente no segmento de montante do trecho em estudo do rio Caveiras, foram inseridos 26 Níveis de Águas obtidos da restituição realizada nos estudos de projeto básico da PCH A.M. Dias. Como não foi especificada o dia de realização do vôo de restituição, foi considerado apenas vazão média do mês em que este foi realizado, referente a março de 2012. Portanto, o perfil de níveis de água obtido da restituição não foi priorizado para calibração, apenas auxiliaram para ajustar o perfil nos trechos em que não havia dados mais precisos. A tabela abaixo apresenta os Níveis de Água da Restituição do Projeto Básico da PCH A.M. Dias.

Tabela 176- Níveis de Água da Restituição – Projeto Básico PCH A.M. Dias

Seção HEC	ID	Nível de Água (m)
SL-1167	NA 26	1002.23
SL-1164	NA 25	1001.45
SL-1161	NA 24	997.23
SL-1159	NA 23	996.60
SL-1151	NA 22	989.58
SL-1148	NA 21	987.34
SL-1146	NA 20	986.45
SL-1144	NA 19	984.39
SL-1142	NA 18	983.54
SL-1140	NA 17	982.82
SL-1138	NA 16	982.79
SL-1136	NA 15	982.46
SL-1134	NA 14	982.30
SL-1129	NA 13	982.10
SL-1126	NA 12	981.81
SL-1124	NA 11	981.48
SL-1122	NA 10	981.16
SL-1119	NA 09	980.51
SL-1115	NA 08	975.46
SL-1110	NA 07	973.85
SL-1108	NA 06	973.50
SL-1102	NA 05	969.67

STP-52	NA 04	967.25
SL-1095	NA 03	944.82
SL-1093	NA 02	937.29
SL-1091	NA 01	936.76

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

10.3.5 Vazões de Referência

A partir das datas dos levantamentos dos NAs de campo e dos NAs levantados junto às seções topobatimétricas e os NAs de Restituição, foi possível estimar a vazão para calibração para o modelo hidrodinâmico. Para a estimativa dos perfis de vazão para a calibração do modelo foram utilizadas as estações fluviométricas base selecionadas para os estudos hidrológicos: Ponte Rio João Paulo (71250000), Vila Canoas (71200000) e Rio Bonito (71300000), de acordo com a área de drenagem do aproveitamento hidrelétrico de referência.

Sendo assim, foram inseridas as vazões nas seções em que há significativo incremento ou alteração de vazão. Observa-se que, foi subtraída a vazão média de captação para o abastecimento de água de Lages no local do barramento existente na captação da Secretaria Municipal de Águas e Saneamento (SEMASA). Igualmente, foi somada na seção de restituição da vazão da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) a vazão média de contribuição referente ao esgoto tratado.

A tabela abaixo, apresenta as vazões de calibração estimadas em detrimento dos dados de entrada disponíveis: NAs das seções topobatimétricas e NAs levantados em campo.

Após a calibração foram inseridas as vazões de referência para a simulação do modelo hidrodinâmico, apresentadas nas tabelas na sequência. As vazões selecionadas para o estudo compreendem desde o cenário de vazão de escassez (vazão mínima) representado pela Q7,10 até a vazão com Tempo de Recorrência (TR) de 10.000 anos referente ao cenário de vazão de cheia máxima.

Tabela 177- Vazões de Calibração

Seção		Descrição	AD (km²)	Perfis – Vazões (m³/s)								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
96037.2	SL-1211	Rio Caveiras Montante	123,90	1,18	1,21	3,80	1,68	2,25	3,12	9,12	3,01	0,73
193411.7	SL-1206	CGH Santo Antônio	129,02	1,23	1,26	3,96	1,75	2,34	3,25	9,50	3,13	0,76
184015.8	SL-1113	PCH A.M. Dias	299,07	2,80	2,81	8,81	3,89	5,20	7,23	21,14	6,97	1,69
182073.3	SL-1077	CGH São Paulo	317,86	2,96	2,97	9,33	4,12	5,51	7,66	22,38	7,38	1,80
161044.3	SL-904.1	Captação SEMASA / AmBev	459,48	3,93	4,74	12,38	6,25	7,28	13,81	29,10	9,60	1,65
149100	SL-824	ETE SEMASA	522,32	5,21	6,14	14,82	7,85	9,03	16,45	33,82	11,66	2,62
139000	SL-748	CGH Hoppen	686,91	6,78	8,00	19,42	10,25	11,80	21,55	44,41	15,26	3,38
130302.9	SL-694	Final Reservatório CGH Caveiras	798,20	7,88	9,29	22,57	11,91	13,71	25,05	51,60	17,73	3,93
113300	SL-631	Meio Reservatório CGH Caveiras	956,64	9,44	11,14	27,05	14,27	16,43	30,02	61,85	21,25	4,70
104898.7	SL-605	CGH Caveiras	1031,09	9,98	11,77	28,57	15,07	17,36	31,71	65,34	22,45	4,97
93406.24	SL-532	PCH Pinheiro	1242,19	11,91	14,00	34,11	18,00	20,72	37,86	78,00	26,80	5,93
80143.48	STP-20	PCH Itararé	1360,45	13,00	15,32	37,19	19,62	22,59	41,28	85,05	29,22	6,47
59701.02	SL-337	PCH João Borges	1695,33	15,66	19,11	45,85	20,82	28,13	44,21	106,36	37,15	11,06
30463.93	STP-04	PCH Portão	2213,50	20,18	24,95	59,08	26,83	36,24	56,93	137,06	47,88	14,25
3500	SL-09	Rio Caveiras Foz	2394,49	21,83	26,99	63,91	29,02	39,21	61,59	148,27	51,79	15,41

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 178- Vazões de Simulação - Parte 1

Seção		Descrição	AD (km²)	Perfis – Vazões (m³/s)															
				Q 7,10	PF 2	PF 3	PF 4	PF 5	PF 6	PF 7	PF 8	Qmlt	PF 10	PF 11	PF 12	PF 13	PF 14	PF 15	PF 16
196037.2	SL-1211	Rio Caveiras Montante	123,90	0,26	0,47	0,82	1,36	1,91	2,41	3,01	3,56	3,80	4,35	4,87	5,74	6,50	7,83	10.05	12.16
193411.7	SL-1206	CGH Santo Antônio	129,02	0,27	0,49	0,86	1,42	1,99	2,51	3,13	3,71	3,96	4,53	5,07	5,97	6,77	8,15	10.46	12.67
184015.8	SL-1113	PCH A.M. Dias	299,07	0,62	1,09	1,90	3,15	4,42	5,59	6,97	8,25	8,81	10,08	11,28	13,29	15,06	18,13	23.27	28.18
182073.3	SL-1077	CGH São Paulo	317,86	0,66	1,16	2,02	3,34	4,69	5,92	7,38	8,74	9,33	10,68	11,96	14,08	15,96	19,21	24.65	29.86
161044.3	SL-904.1	Captação SEMASA / AmBev	459,48	0,54	0,81	2,22	4,18	6,31	7,86	9,60	11,42	12,38	13,84	15,13	17,36	20,36	25,30	34.65	42.21
149100	SL-824	ETE SEMASA	522,32	1,36	1,66	3,27	5,50	7,92	9,68	11,66	13,73	14,82	16,48	17,94	20,48	23,89	29,50	40.13	48.73
139000	SL-748	CGH Hoppen	686,91	1,72	2,11	4,23	7,15	10,34	12,66	15,26	17,98	19,42	21,60	23,52	26,86	31,34	38,73	52.70	64.01
130302.9	SL-694	Final Reservatório CGH Caveiras	798,20	2,00	2,46	4,92	8,31	12,02	14,71	17,73	20,89	22,57	25,10	27,33	31,21	36,42	45,00	61.24	74.38
113300	SL-631	Meio Reservatório CGH Caveiras	956,64	2,39	2,94	5,89	9,96	14,41	17,63	21,25	25,04	27,05	30,08	32,76	37,41	43,65	53,93	73.40	89.15
104898.7	SL-605	CGH Caveiras	1031,09	2,58	3,11	6,23	10,52	15,22	18,63	22,45	26,45	28,57	31,78	34,61	39,52	46,12	56,98	77.54	94.18
93406.24	SL-532	PCH Pinheiro	1242,19	3,11	3,71	7,43	12,56	18,17	22,24	26,80	31,58	34,11	37,94	41,31	47,18	55,05	68,02	92.57	112.43
80143.48	STP-20	PCH Itararé	1360,45	3,11	4,05	8,10	13,70	19,81	24,25	29,22	34,43	37,19	41,37	45,04	51,44	60,03	74,16	100.93	122.59
59701.02	SL-337	PCH João Borges	1695,33	5,09	6,84	10,70	17,45	25,40	30,76	37,15	43,66	45,85	52,03	57,69	64,98	74,92	89,48	116.67	141.78
30463.93	STP-04	PCH Portão	2213,50	6,65	8,82	13,78	22,49	32,73	39,64	47,88	56,26	59,08	67,05	74,34	83,74	96,54	115,31	150.35	182.71
3500	SL-09	Rio Caveiras Foz	2394,49	7,19	9,54	14,91	24,32	35,40	42,88	51,79	60,86	63,91	72,53	80,42	90,59	104,43	124,74	162.64	197.65

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 179- Vazões de Simulação - Parte 2

Seção		Descrição	AD (km²)	Perfis – Vazões (m³/s)															
				PF 17	PF 18	PF 19	TR 2	TR 2.33	TR 5	TR 10	PF 25	TR 50	TR 100	TR 250	TR 500	TR 1000	TR 2500	TR 5000	TR 10000
196037.2	SL-1211	Rio Caveiras Montante	123,90	13,54	19,21	28,81	41,74	43,72	53,59	62,55	74,39	83,35	92,31	104,16	113,12	122,08	133,92	142,88	151,84
193411.7	SL-1206	CGH Santo Antônio	129,02	14,10	20,00	30,00	43,47	45,53	55,81	65,14	77,47	86,80	96,13	108,46	117,80	127,13	139,46	148,79	158,12
184015.8	SL-1113	PCH A.M. Dias	299,07	31,36	46,36	69,54	92,18	96,54	118,33	138,12	164,27	184,06	203,84	229,99	249,78	269,56	295,72	315,50	335,29
182073.3	SL-1077	CGH São Paulo	317,86	33,23	49,27	73,91	97,39	102,00	125,03	145,93	173,57	194,47	215,37	243,01	263,91	284,81	312,45	333,35	354,26
161044.3	SL-904.1	Captação SEMASA / AmBev	459,48	49,82	70,62	106,23	130,86	137,08	168,16	196,38	233,68	261,90	290,11	327,42	355,63	383,85	421,15	449,37	477,59
149100	SL-824	ETE SEMASA	522,32	57,38	81,02	121,51	149,50	156,57	191,91	223,98	266,38	298,46	330,54	372,94	405,02	437,09	479,49	511,57	543,65
139000	SL-748	CGH Hoppen	686,91	75,39	106,48	159,72	196,54	205,83	252,30	294,48	350,25	392,43	434,61	490,38	532,56	574,74	630,51	672,69	714,87
130302.9	SL-694	Final Reservatório CGH Caveiras	798,20	87,60	123,73	185,60	228,38	239,18	293,18	342,20	407,00	456,02	505,03	569,83	618,85	667,87	732,67	781,69	830,70
113300	SL-631	Meio Reservatório CGH Caveiras	956,64	104,99	148,29	222,44	273,71	286,66	351,37	410,12	487,78	546,53	605,28	682,94	741,69	800,43	878,09	936,84	995,59
104898.7	SL-605	CGH Caveiras	1031,09	110,92	159,83	239,75	285,79	299,30	366,87	428,21	509,30	570,64	631,98	713,06	774,40	835,74	916,83	978,17	1039,50
93406.24	SL-532	PCH Pinheiro	1242,19	132,42	192,56	288,83	339,64	355,70	436,00	508,90	605,26	678,16	751,06	847,42	920,32	993,21	1089,58	1162,47	1235,37
80143.48	STP-20	PCH Itararé	1360,45	144,38	210,89	316,33	369,58	387,06	474,44	553,76	658,62	737,95	817,27	922,13	1001,45	1080,78	1185,64	1264,96	1344,29
59701.02	SL-337	PCH João Borges	1695,33	168,16	262,80	394,20	453,67	475,12	582,39	679,76	808,48	905,85	1003,23	1131,94	1229,32	1326,69	1455,41	1552,78	1650,15
30463.93	STP-04	PCH Portão	2213,50	216,70	343,12	514,68	582,21	609,74	747,40	872,36	1037,55	1162,51	1287,47	1452,66	1577,62	1702,58	1867,77	1992,73	2117,69
3500	SL-09	Rio Caveiras Foz	2394,49	234,42	371,18	556,76	629,81	659,60	808,51	943,69	1122,39	1257,56	1392,74	1571,44	1706,62	1841,80	2020,49	2155,67	2290,85

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

10.4 CALIBRAÇÃO DO MODELO

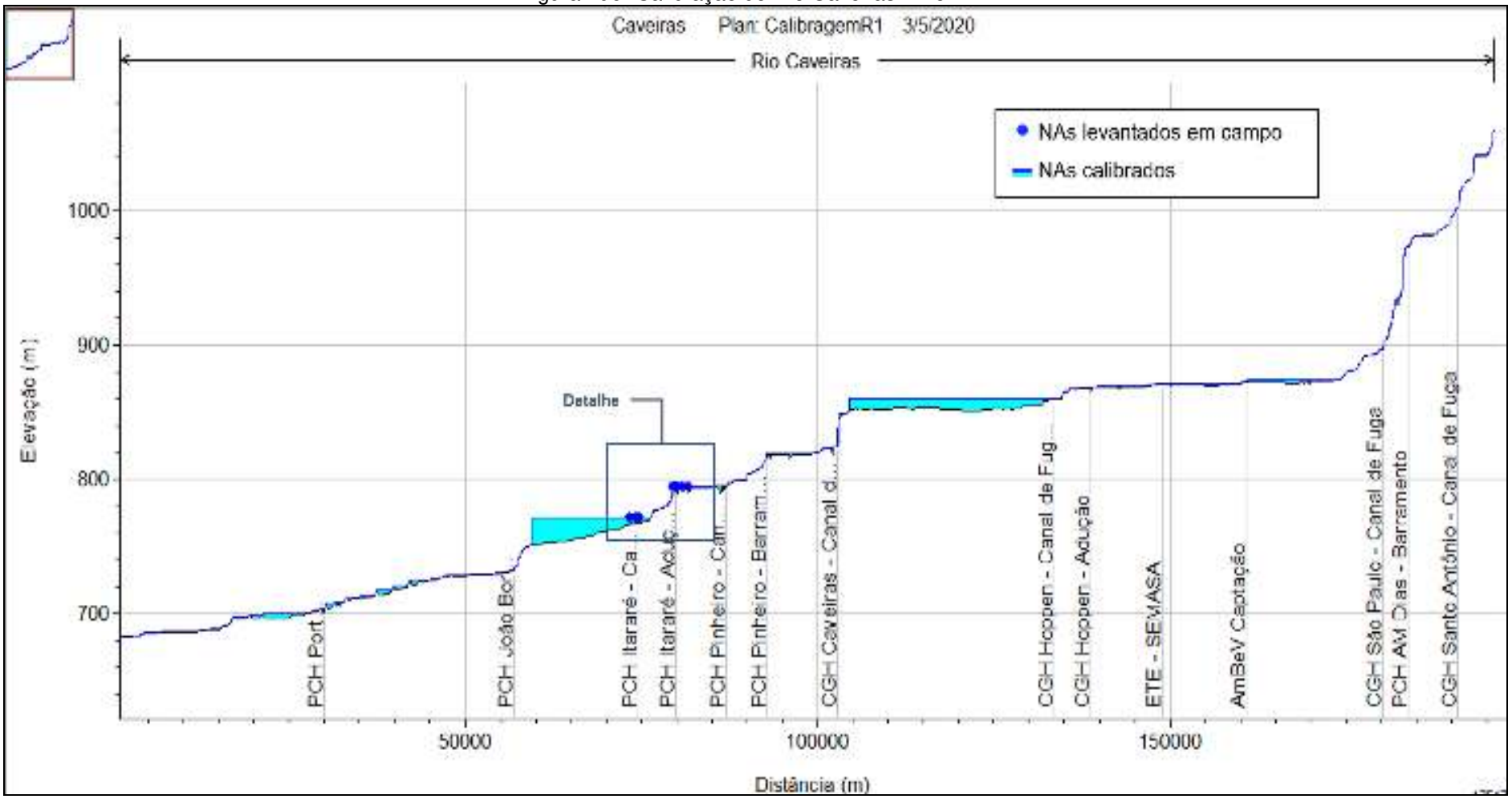
Após o pré-processamento de definição da geometria do rio e a inserção dos dados de calibração, os quais compreendem as seções topobatimétricas, os NAs de Campo e de restituição e as vazões de referência, foi realizada a calibração do modelo. Ressalta-se que a calibração foi realizada considerando o cenário atual, em que existem dois empreendimentos em operação: PCH João Borges e CGH Caveiras.

Para tanto, foi ajustado o fundo do rio nas seções de restituição a fim de ajustar o perfil do rio aos NAs de calibração. Adicionalmente, foi ajustado o coeficiente de Manning, o qual foi adotado o valor de 0,035 na maioria do trecho, considerando canal natural de seção irregular e em conformidade com os valores sugeridos na literatura. Para os trechos localizados em corredeiras e de maior turbulência, foi adotado o valor de 0,060 para o coeficiente de Manning.

Em alguns trechos, foi calibrado também o coeficiente de contração e expansão, em virtude do alargamento ou estreitamento bruto das seções e em locais próximos às estruturas.

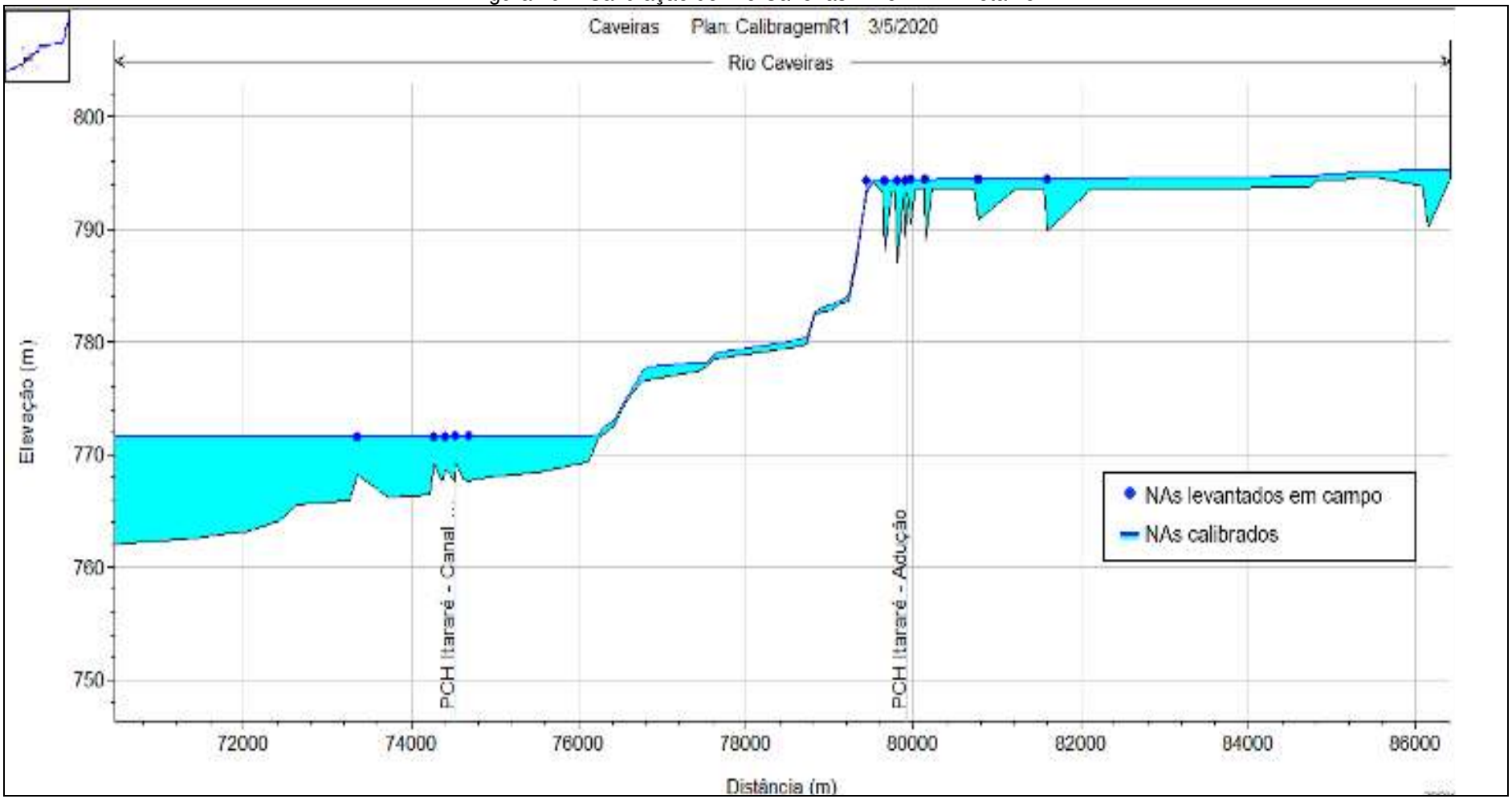
As figuras apresentadas a seguir, representam o resultado para a calibração, considerando os 09 (nove) perfis de vazão de referência selecionados. Nas figuras é possível visualizar a convergência do perfil do rio com os NAs (em azul) levantados em campo.

Figura 496- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 1



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

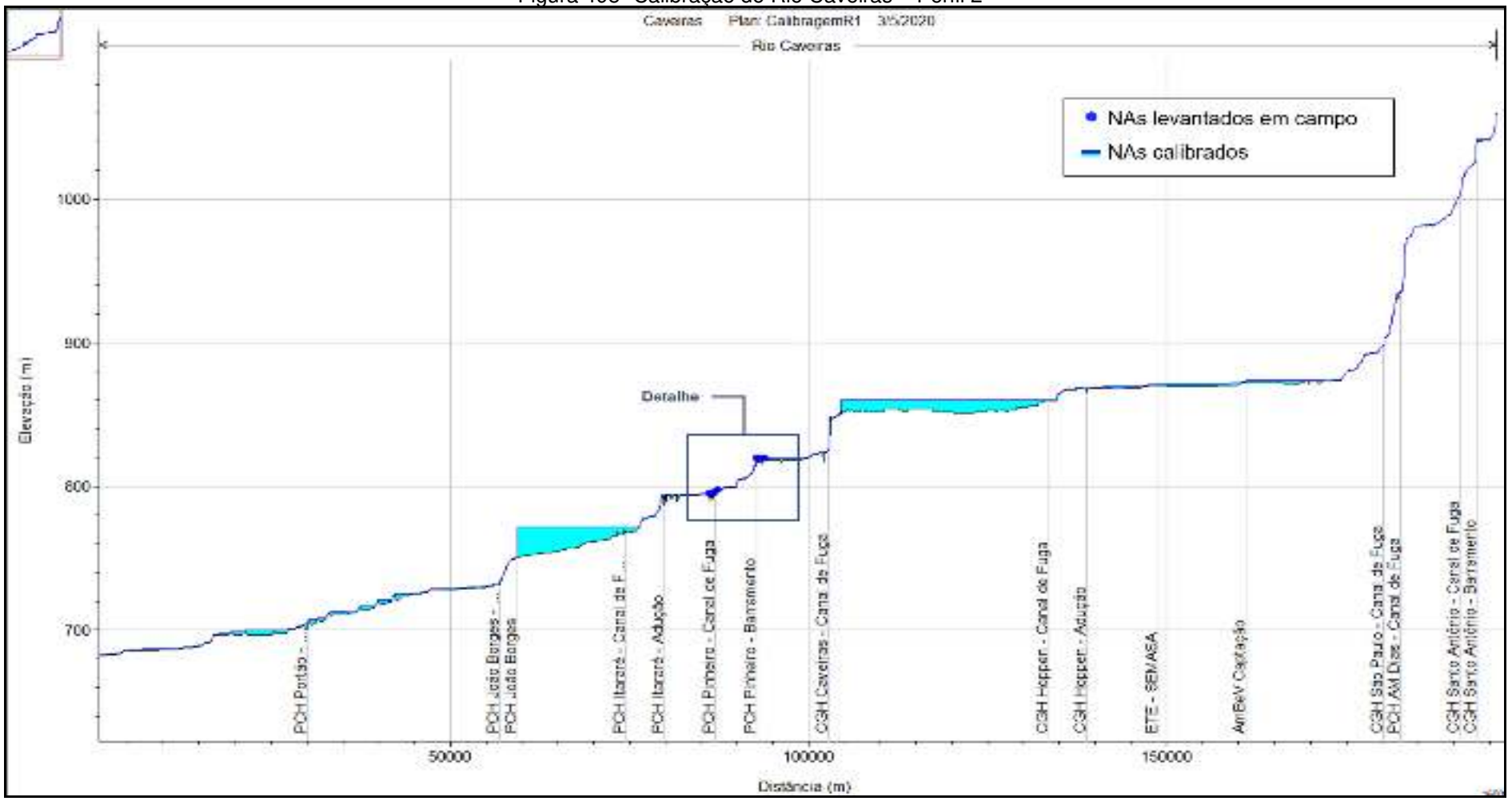
Figura 497- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 1 – Detalhe



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

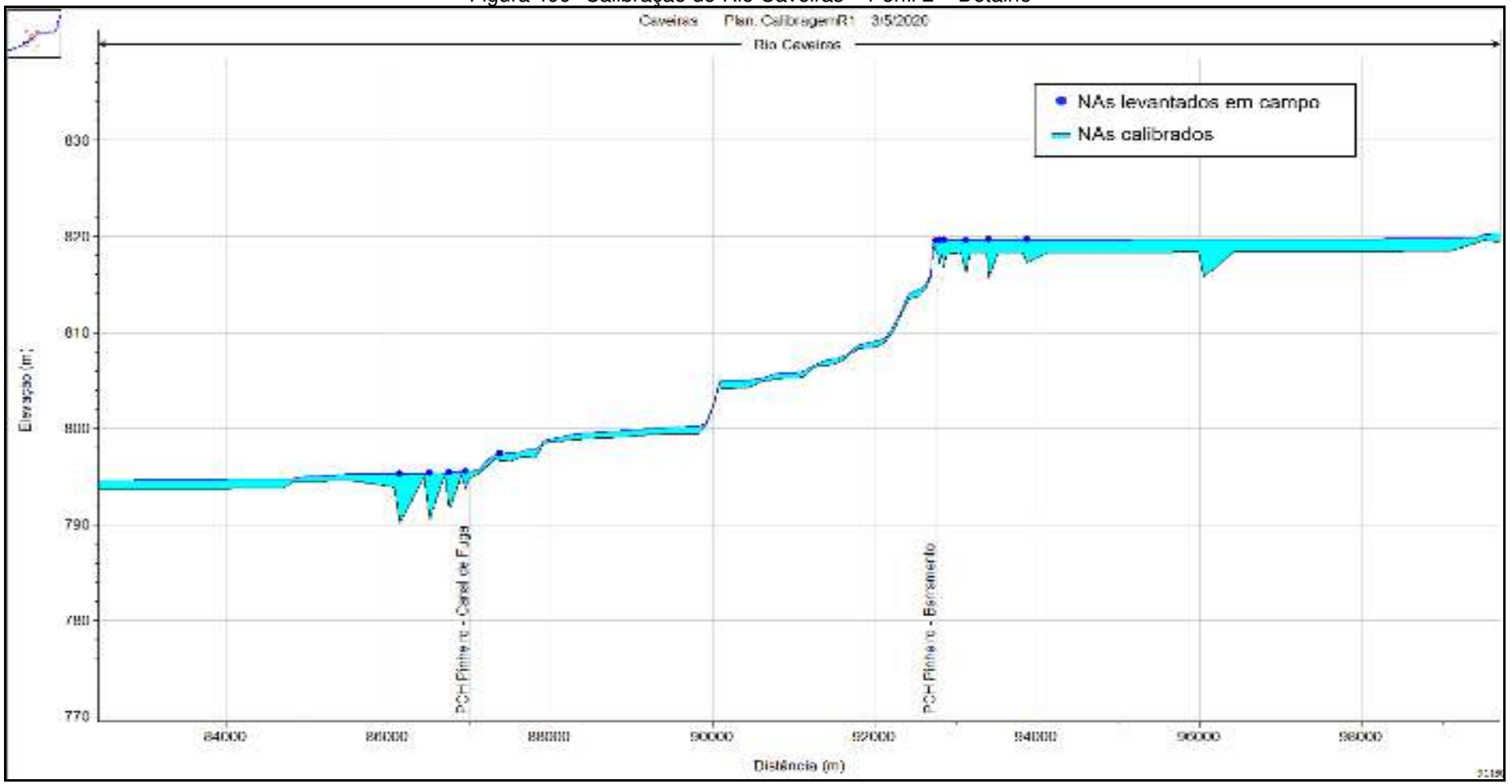
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 498- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 2



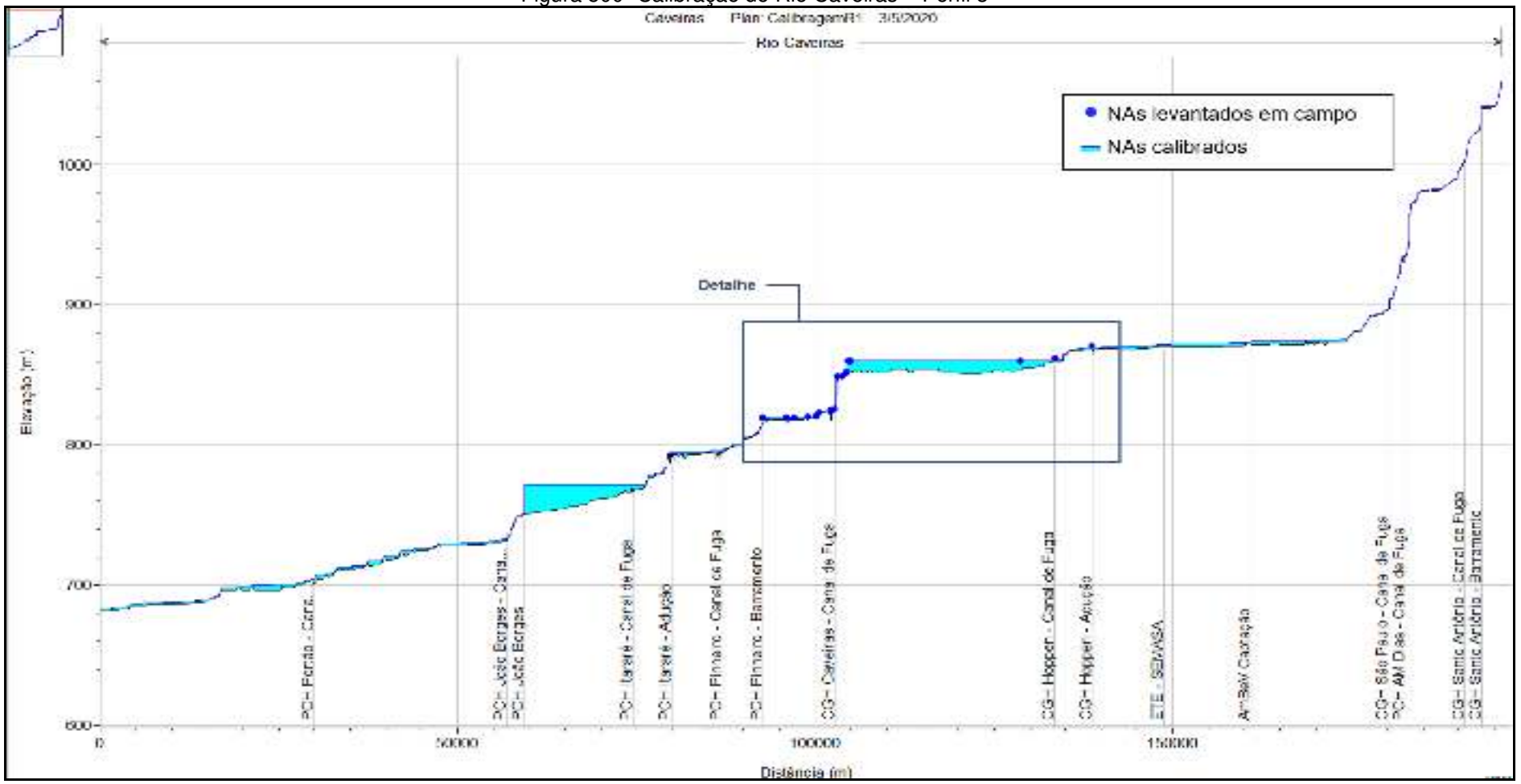
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 499- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 2 – Detalhe



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

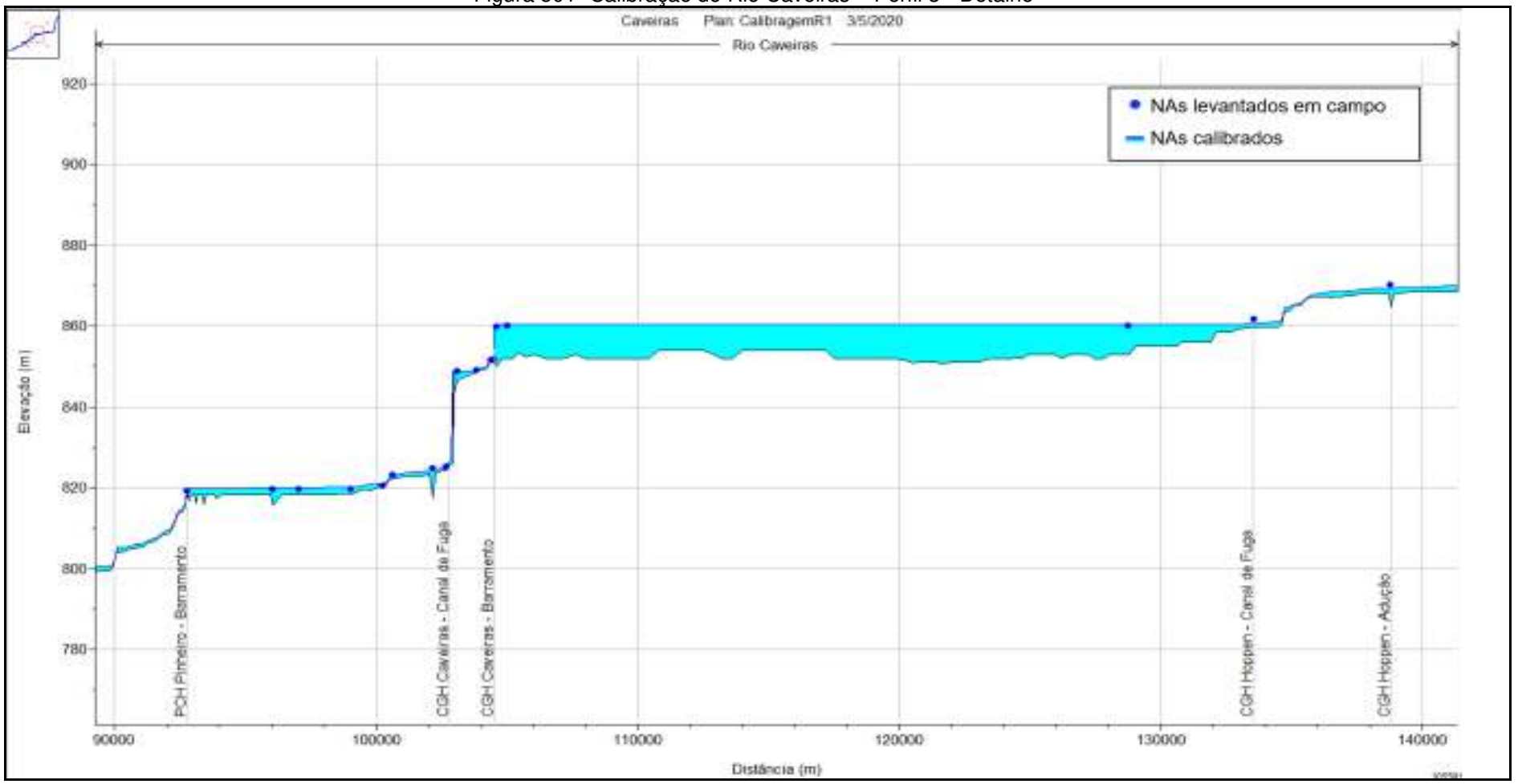
Figura 500- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 3



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

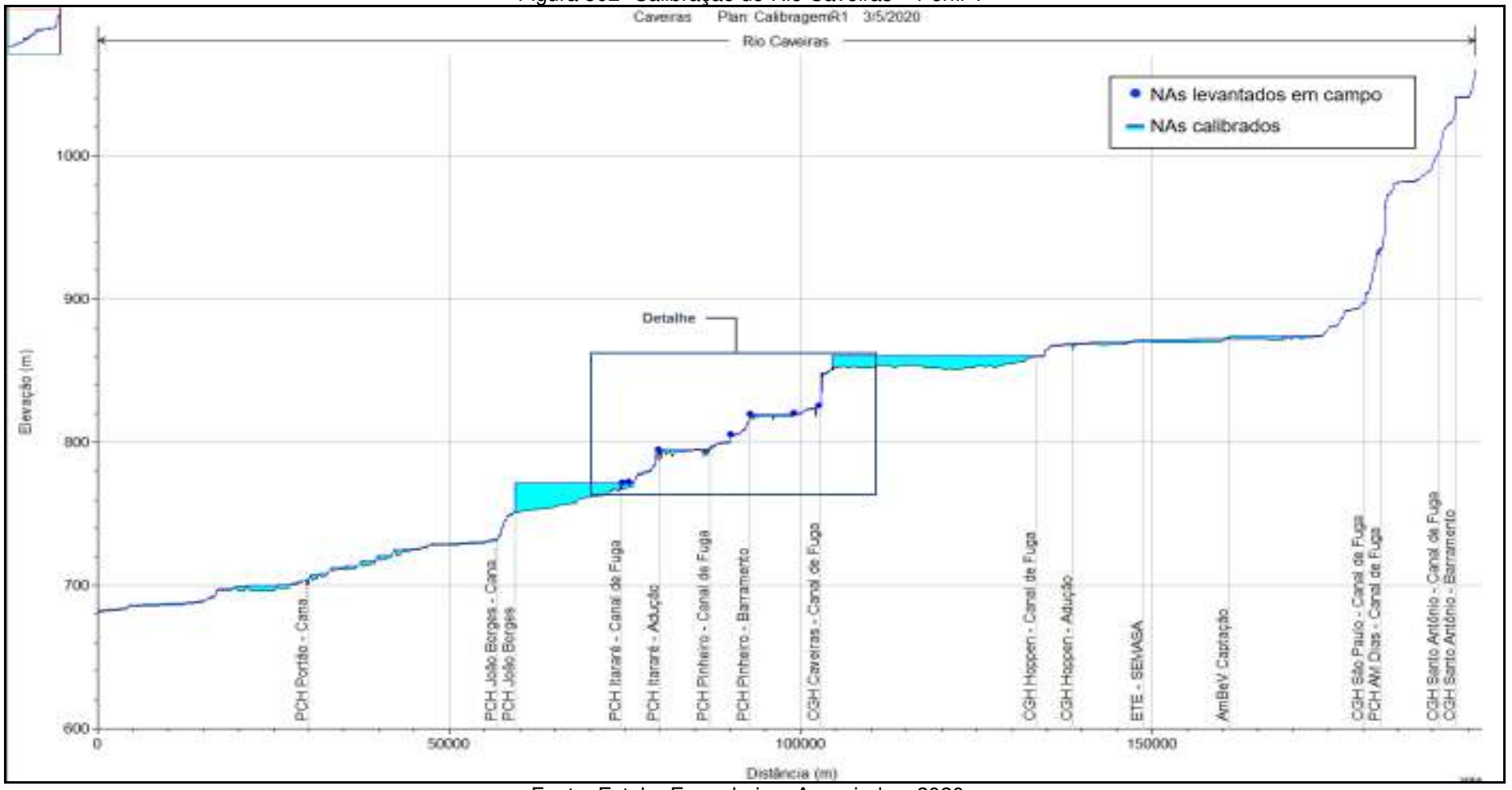
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 501- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 3 - Detalhe



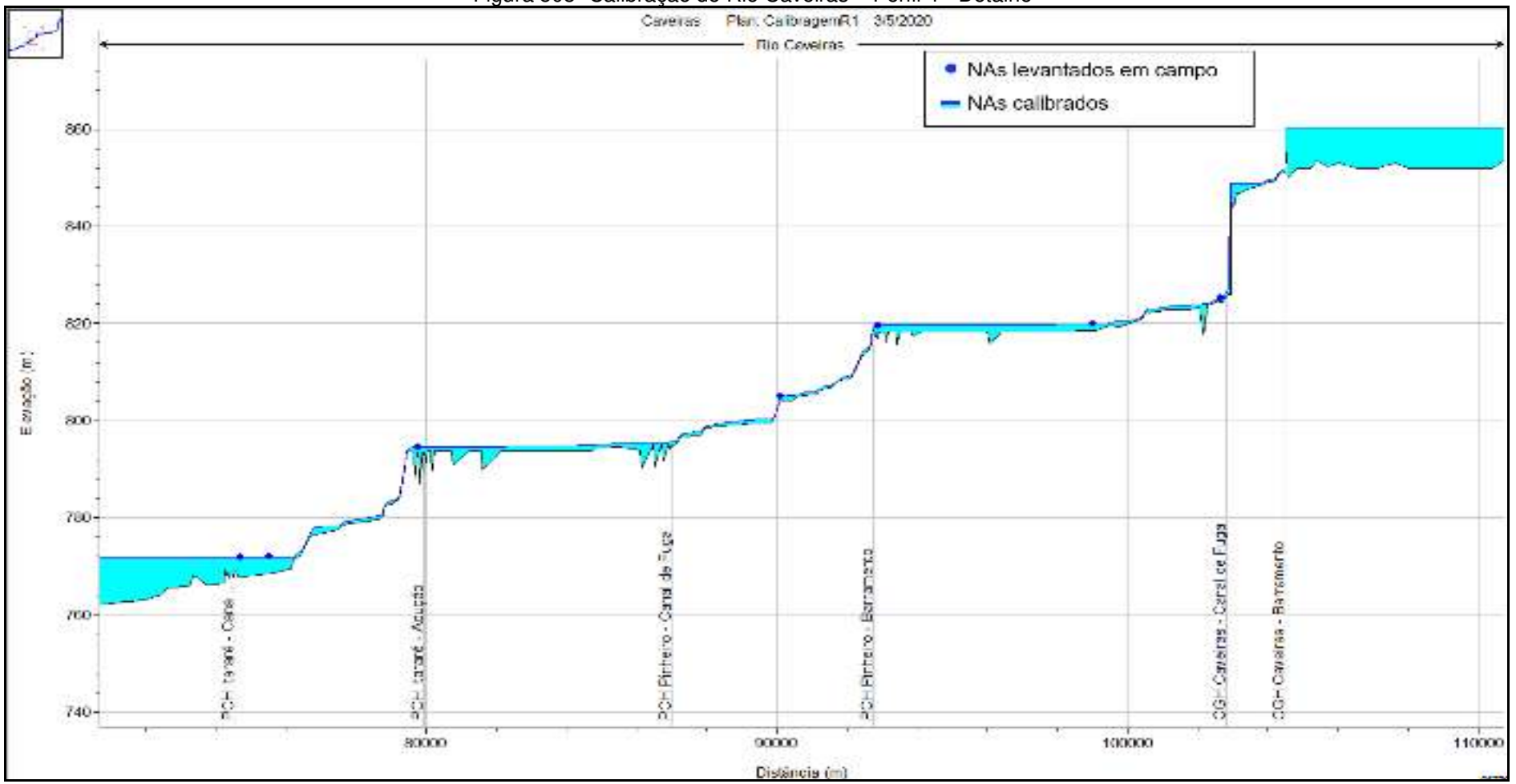
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 502- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 4



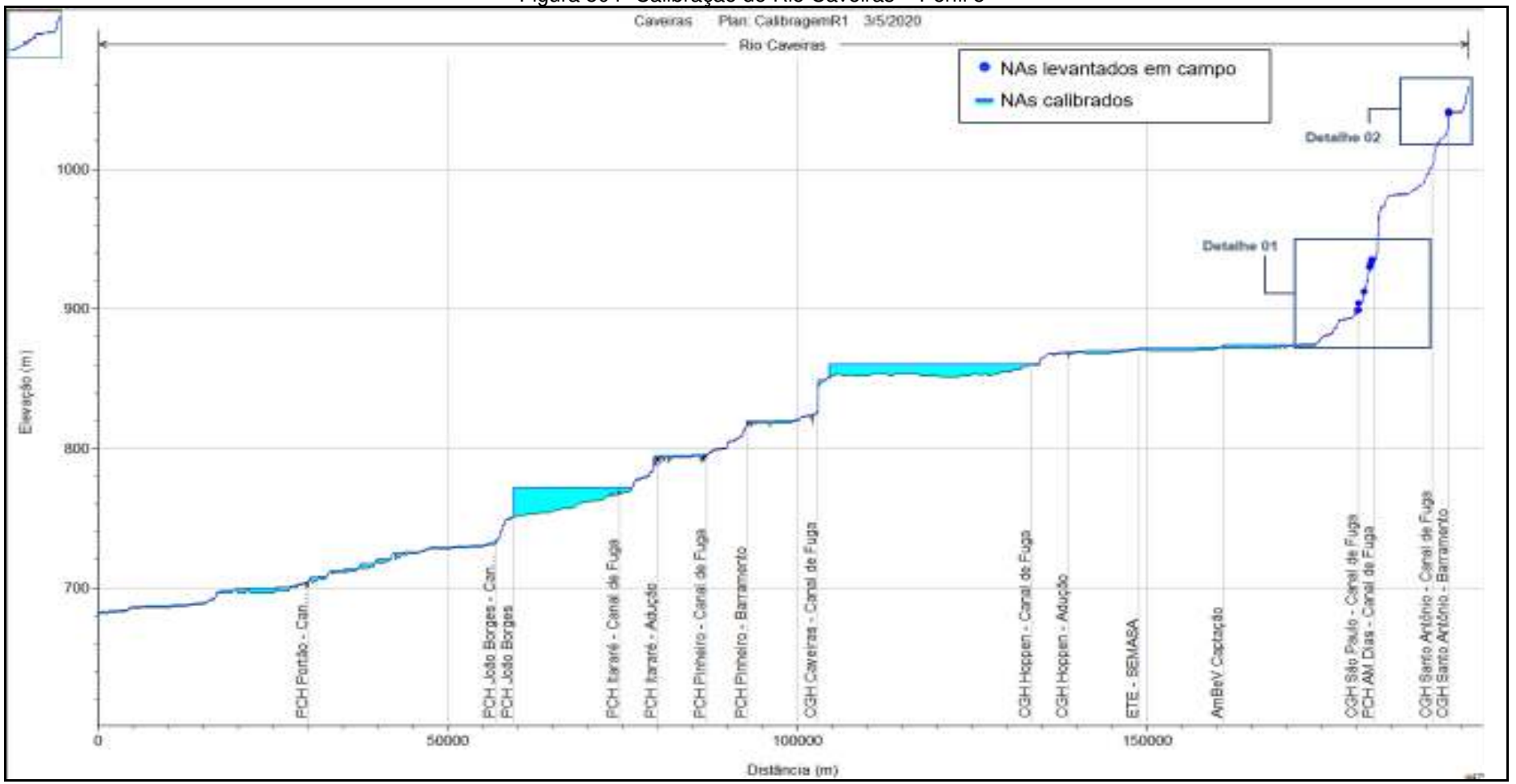
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 503- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 4 - Detalhe



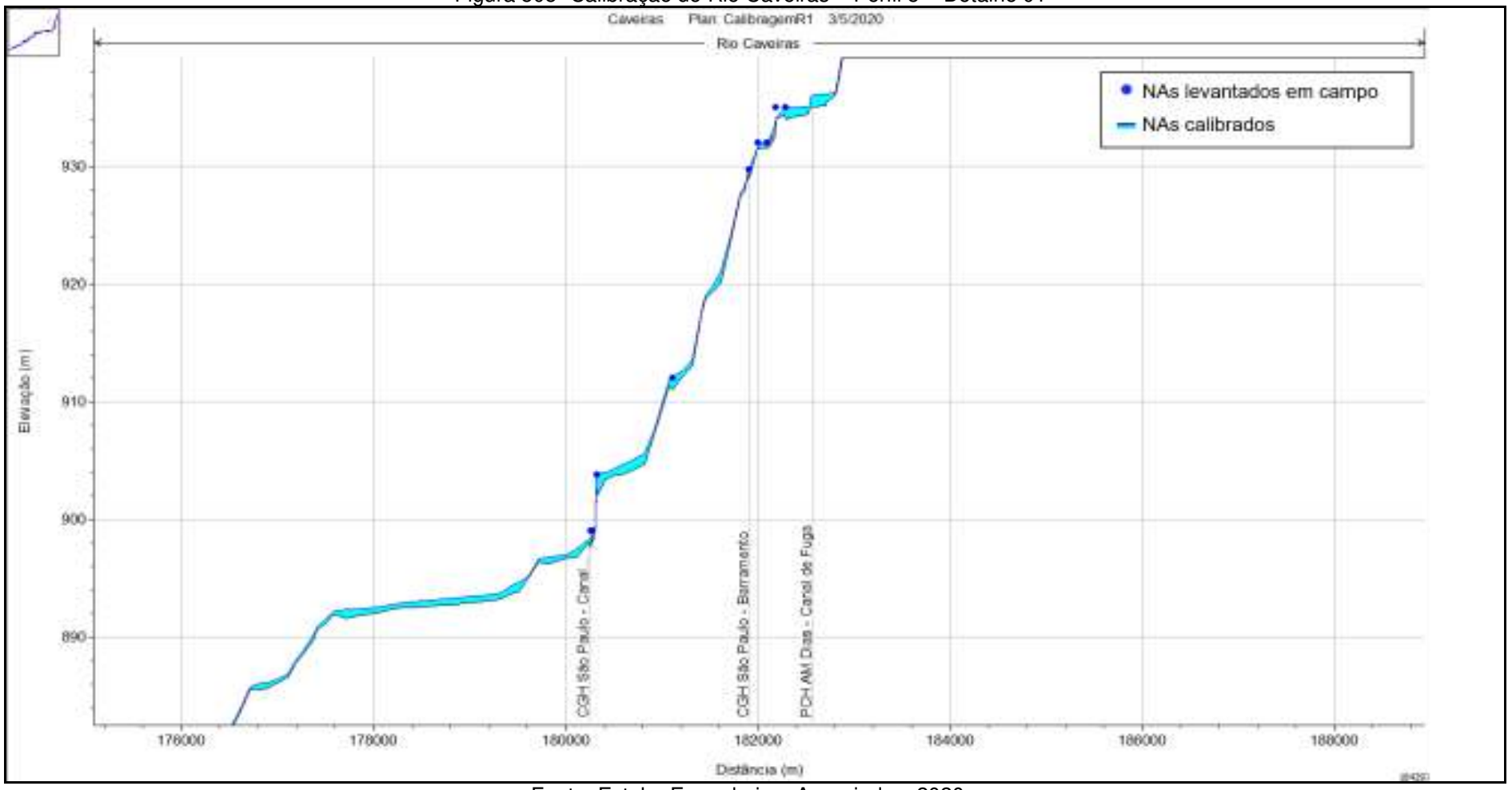
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 504- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 5



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

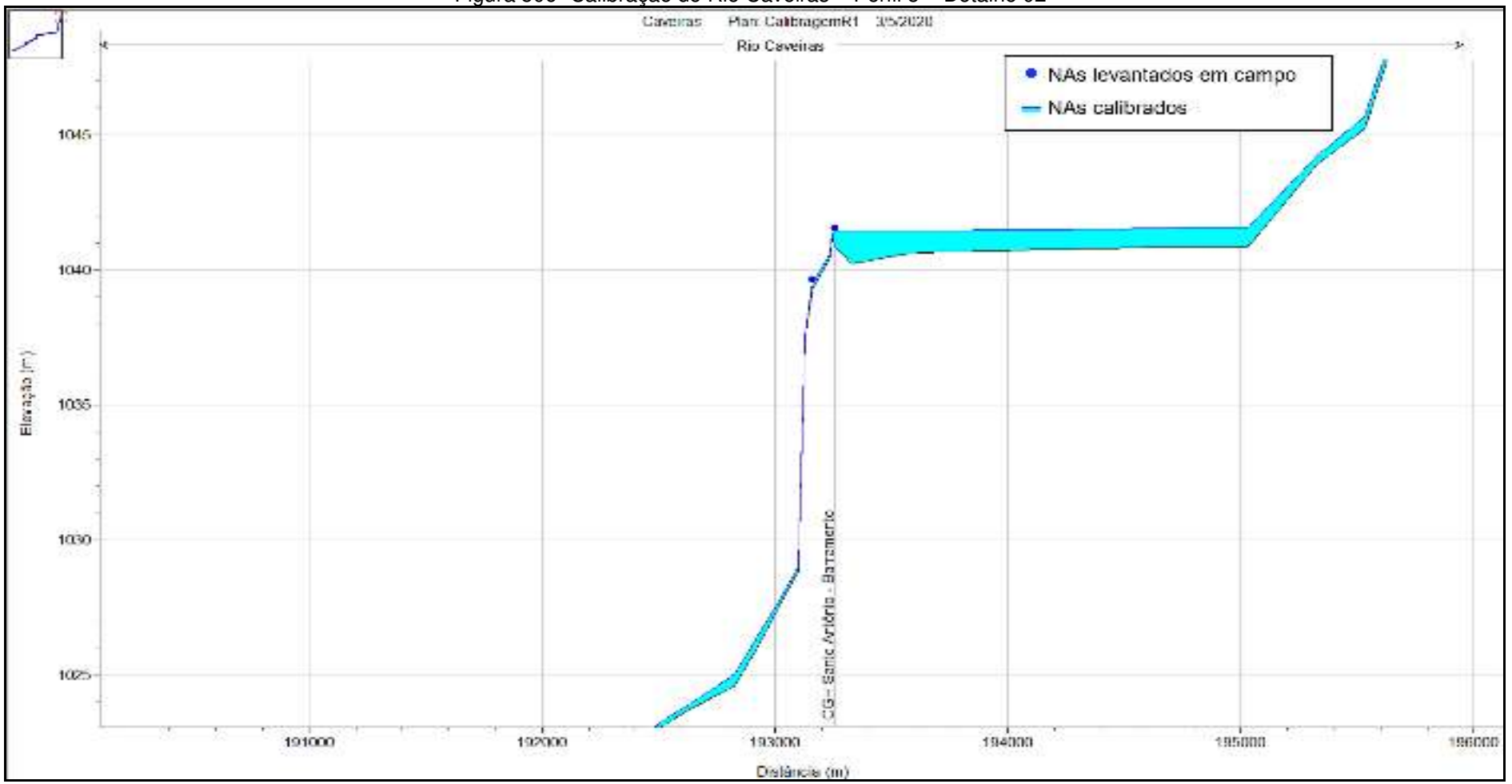
Figura 505- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 5 – Detalhe 01



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

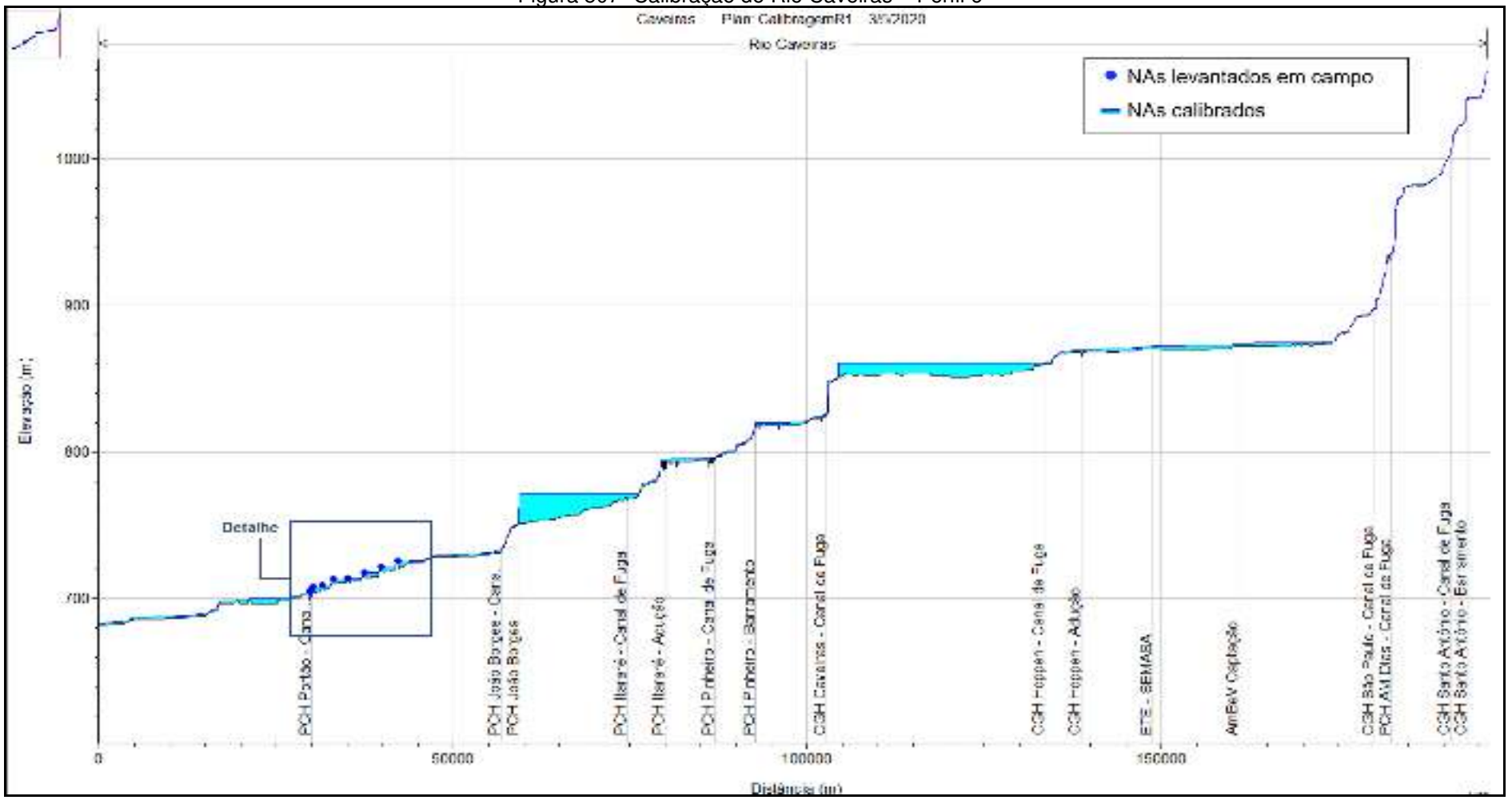
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2737
desenvolvergestaoambiental

Figura 506- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 5 – Detalhe 02



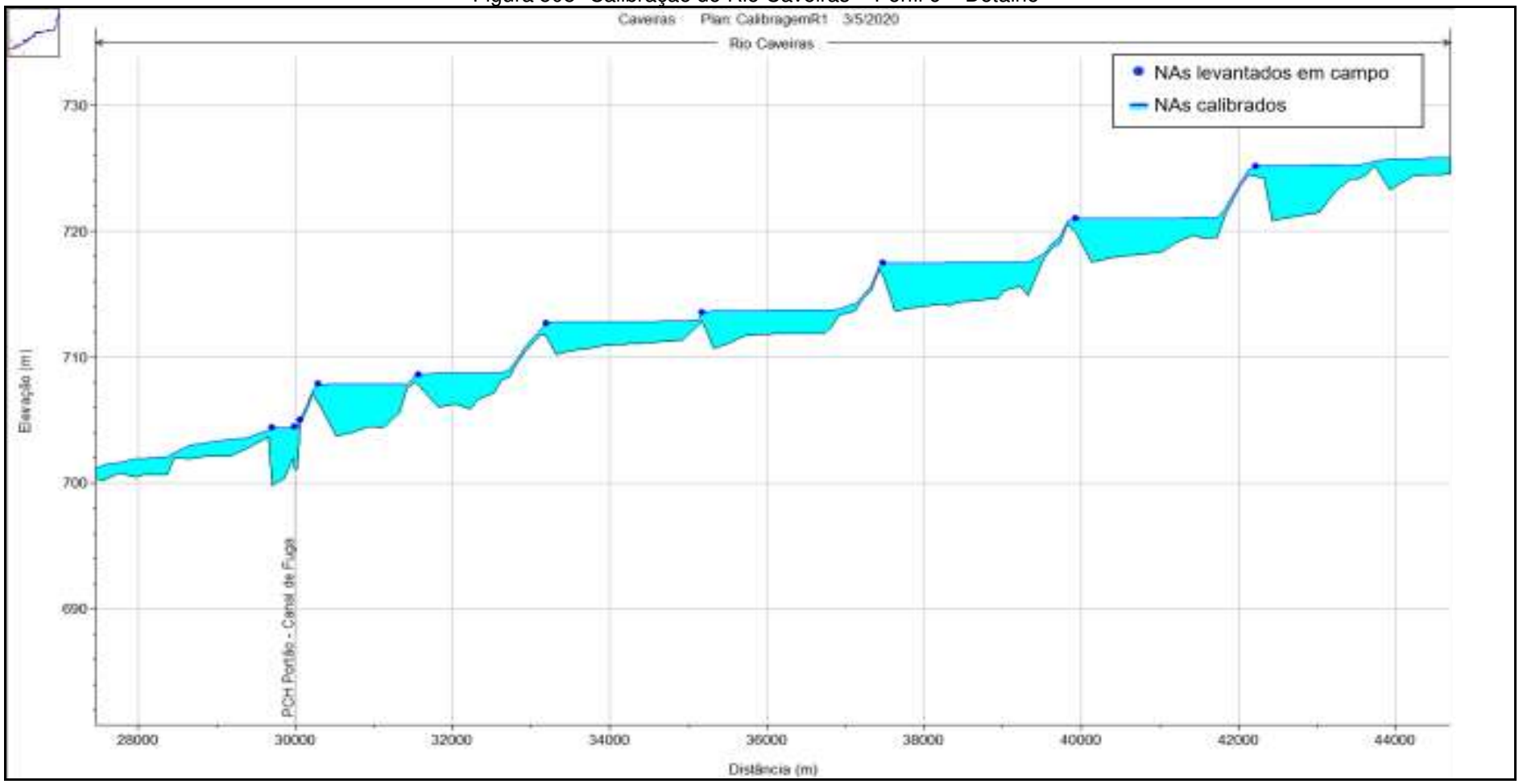
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 507- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 6



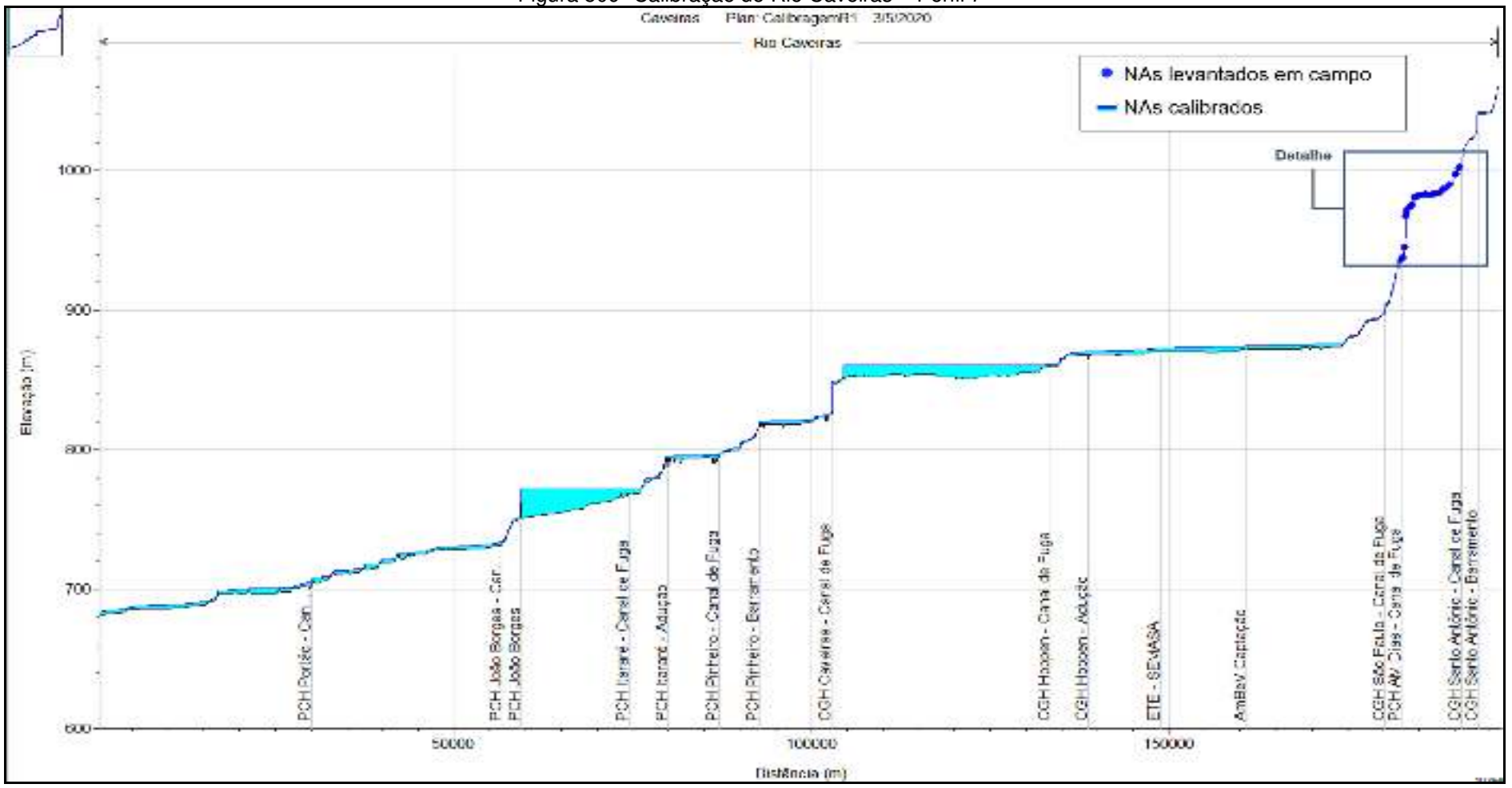
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 508- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 6 – Detalhe



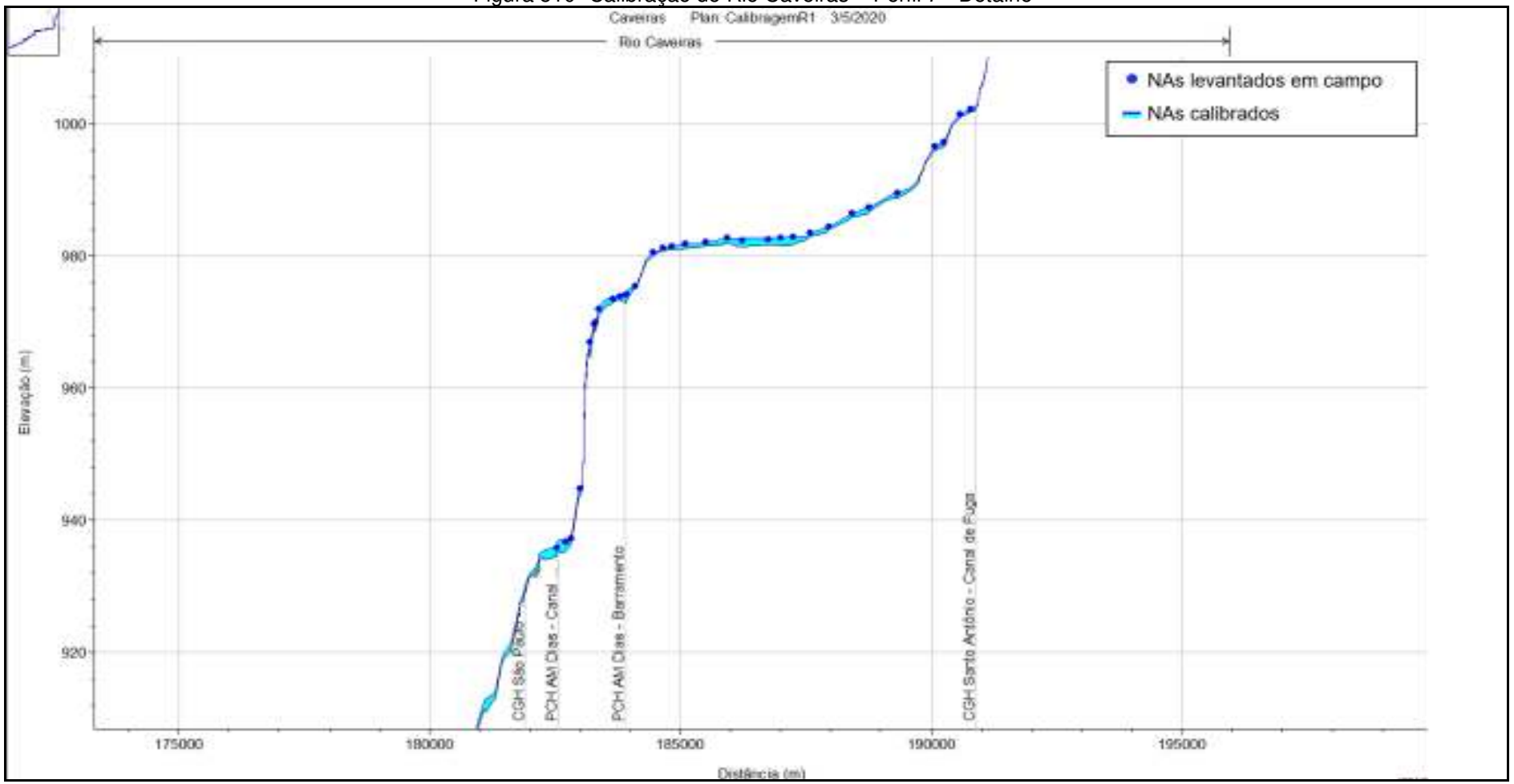
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 509- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 7



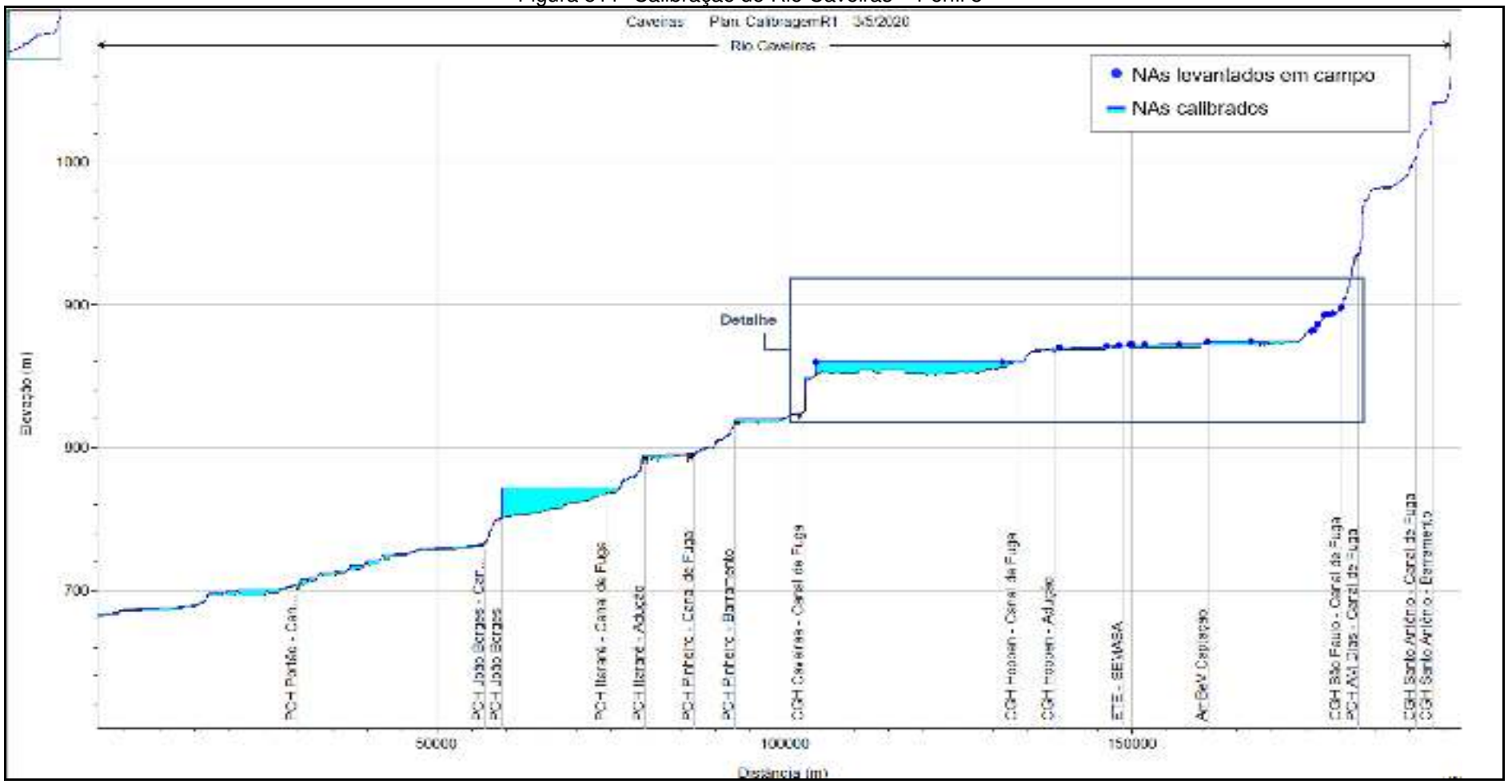
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 510- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 7 - Detalhe



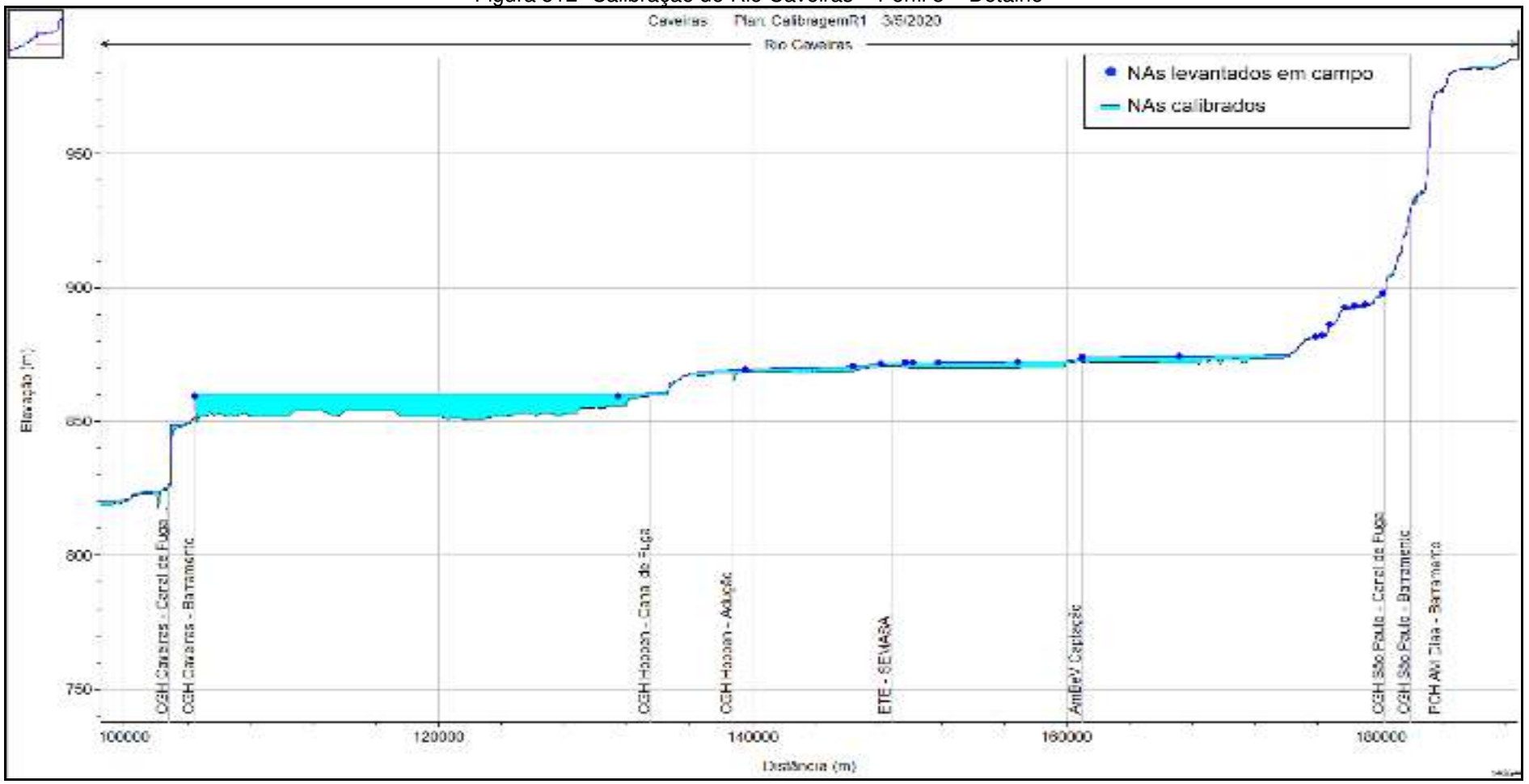
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 511- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 8



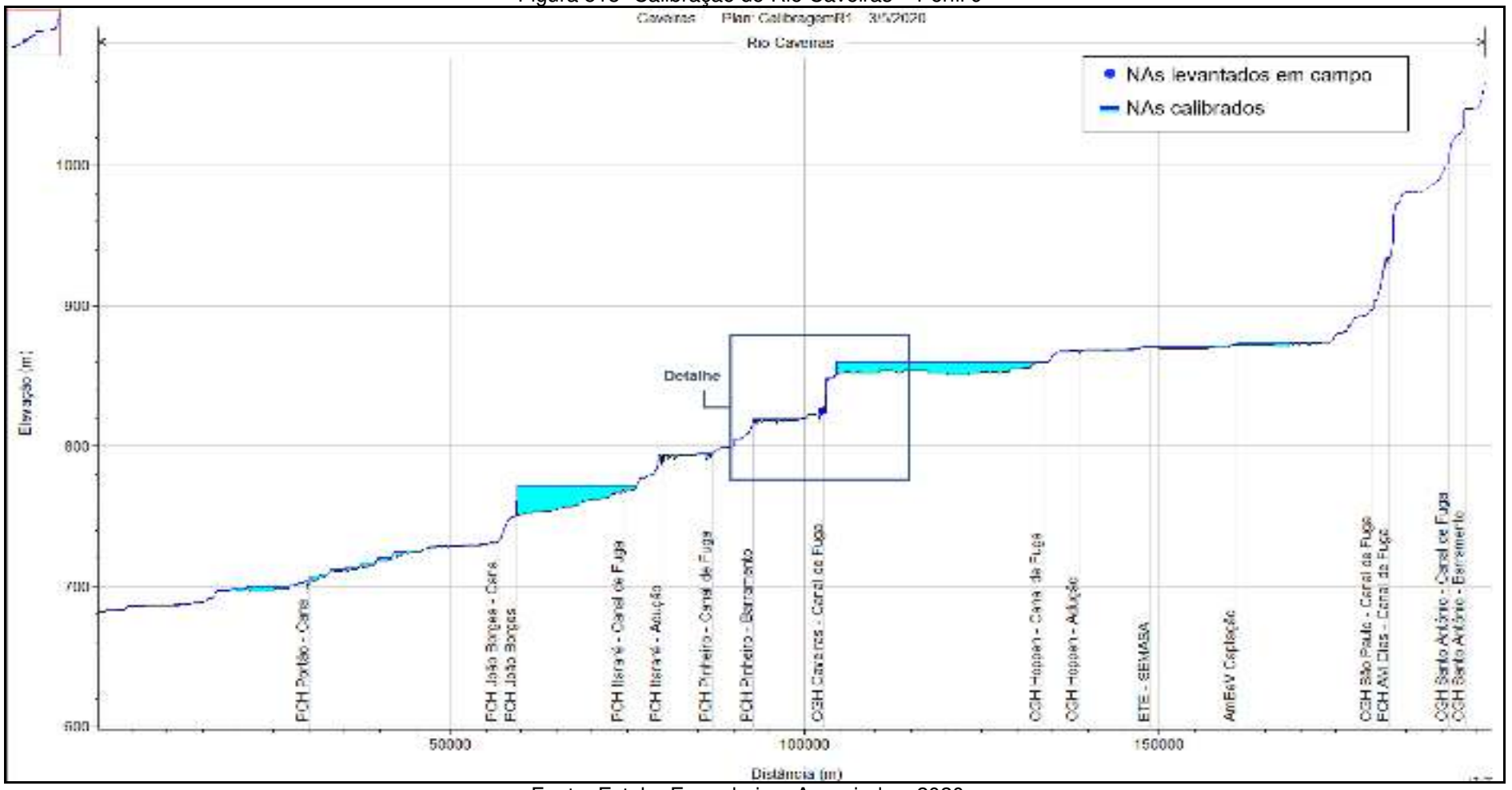
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 512- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 8 – Detalhe



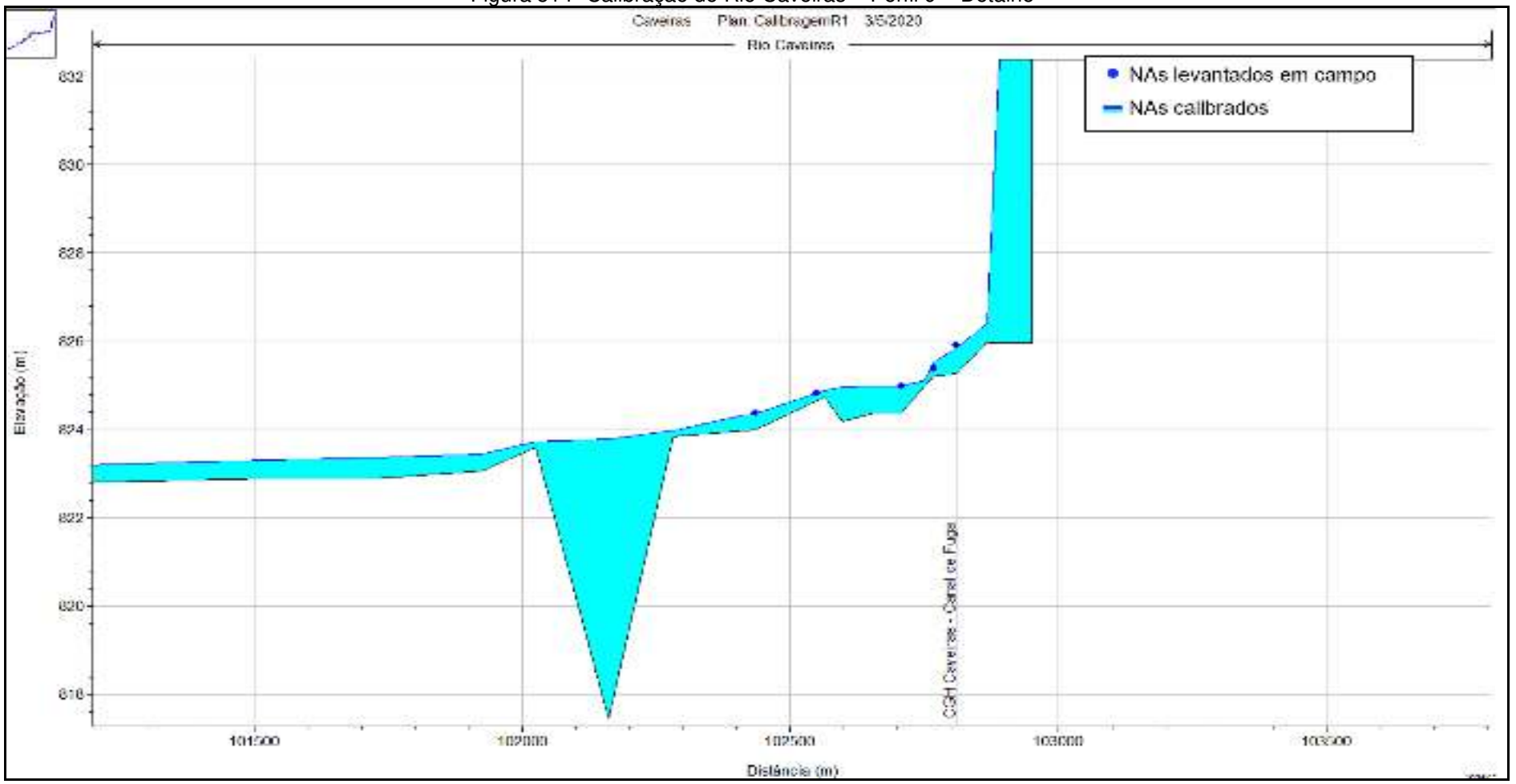
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 513- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 9



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 514- Calibração do Rio Caveiras – Perfil 9 – Detalhe



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2737
desenvolvergestaoambiental

10.5 CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO

Ao serem definidos os cenários de simulação, foram inseridos os barramentos em conformidade com as características técnicas da geometria das barragens e vertedouros apresentados nos estudos de projeto básico de cada empreendimento em estudo.

O objetivo principal das simulações é avaliar a alteração da inserção dos barramentos no regime hidrodinâmico do rio Caveiras, portanto, são apresentados na sequência, os perfis com os níveis de água obtidos para as vazões de referência, representando 04 (quatro) condições hidrológicas:

⇒ Situação em regime de escassez: vazão mínima - $\mathbf{Q_{7,10}}$;

⇒ Situação em regime normal e próxima a máxima turbinável: vazão média de longo termo – $\mathbf{Q_{MLT}}$;

⇒ Situação em regime de cheias: vazão para o Tempo de Retorno de 100 anos – **TR 100 anos**;

⇒ Situação em regime de cheia extrema e cheia de projeto dos vertedouros: vazão máxima – **TR 10.000 anos**;

Para a melhor visualização dos resultados, optou-se por apresentar os perfis comparando-se os cenários de condição atual (cenário natural) e com a inserção dos barramentos. A tabela abaixo apresenta as características técnicas dos barramentos utilizadas na modelagem hidrodinâmica.

Tabela 180- Características dos Barramentos

Características Técnicas	Aproveitamentos Hidrelétricos - AHEs								
	PCH Portão	PCH João Borges	PCH Itararé	PCH Pinheiro	CGH Caveiras	CGH Hoppen	CGH São Paulo	PCH A.M. Dias	PCH Santo Antônio
Localização (km)	30,60	59,00	80,50	93,50	104,60	138,84	181,90	184,00	193,33
Altura (m)	19,50	22,00	15,00	2,90	11,10	13,50	7,00	18,60	7,65

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

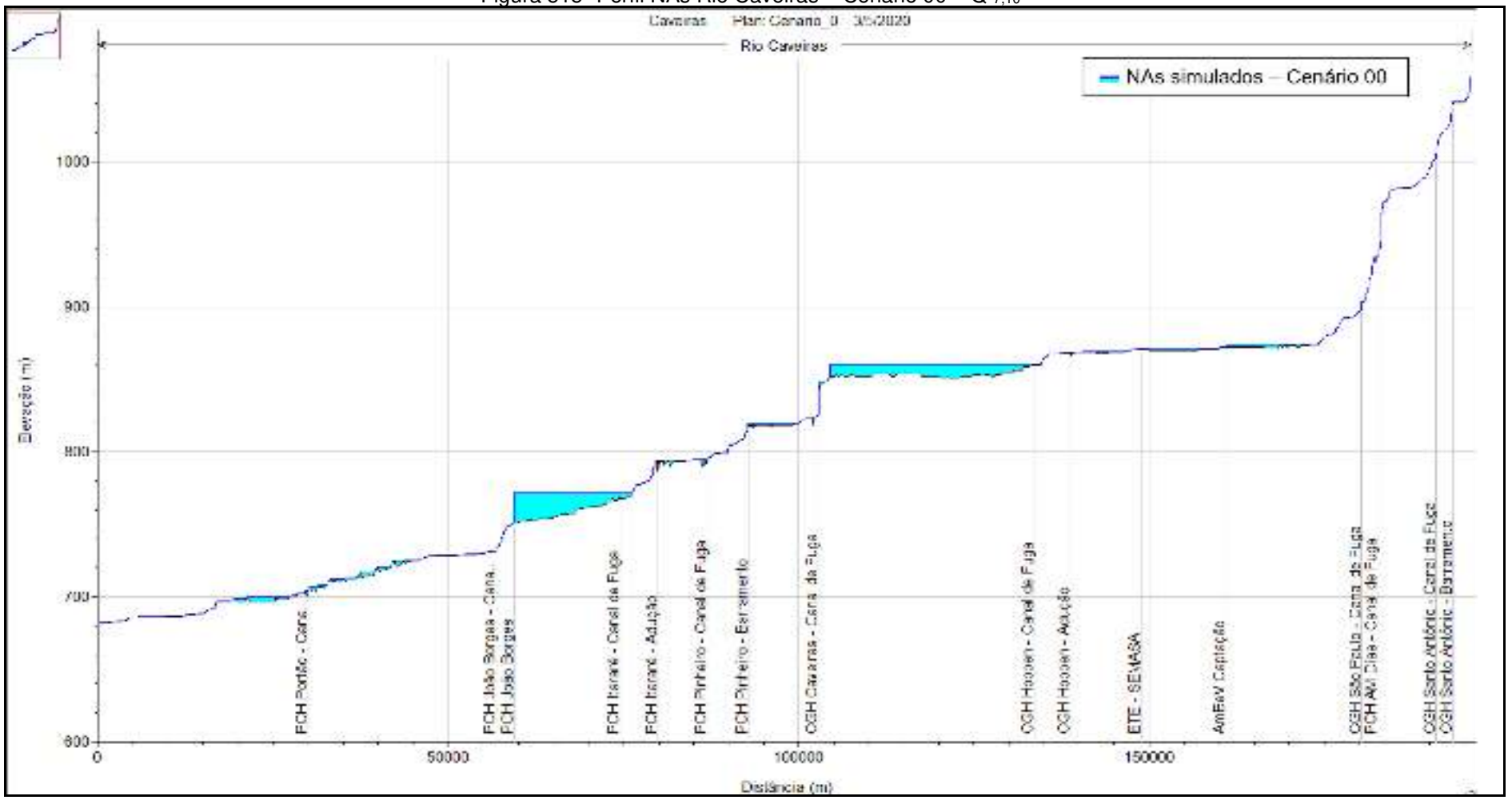
Características Técnicas	Aproveitamentos Hidrelétricos - AHEs								
	PCH Portão	PCH João Borges	PCH Itararé	PCH Pinheiro	CGH Caveiras	CGH Hoppen	CGH São Paulo	PCH A.M. Dias	PCH Santo Antônio
Vertedouro (regime de operação)	Livre	Livre	Livre	Livre	Livre	Livre	Livre	Livre	Livre
Cota da crista do vertedouro (m)	726,50	771,50	794,60	819,75	860,00	870,00	935,00	990,00	1045,00
Cota da crista da barragem (m)	729,50	776,,00	794,60	823,00	862,98	873,50	935,00	993,60	1048,50
Largura da soleira do Vertedor (m)	136,00	130,00	158,50	160,00	84,85	55,00	56,00	60,72	45,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

10.5.1 Cenário 00 - Natural

O Cenário 00 é definido com as características atuais do rio Caveiras, nas quais apenas os aproveitamentos hidrelétricos PCH João Borges e CGH Caveiras encontram-se em operação. Portanto, os resultados apresentados nos perfis nas figuras a seguir, representam o comportamento hidrodinâmico natural do rio frente a situação existente para as vazões de referências elencadas neste estudo.

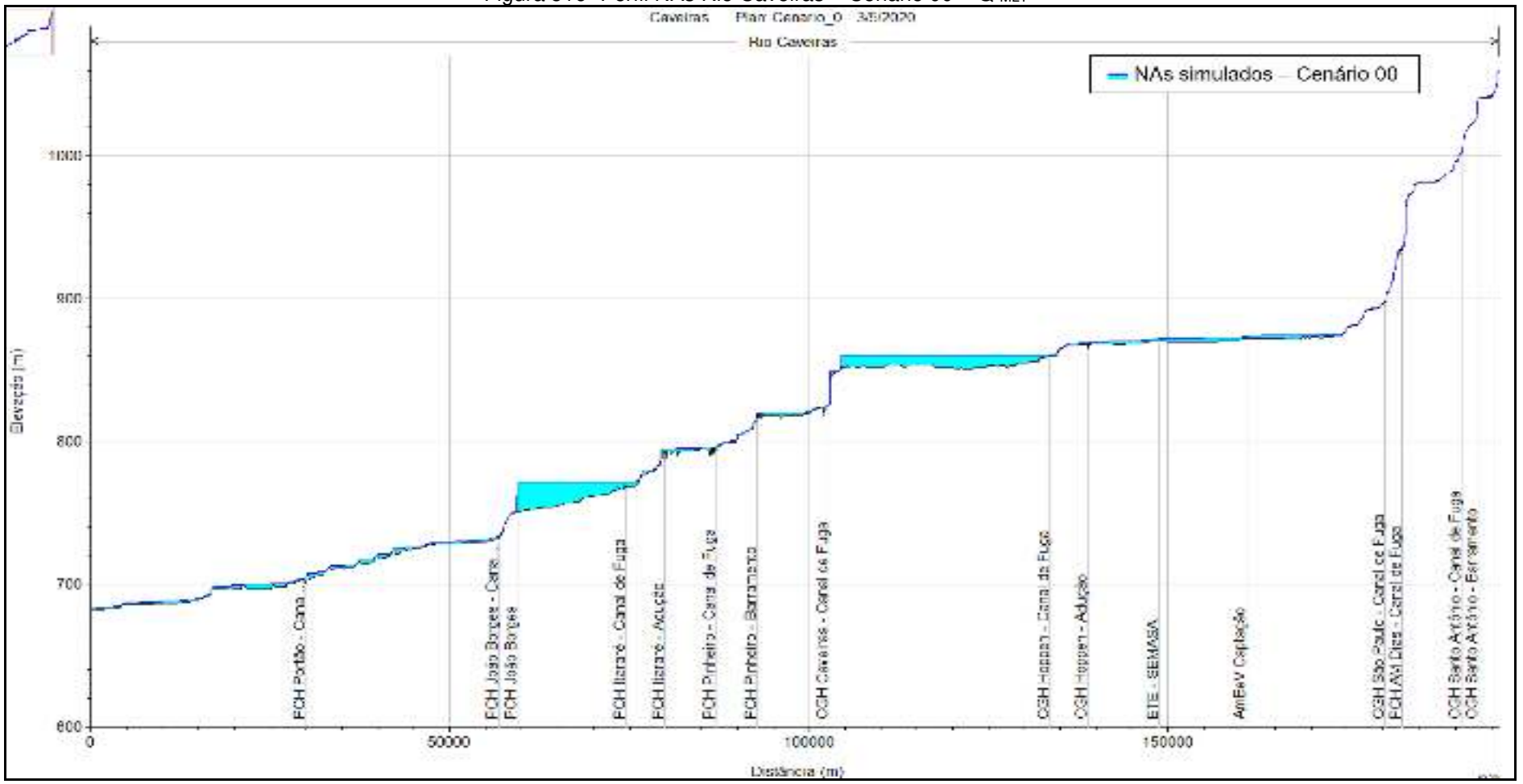
Figura 515- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 00 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

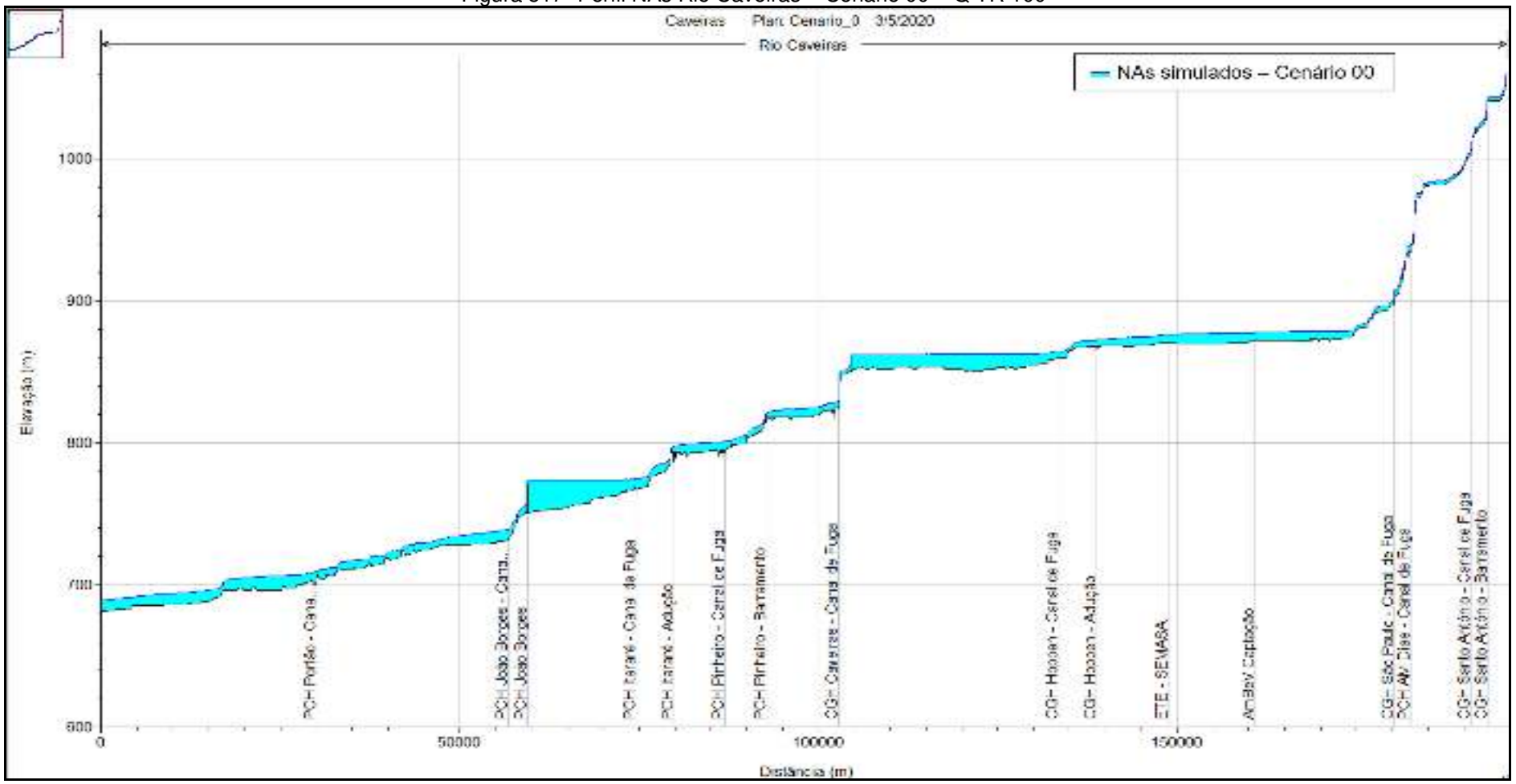
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolverneioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 516- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 00 – Q_{MLT}



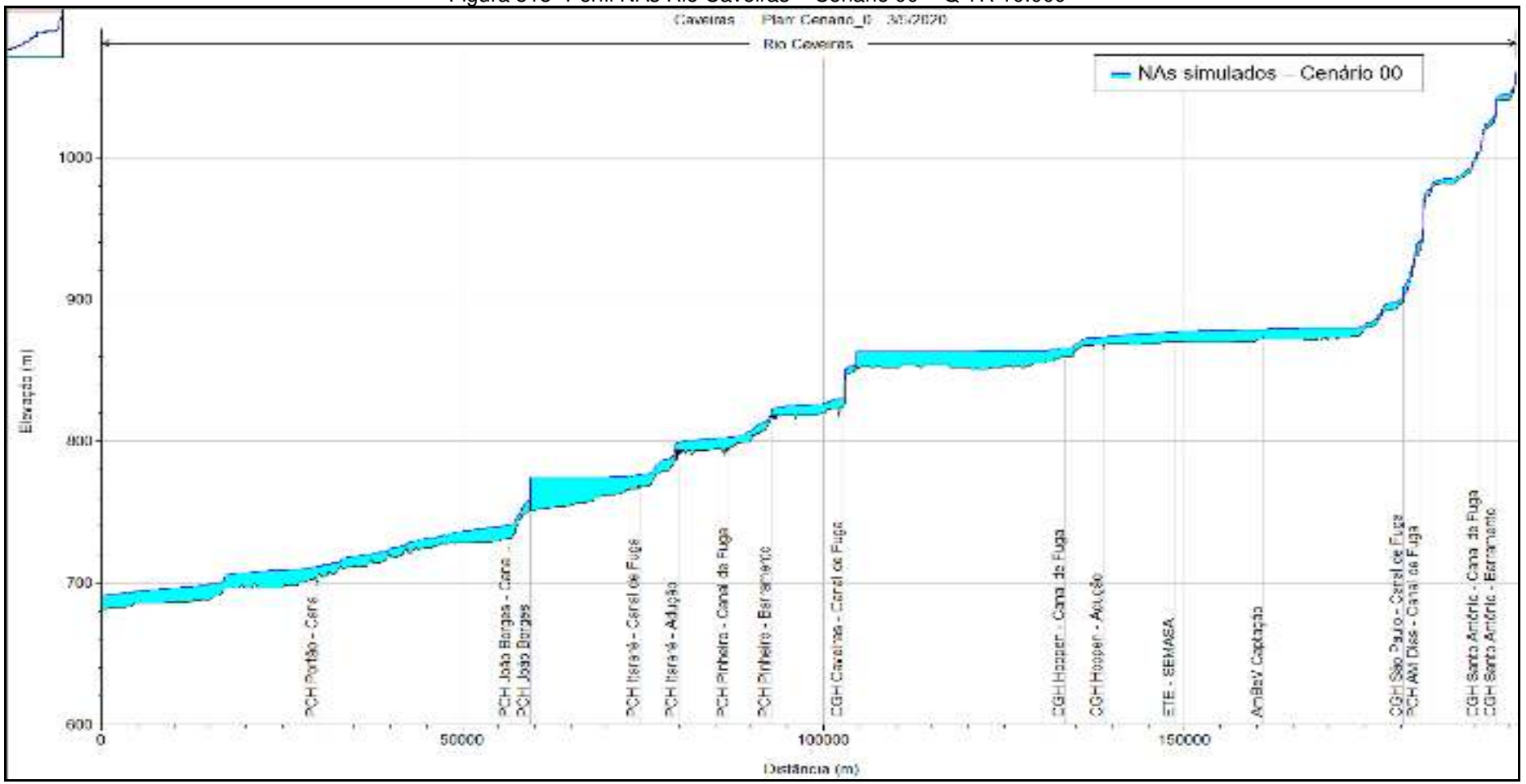
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 517- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 00 – Q TR 100



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 518- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 00 – Q TR 10.000



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

10.5.2 Cenário 01

O Cenário 01 considera a existência dos empreendimentos que já estão em operação e a implementação dos empreendimentos que possuem processo em andamento junto à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e junto ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA).

Os critérios adotados indicam que este cenário inclui os empreendimentos de maior probabilidade de implementação. Diante do exposto, são considerados no Cenário 01 os seguintes aproveitamentos hidrelétricos:

⇒ CGH Santo Antônio;

⇒ CGH A.M. Dias;

⇒ CGH São Paulo;

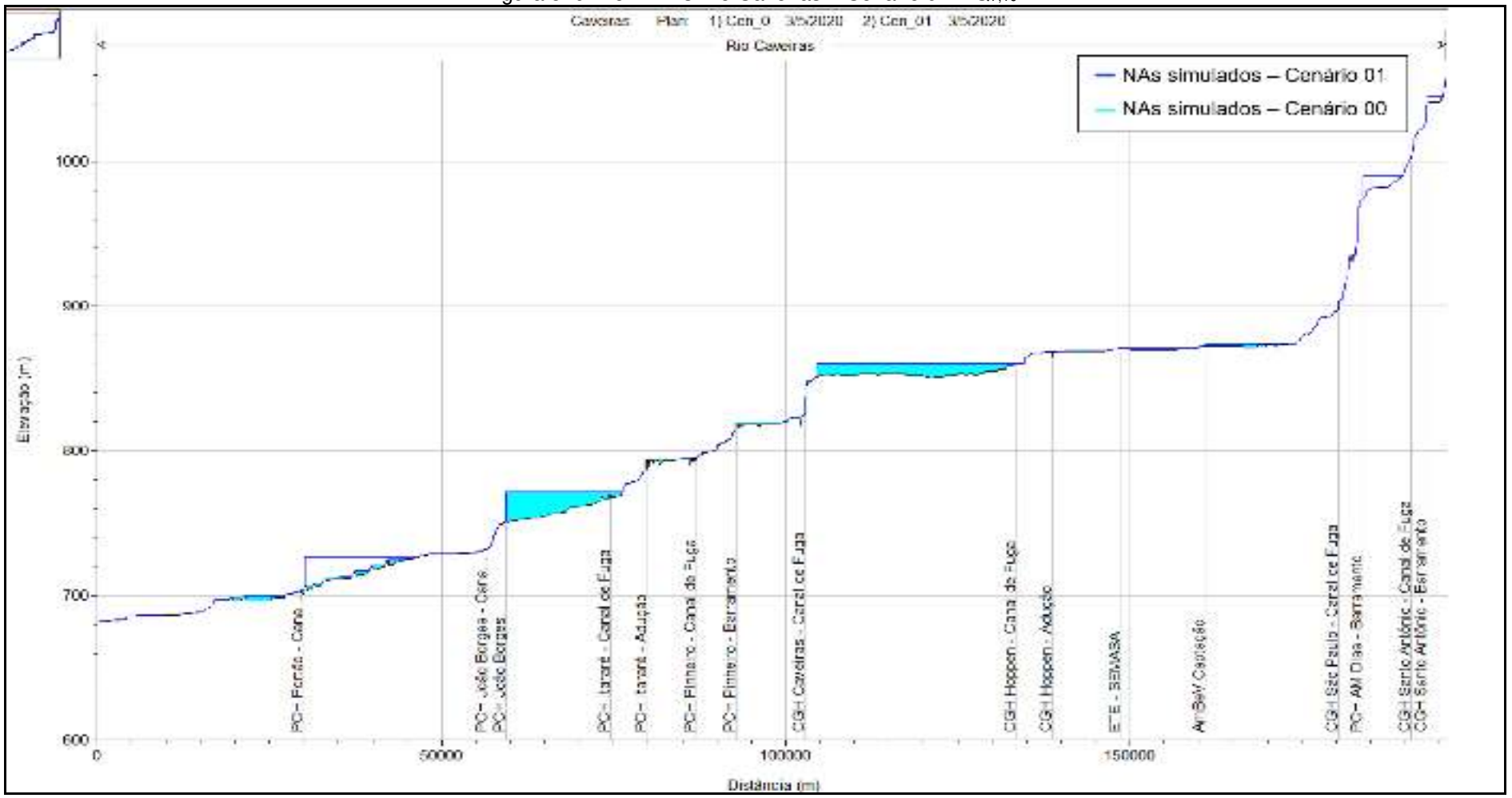
⇒ CGH Caveiras;

⇒ PCH João Borges;

⇒ PCH Portão.

Os perfis dos NAs resultantes da simulação, apresentados nas figuras a seguir, são comparados ao cenário atual do rio Caveiras (Cenário 00). Observa-se que o detalhe da influência do reservatório para os empreendimentos a serem implantados, de acordo com este cenário, é mostrado nas figuras subsequentes ao perfil geral do rio.

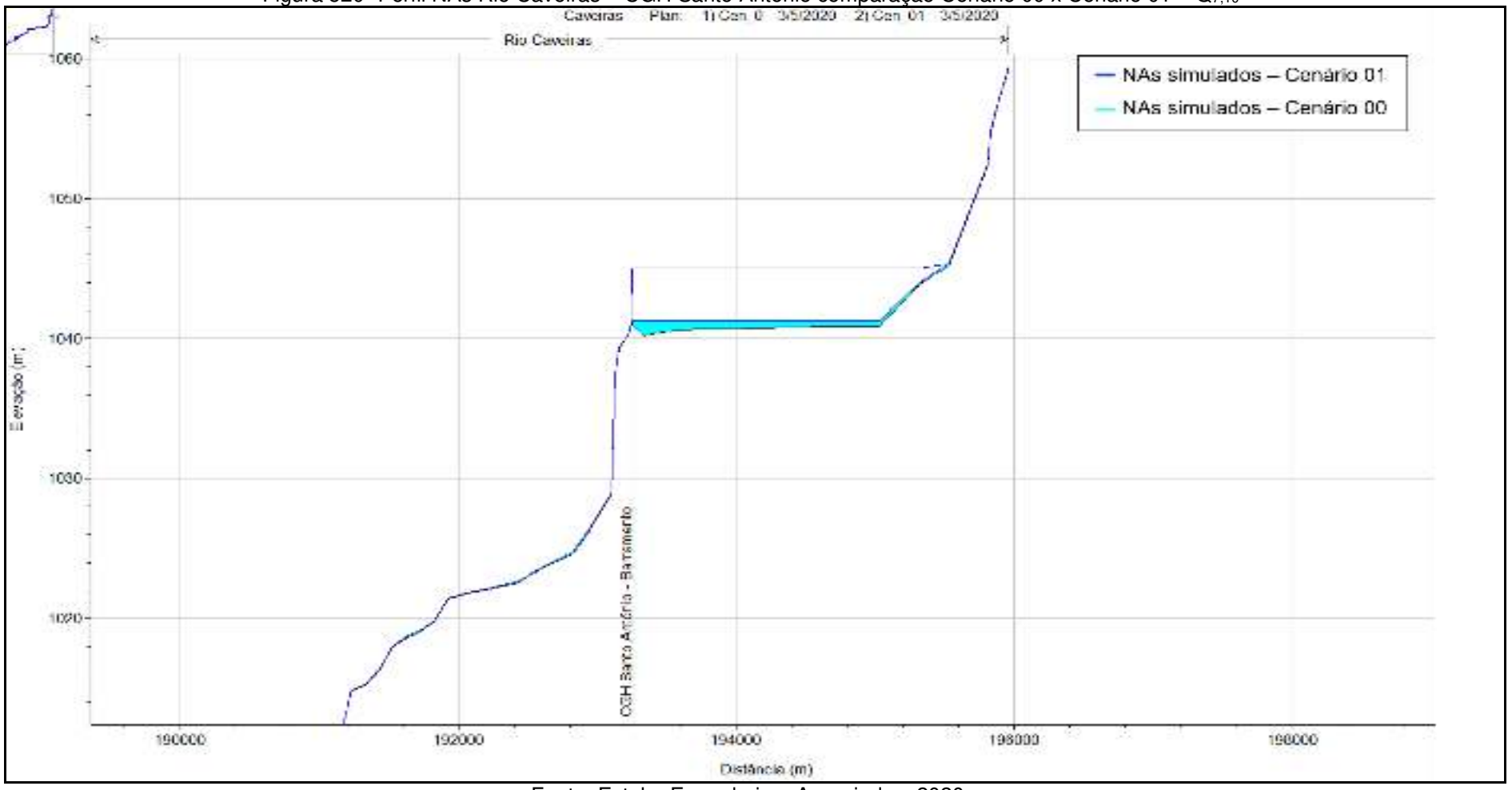
Figura 519- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 01 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

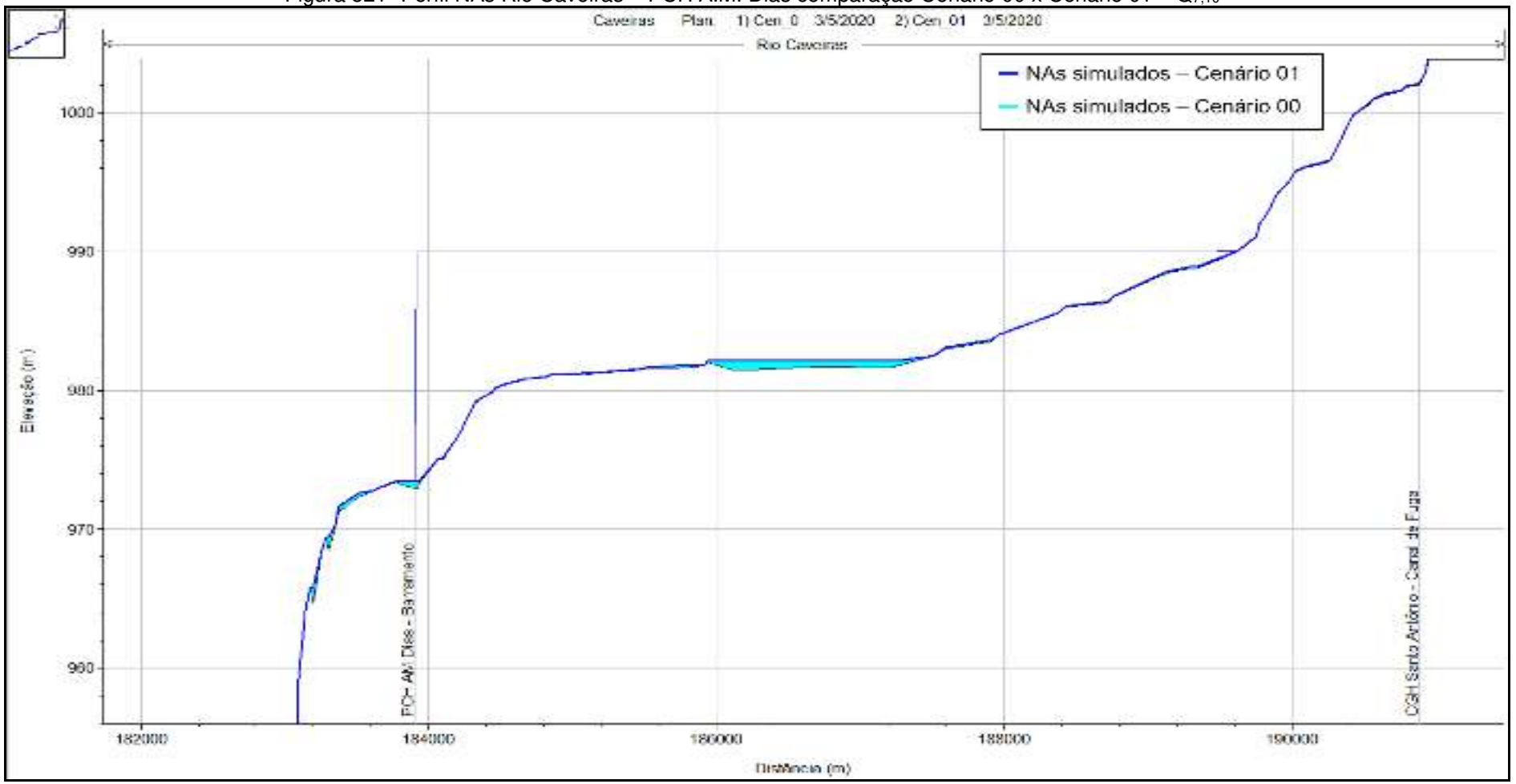
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 520- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Santo Antônio comparação Cenário 00 x Cenário 01 – $Q_{7,10}$



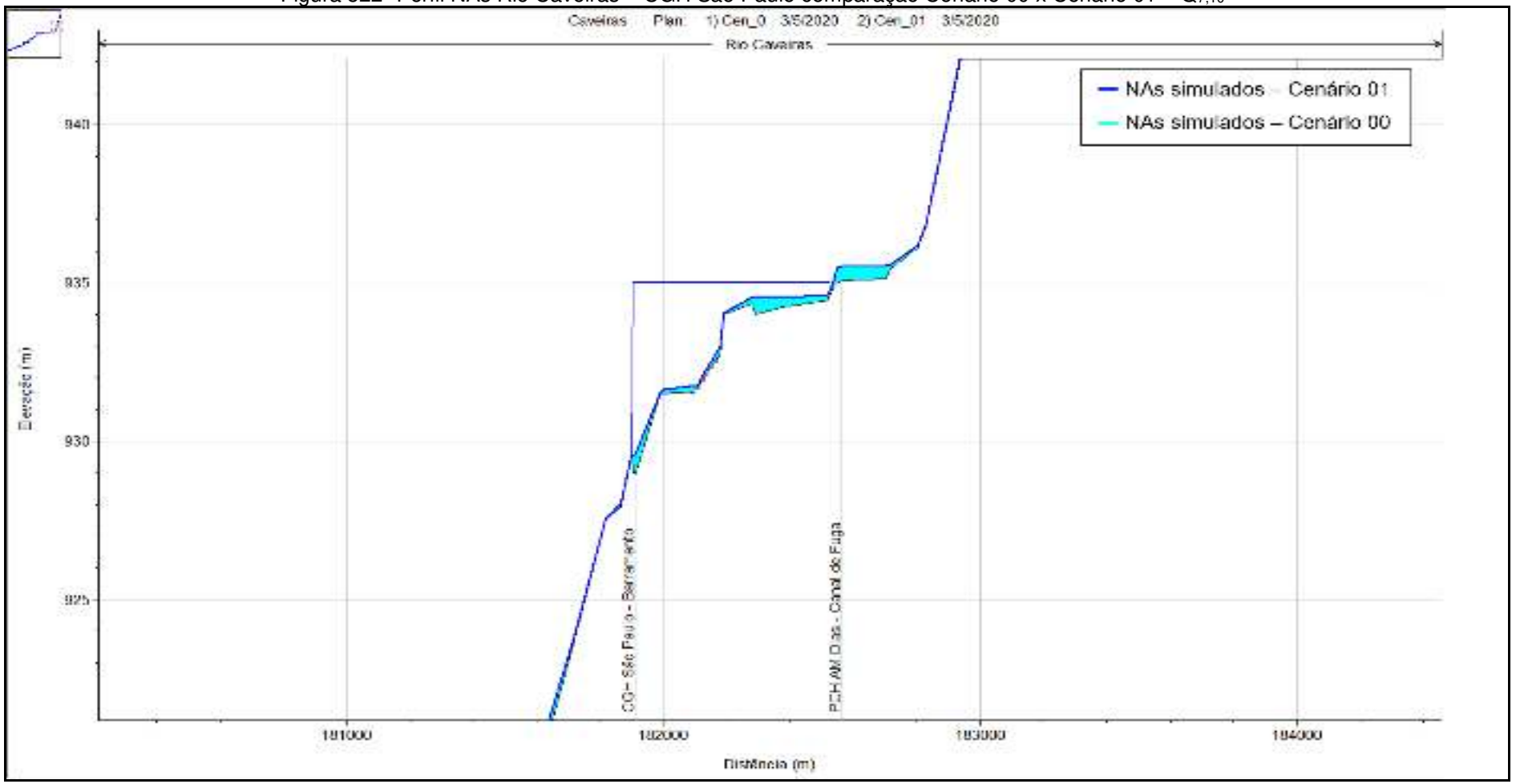
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 521- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH A.M. Dias comparação Cenário 00 x Cenário 01 – $Q_{7,10}$



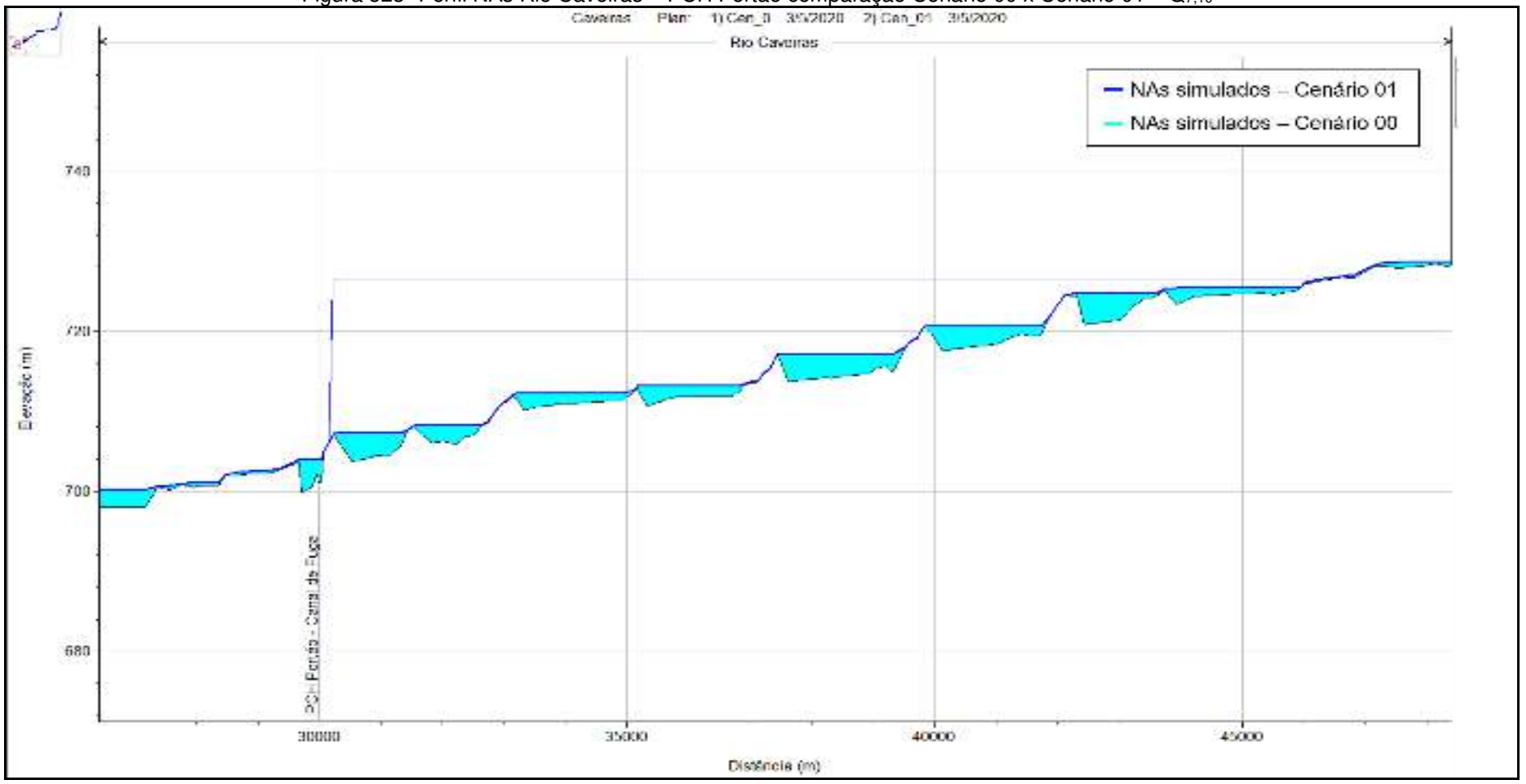
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 522- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH São Paulo comparação Cenário 00 x Cenário 01 – $Q_{7,10}$



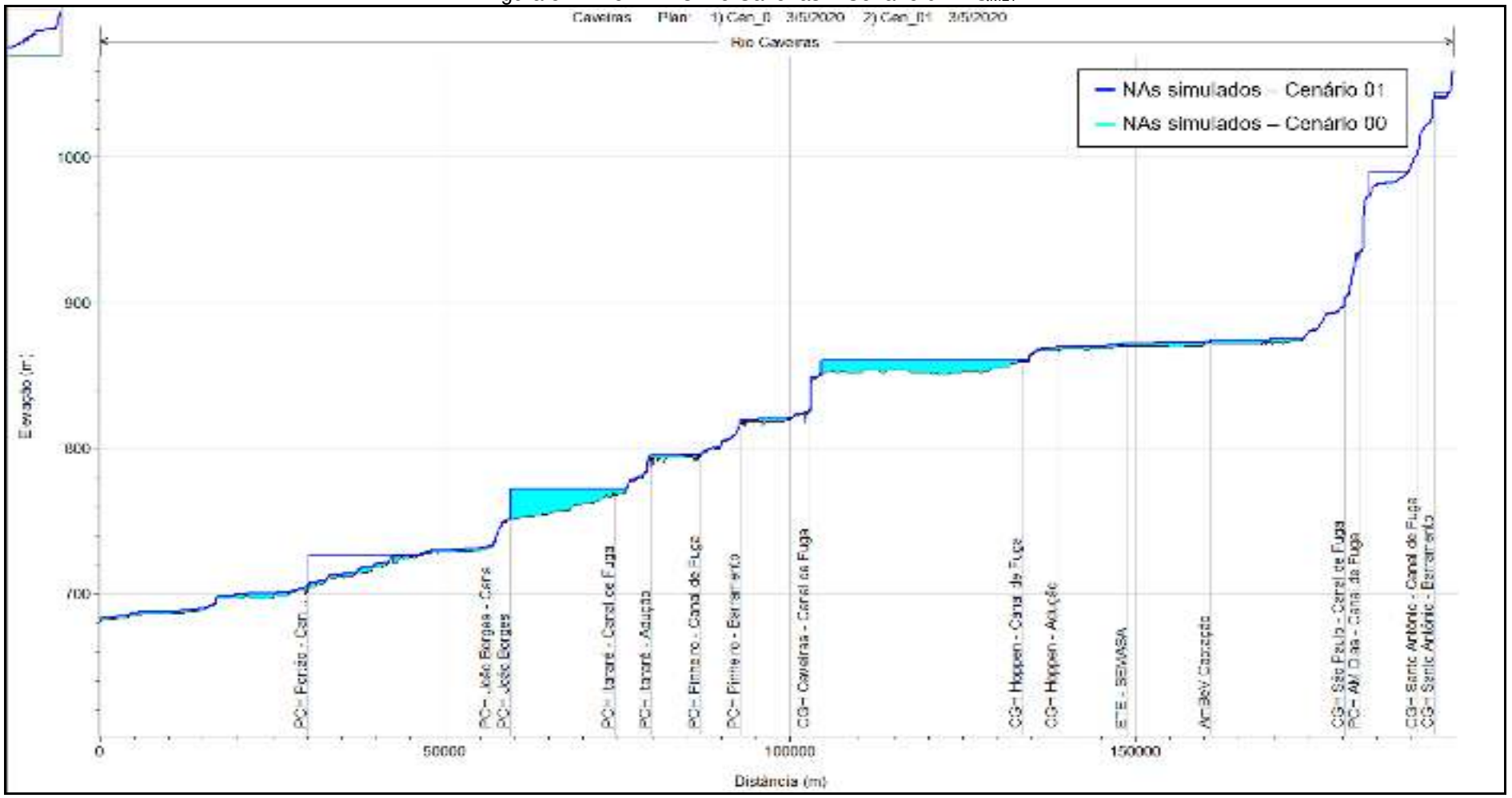
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 523- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Portão comparação Cenário 00 x Cenário 01 – $Q_{7,10}$



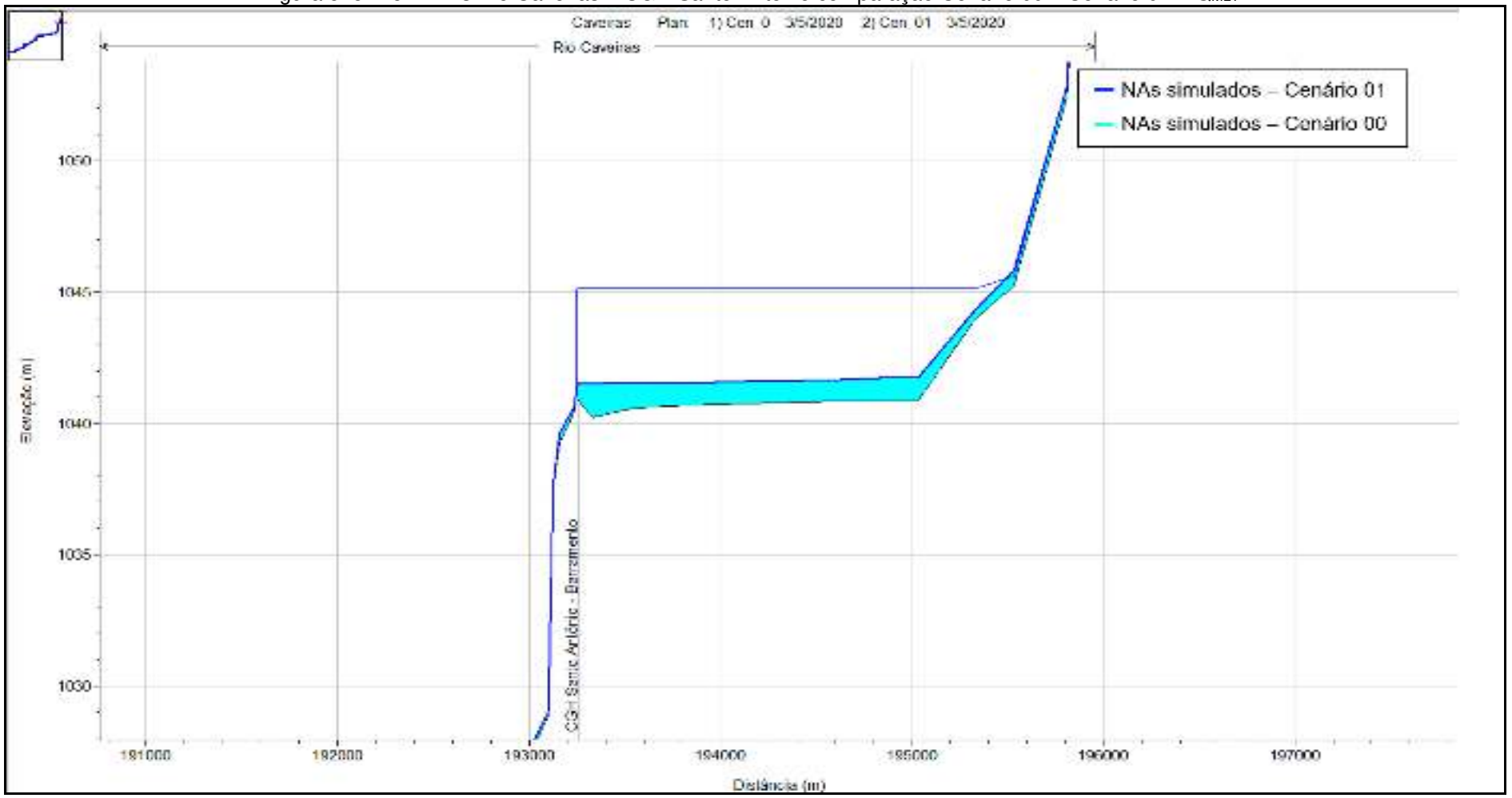
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 524- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 01 – Q_{MLT}



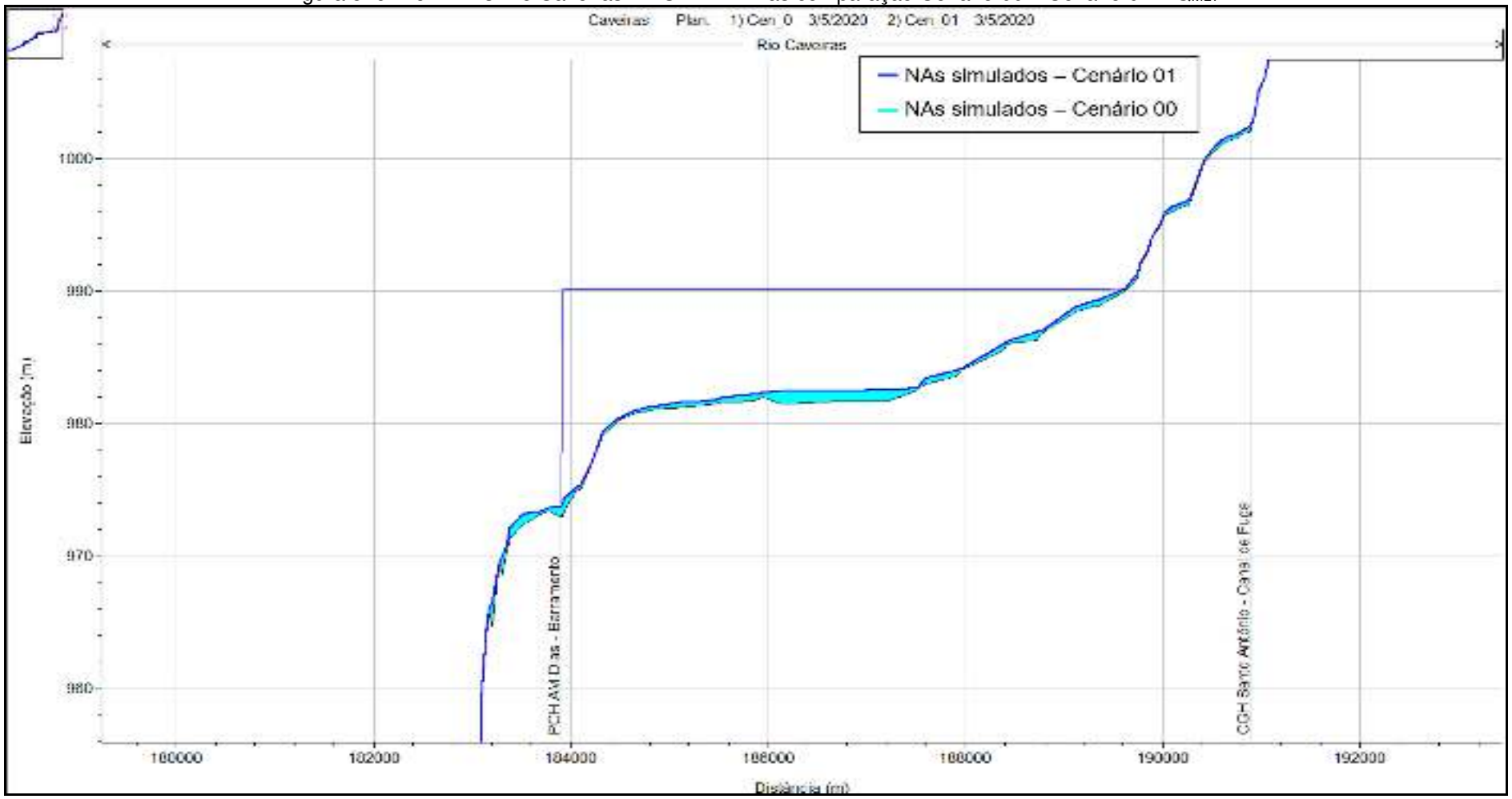
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 525- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Santo Antônio comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q_{MLT}



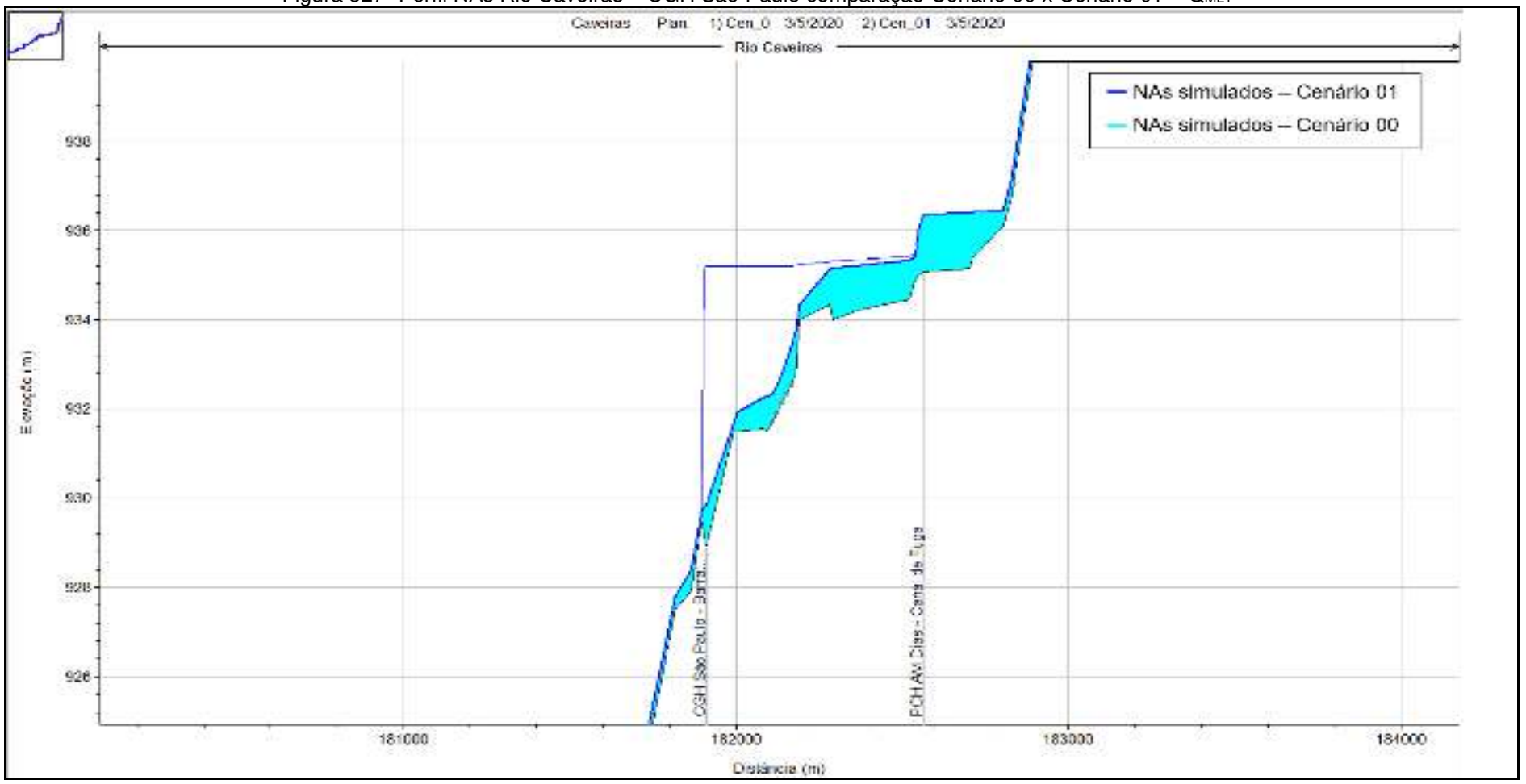
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 526- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH A.M. Dias comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q_{MLT}



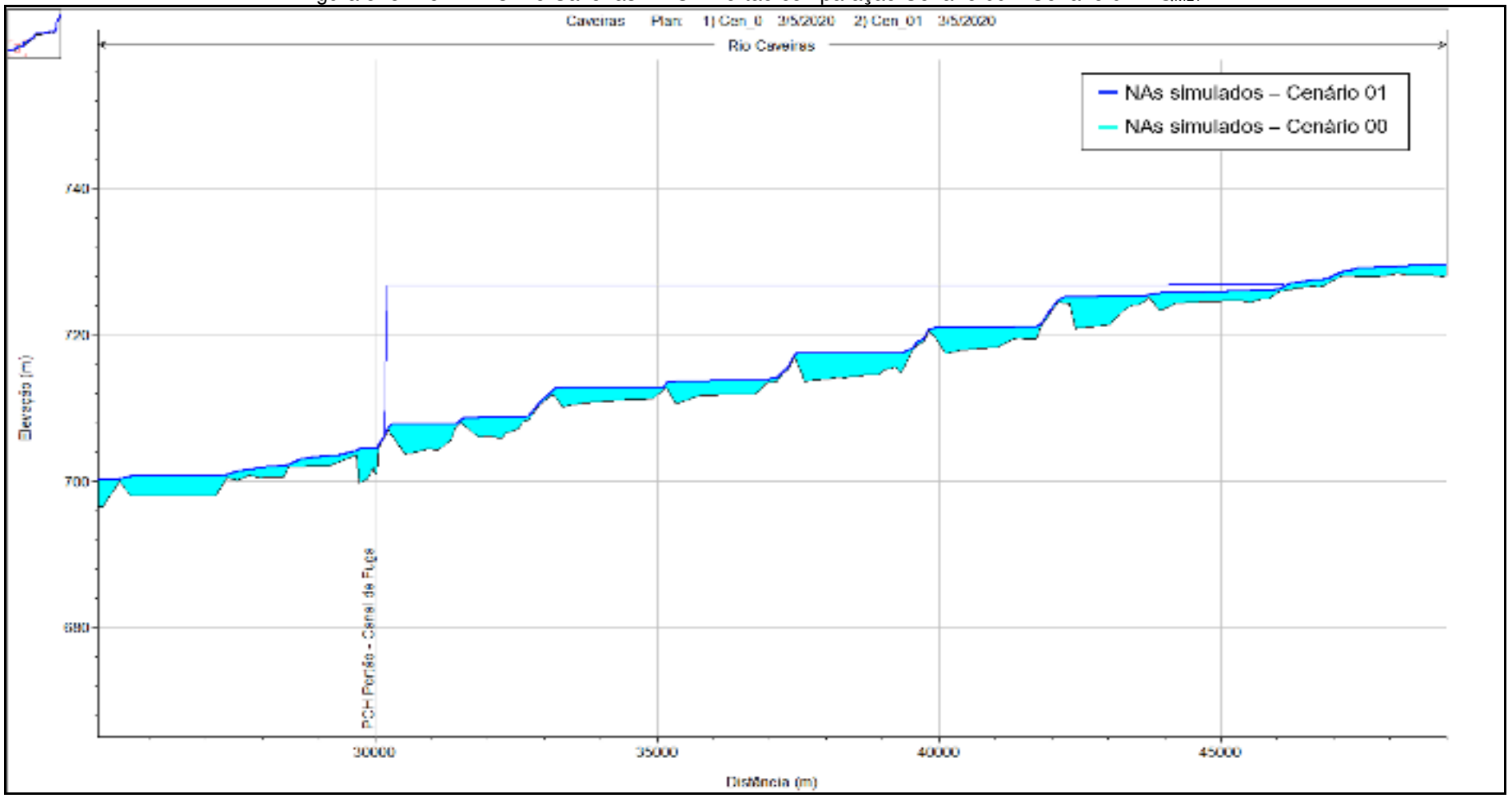
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 527- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH São Paulo comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q_{MLT}



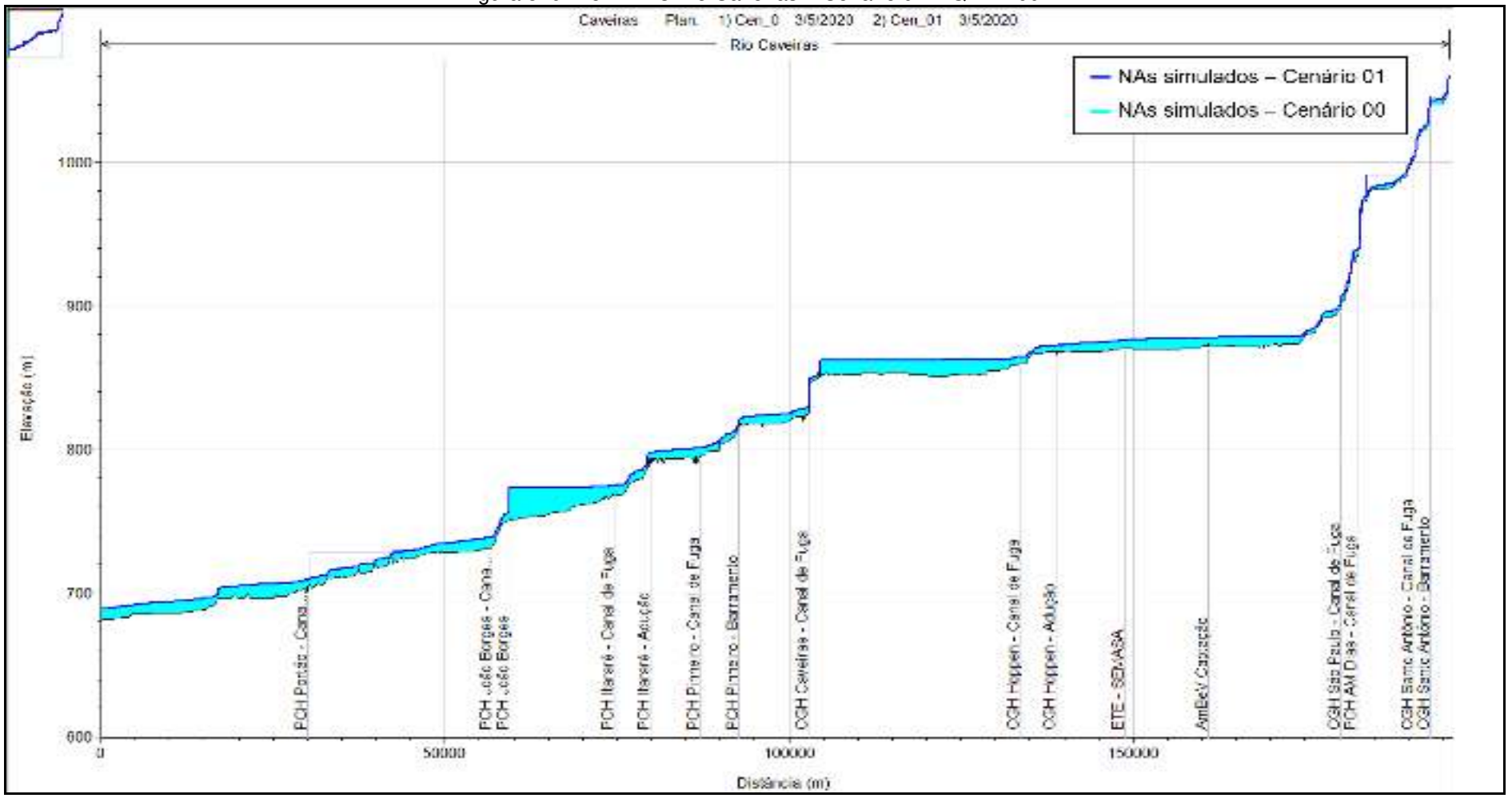
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 528- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Portão comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q_{MLT}



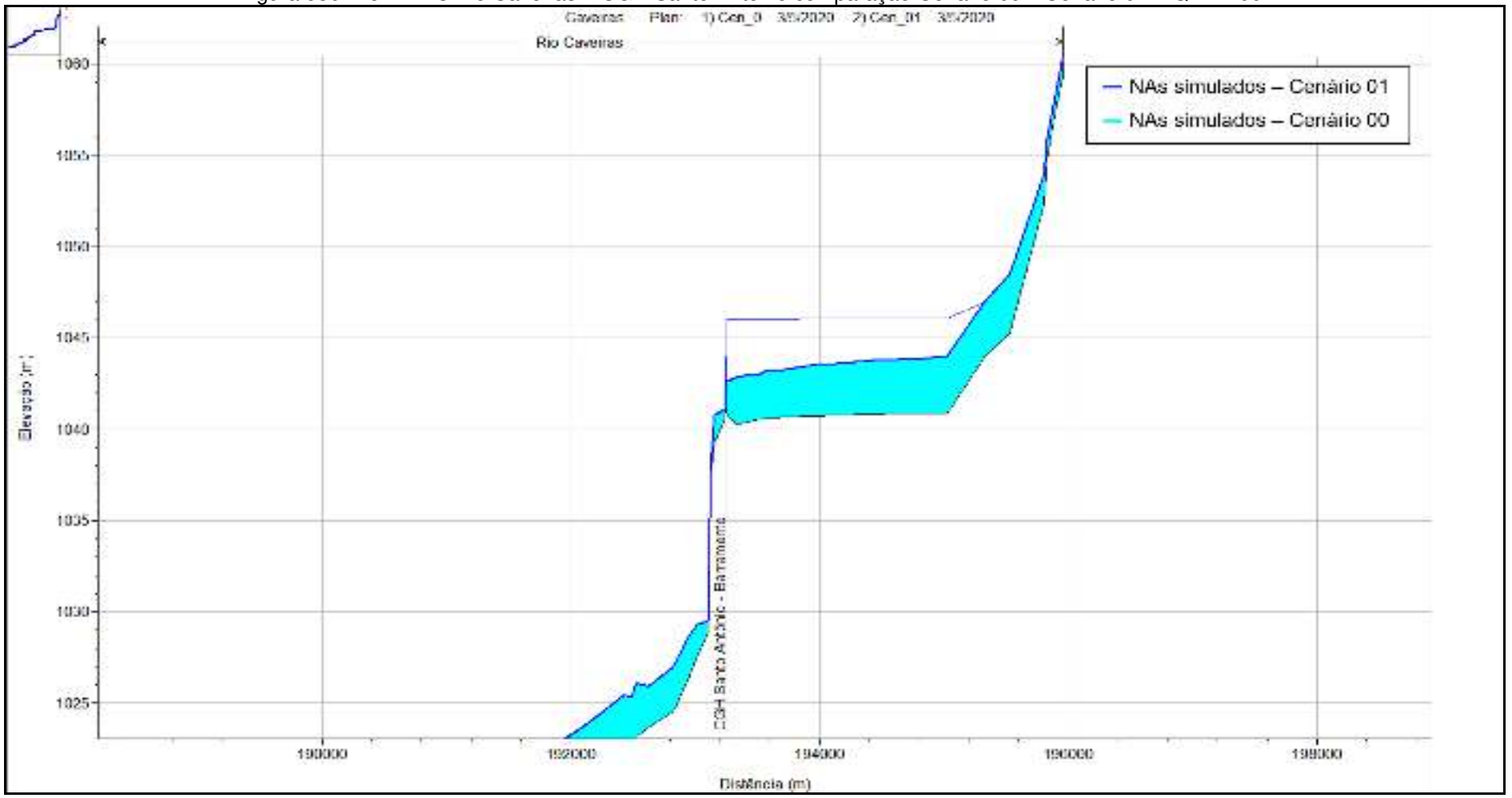
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 529- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 01 – Q TR 100



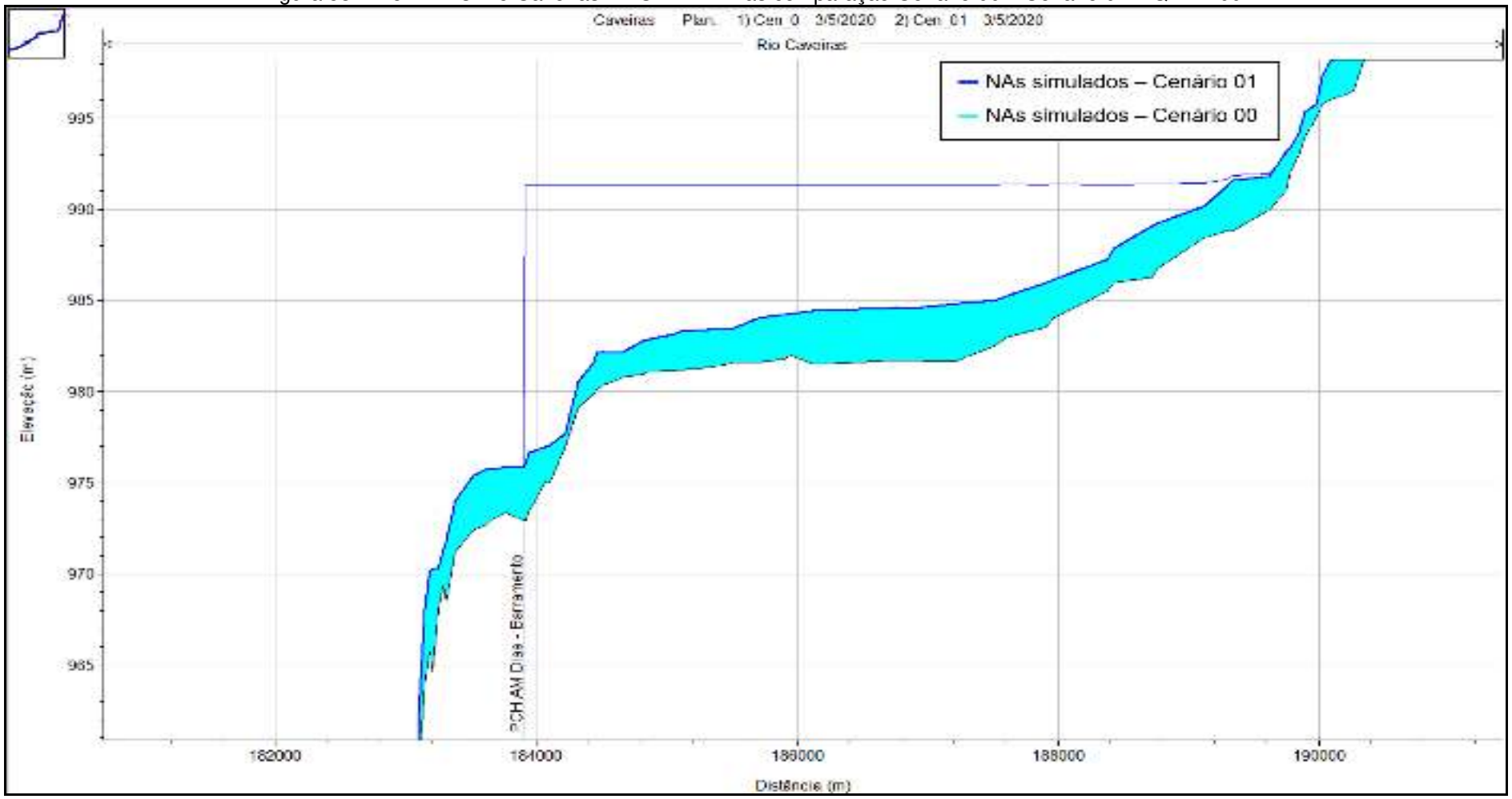
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 530- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Santo Antônio comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 100



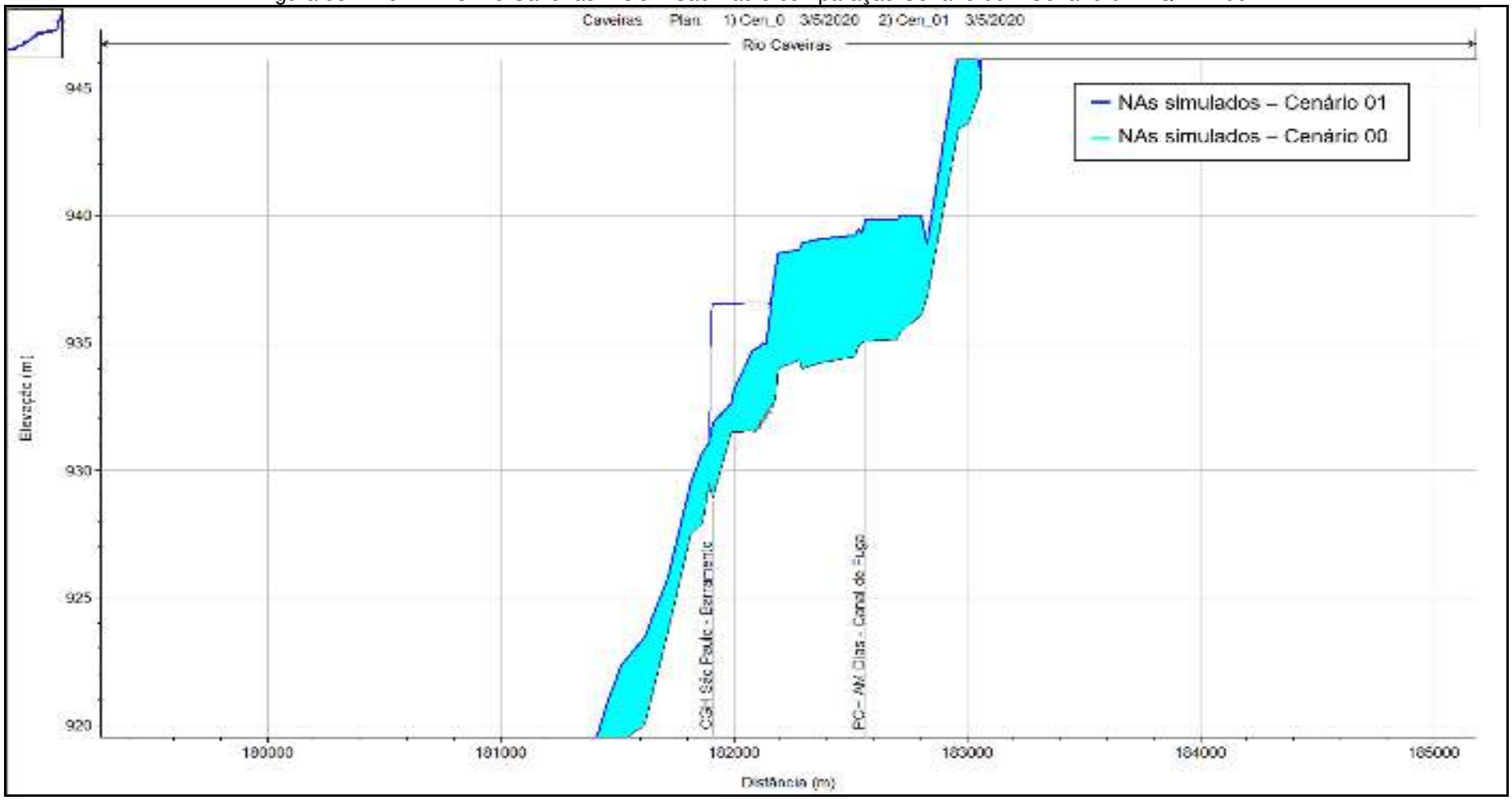
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 531- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH A.M. Dias comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 100



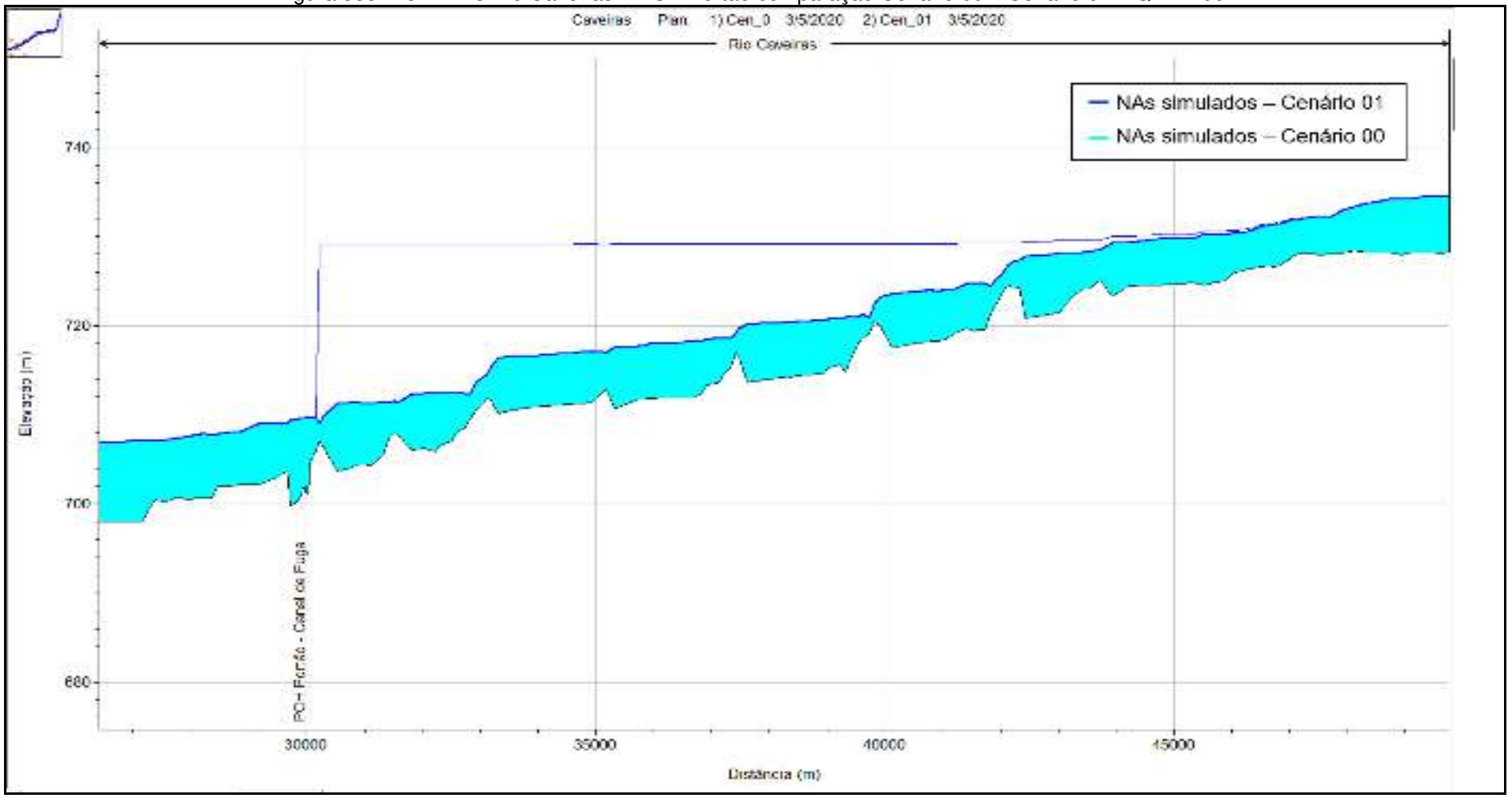
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 532- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH São Paulo comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 100



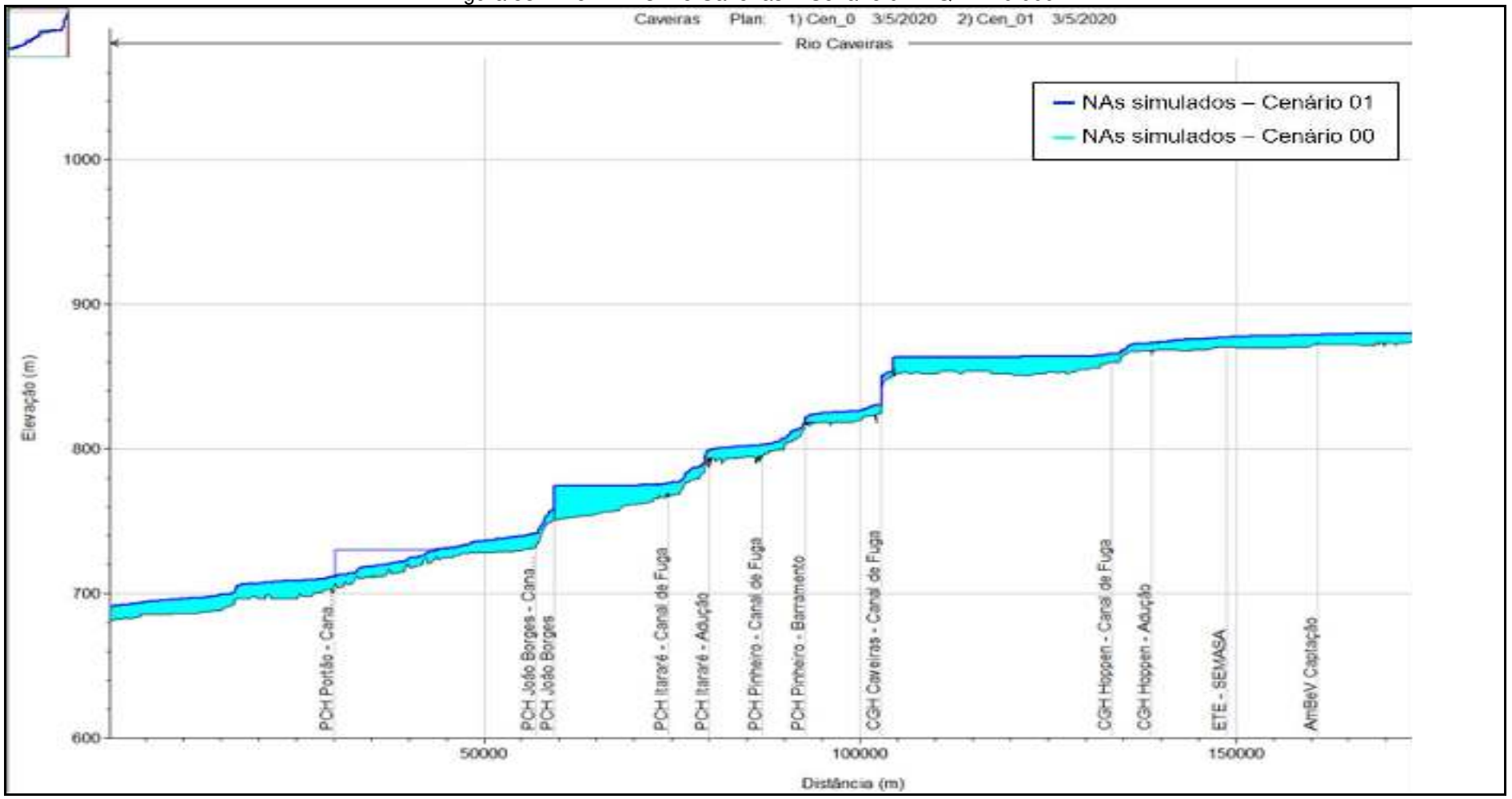
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 533- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Portão comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 100



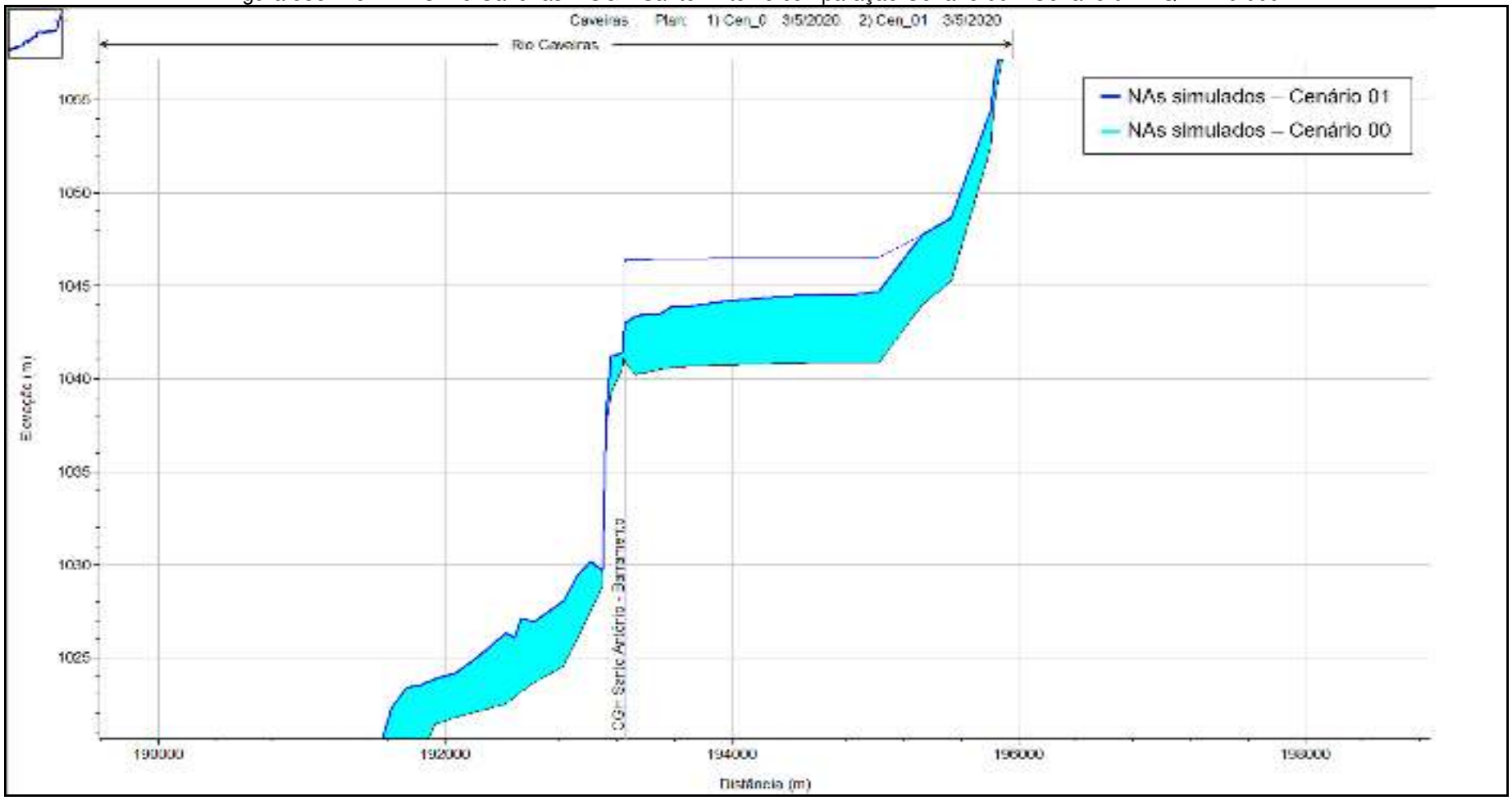
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 534- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 01 – Q TR 10.000



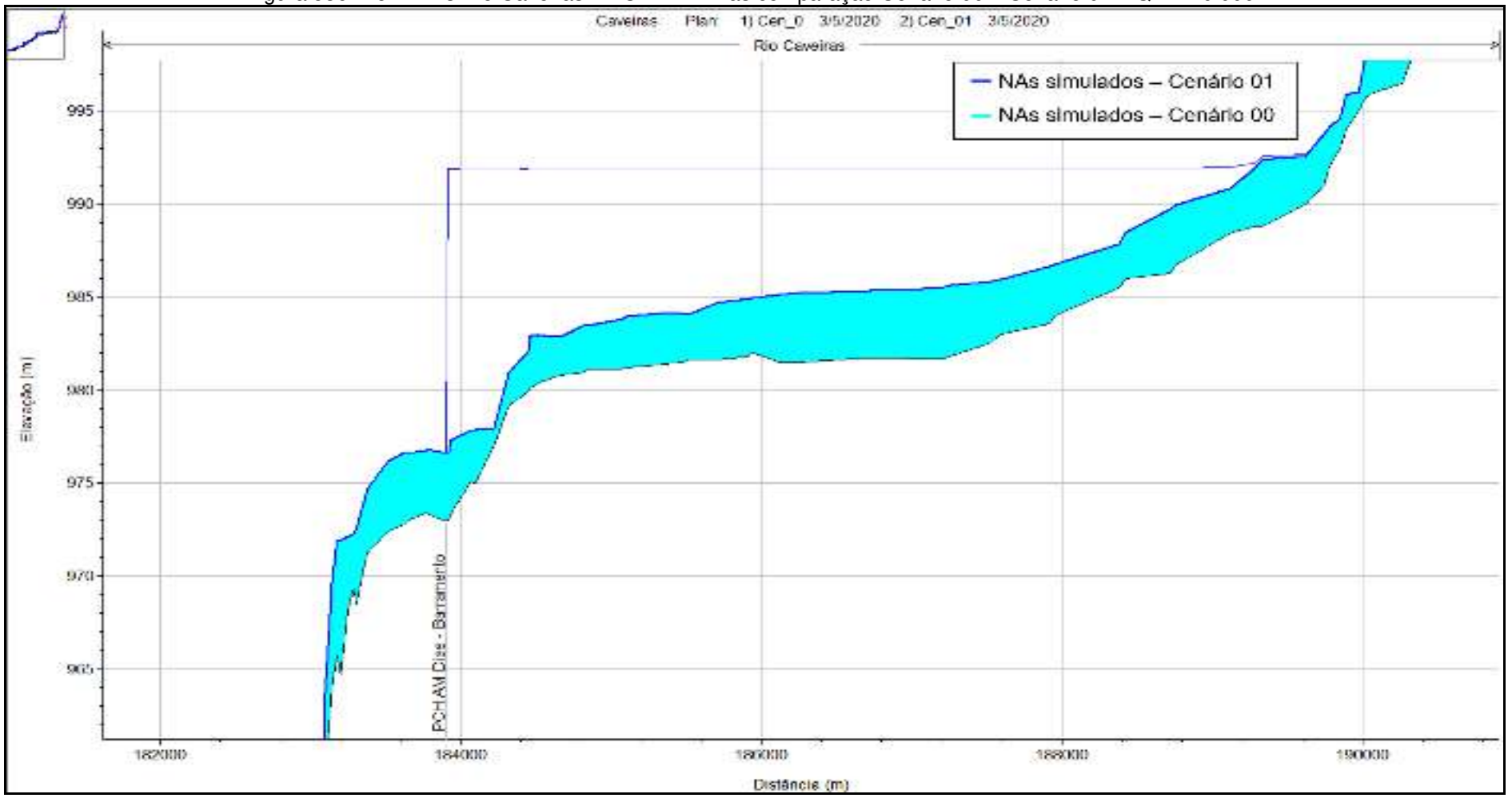
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 535- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Santo Antônio comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 10.000



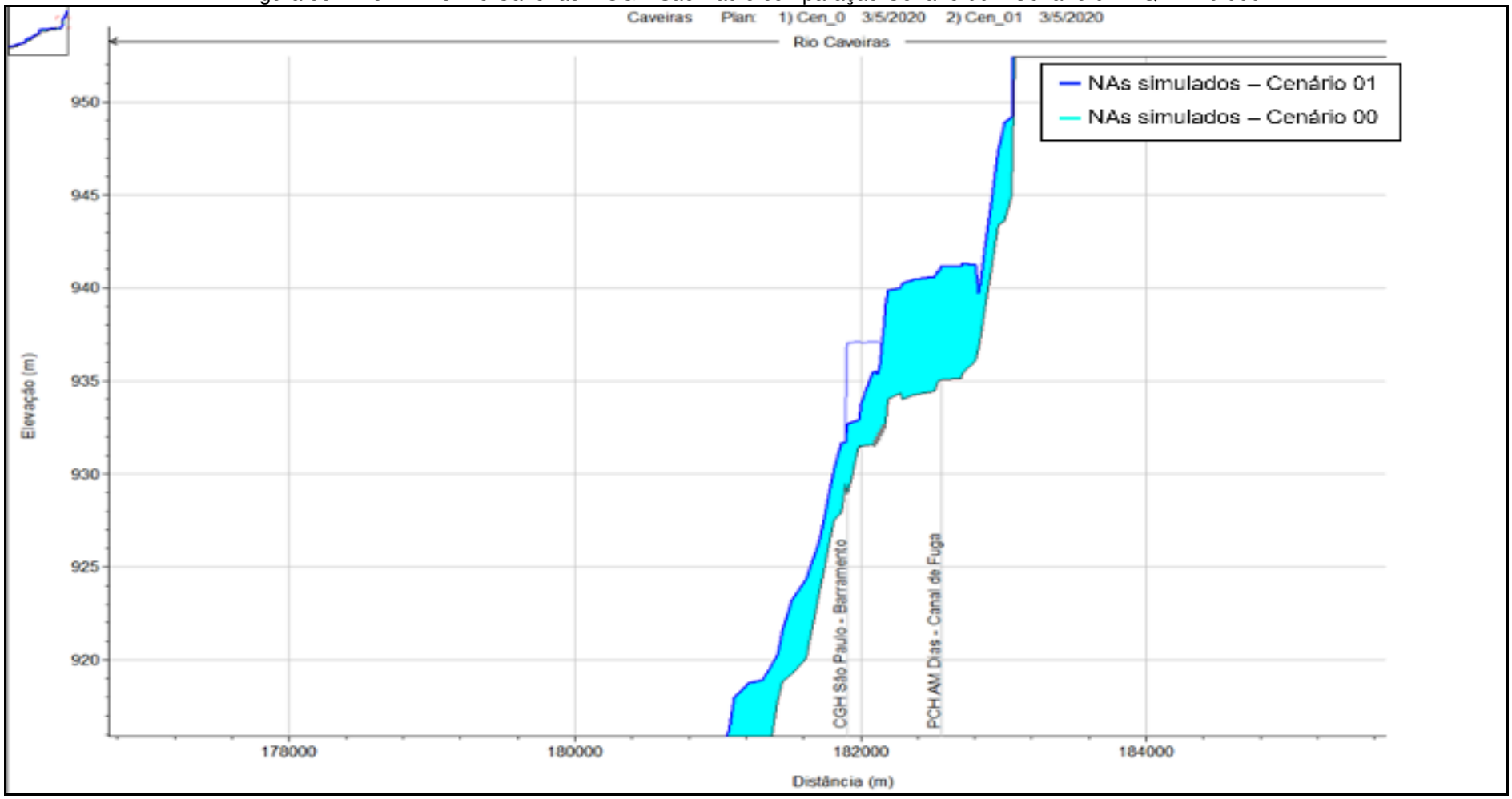
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 536- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH A.M. Dias comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 10.000



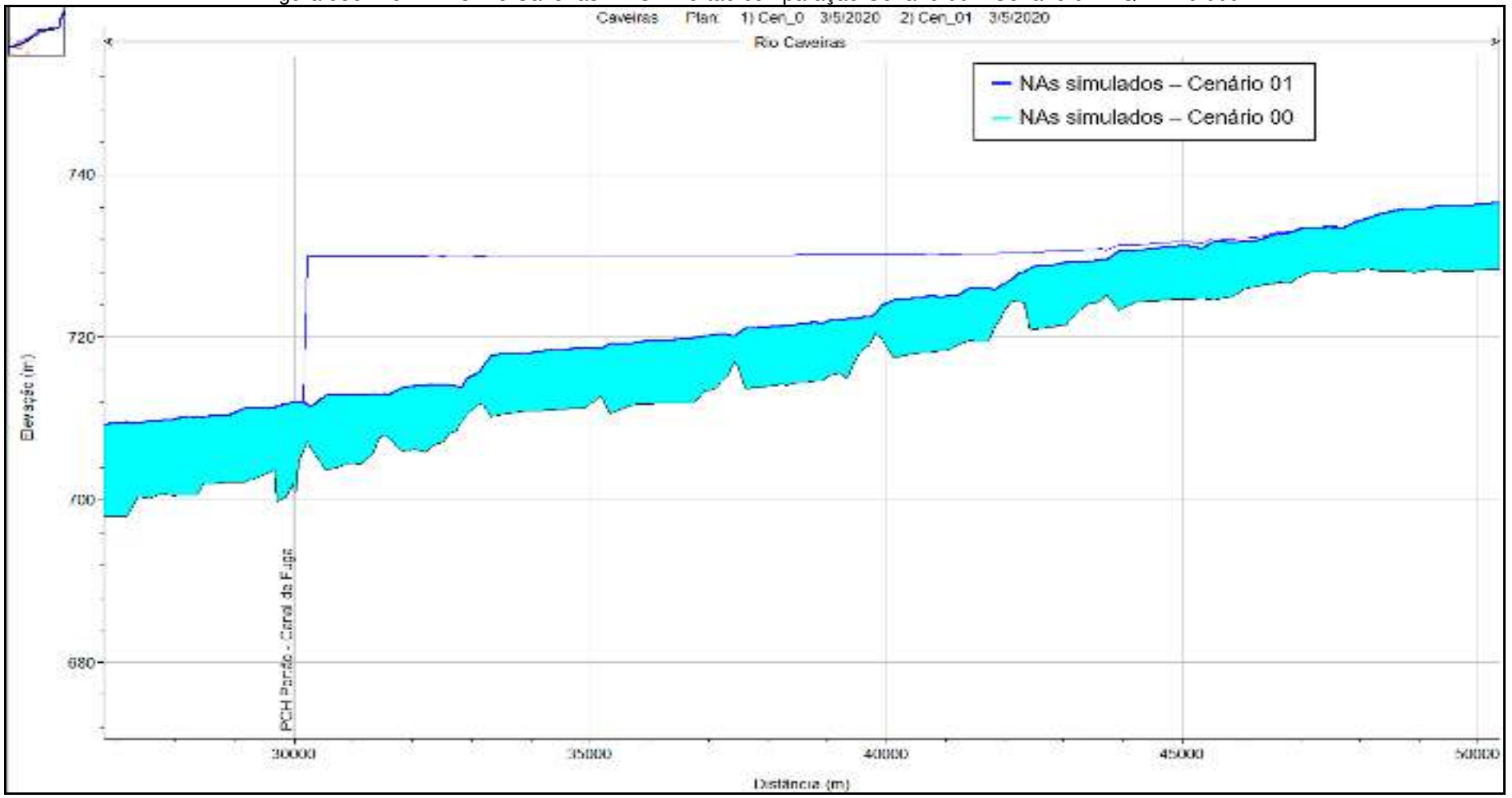
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 537- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH São Paulo comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 10.000



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 538- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Portão comparação Cenário 00 x Cenário 01 – Q TR 10.000



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

10.5.3 Cenário 02

O Cenário 02 considera os empreendimentos que já estão em operação, além da implementação dos empreendimentos que possuem apenas processos protocolados junto a ANEEL ou apenas processo protocolado junto ao IMA, os quais apresentam alguma possibilidade de instalação.

Os critérios adotados indicam que este cenário inclui os empreendimentos que apresentam algum processo aberto junto aos órgãos reguladores e apresentam algum potencial de instalação. Sendo assim, são considerados no Cenário 02 os seguintes aproveitamentos hidrelétricos:

⇒ CGH Santo Antônio;

⇒ CGH A.M. Dias;

⇒ CGH São Paulo;

⇒ CGH Caveiras;

⇒ PCH Pinheiro;

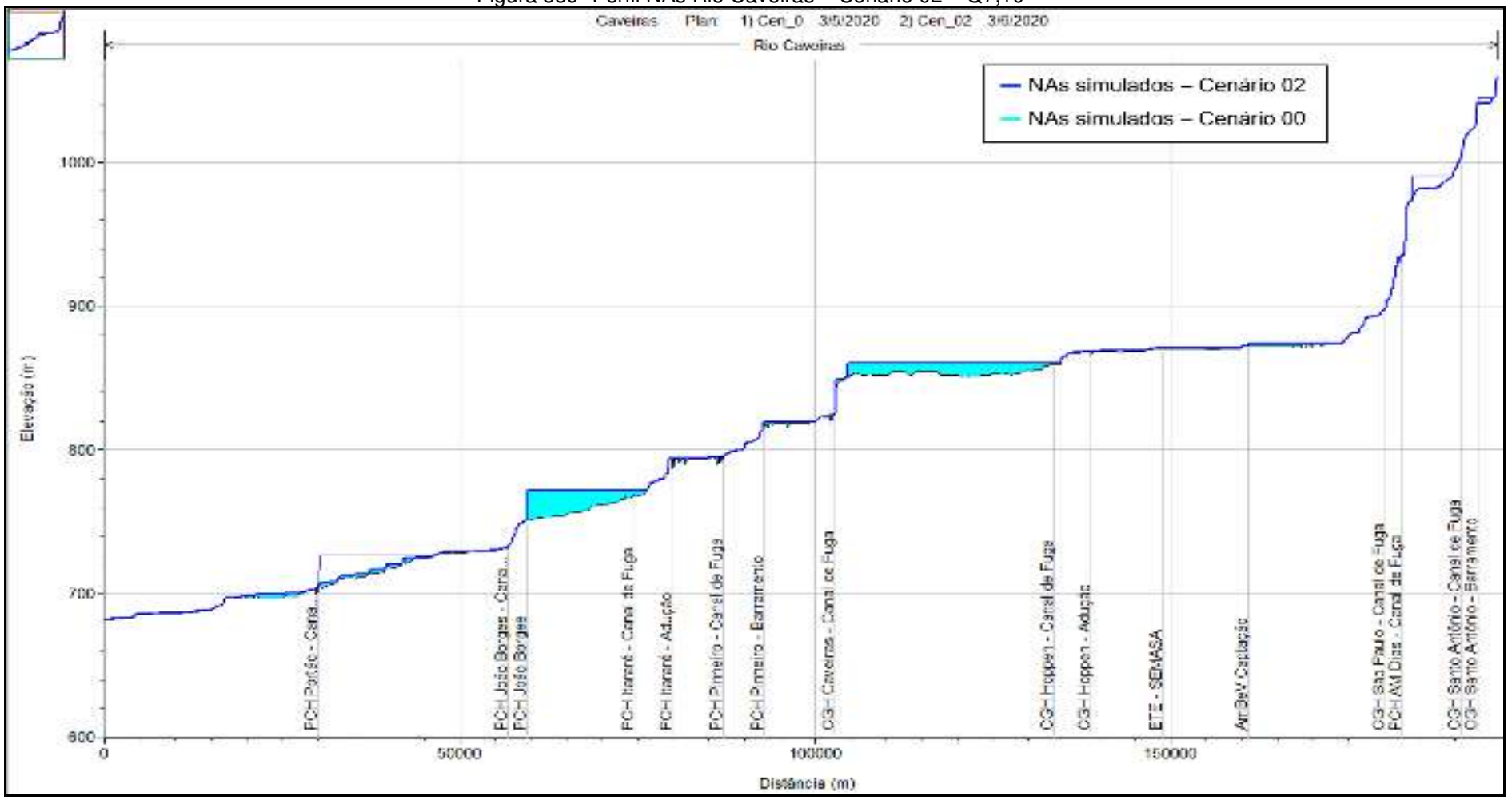
⇒ PCH Itararé;

⇒ PCH João Borges;

⇒ PCH Portão.

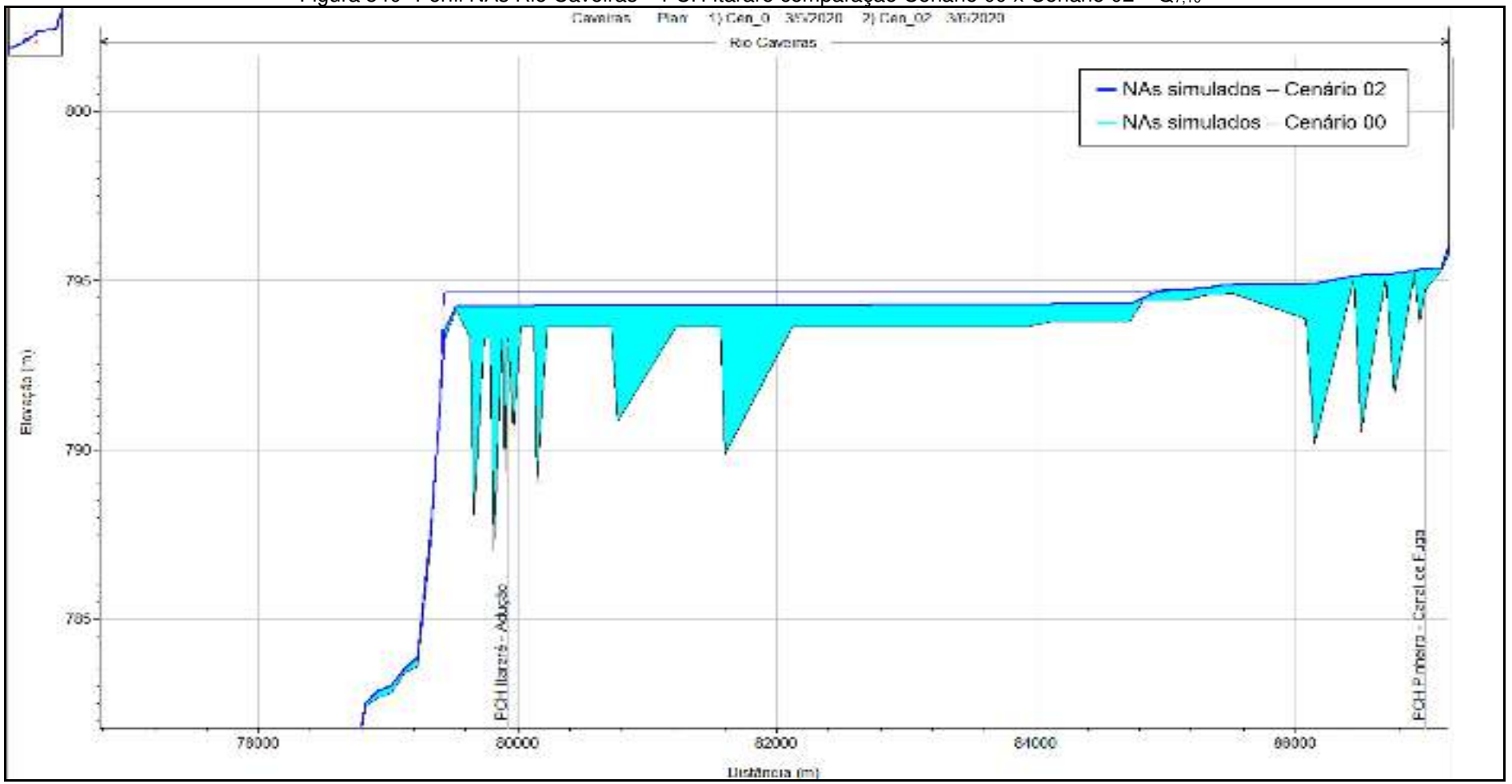
Os perfis dos NAs resultantes da simulação, apresentados nas figuras a seguir, são comparados ao cenário atual do rio Caveiras (Cenário 00). As figuras em detalhe que apresentam a influência dos reservatórios são apresentadas apenas para os empreendimentos PCH Pinheiro e PCH Itararé, sendo que os demais foram apresentados no Cenário 01.

Figura 539- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 02 – Q7,10



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

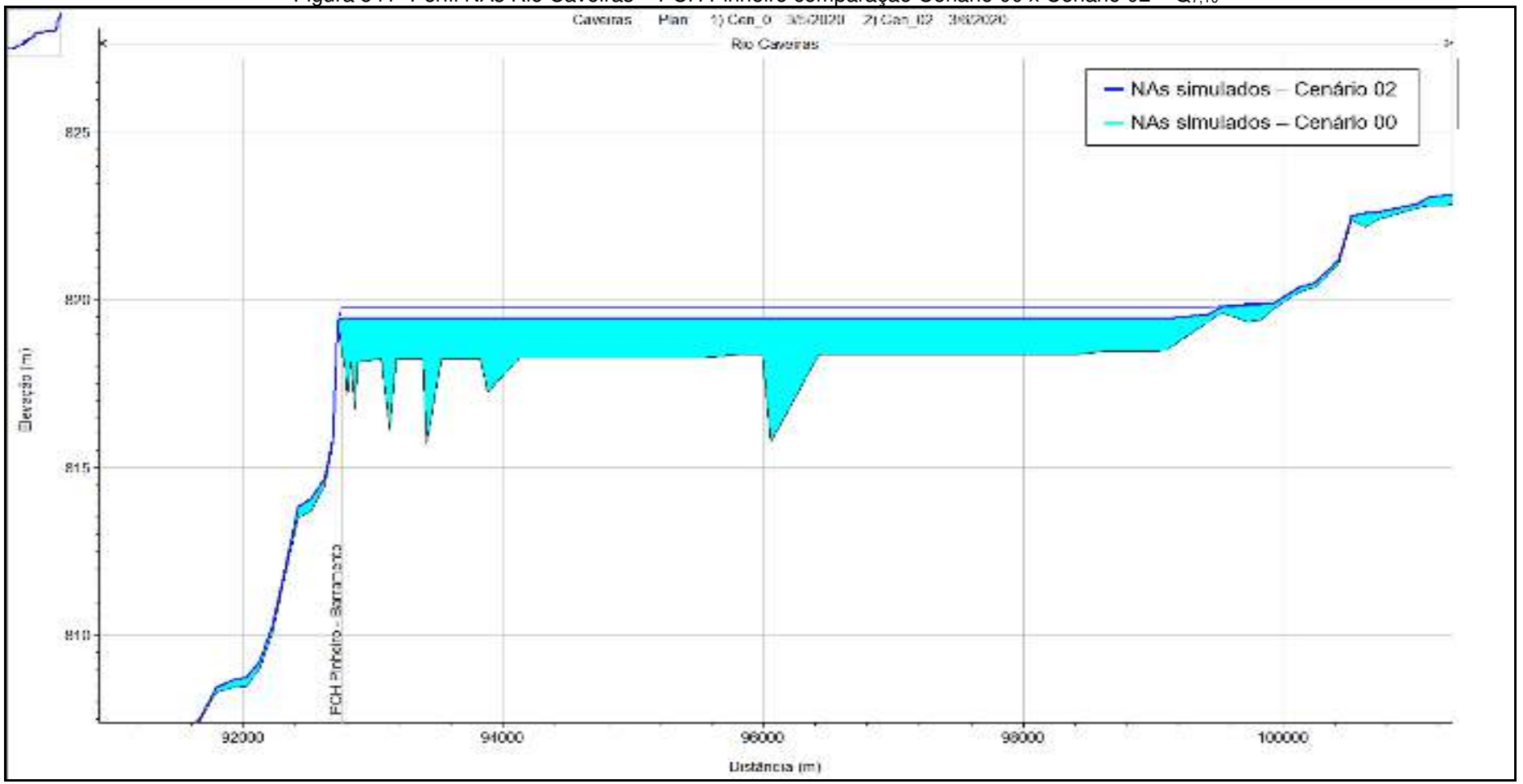
Figura 540- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Itararé comparação Cenário 00 x Cenário 02 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

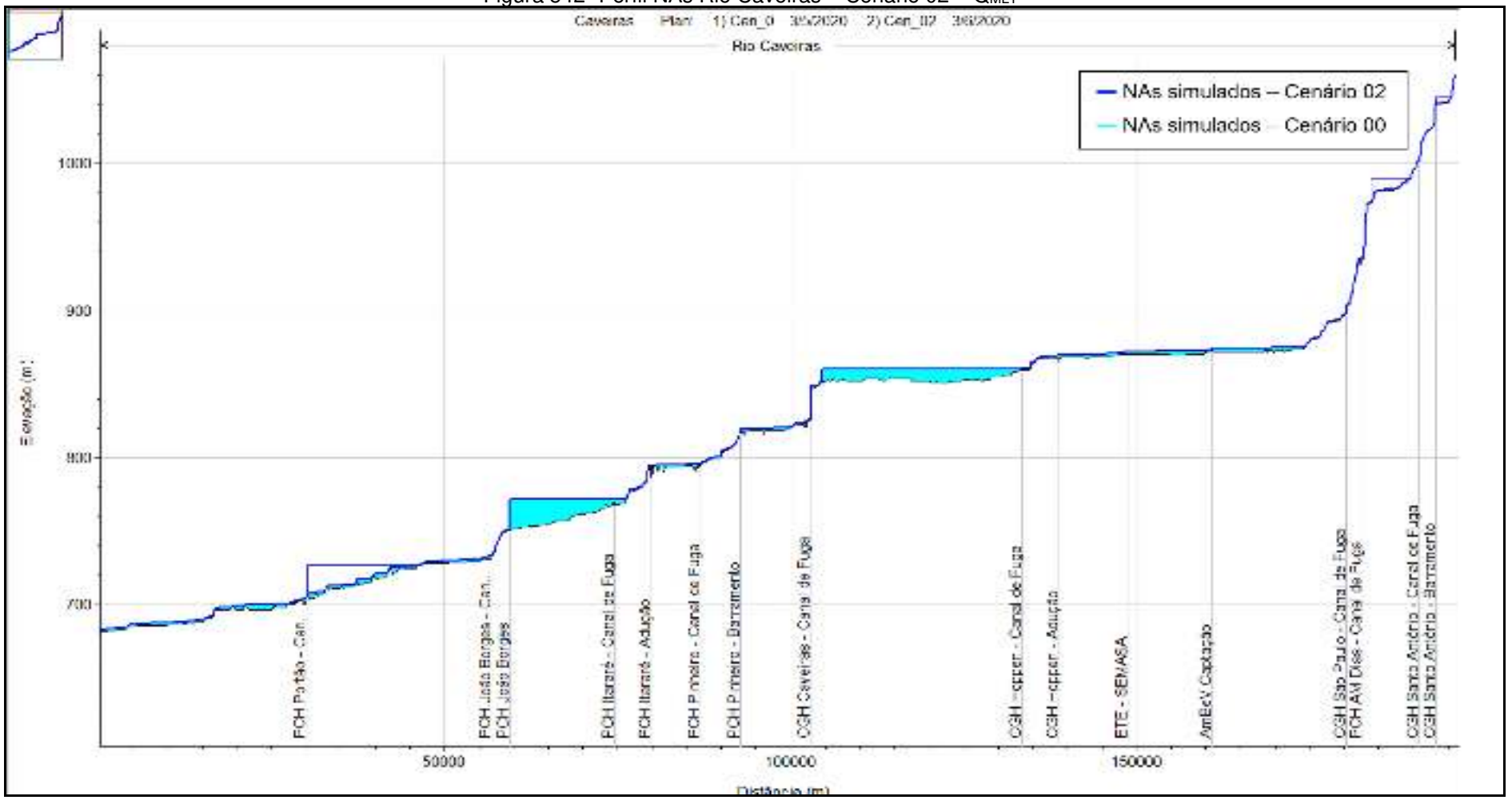
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2737
desenvolvergestaoambiental

Figura 541- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Pinheiro comparação Cenário 00 x Cenário 02 – $Q_{7,10}$



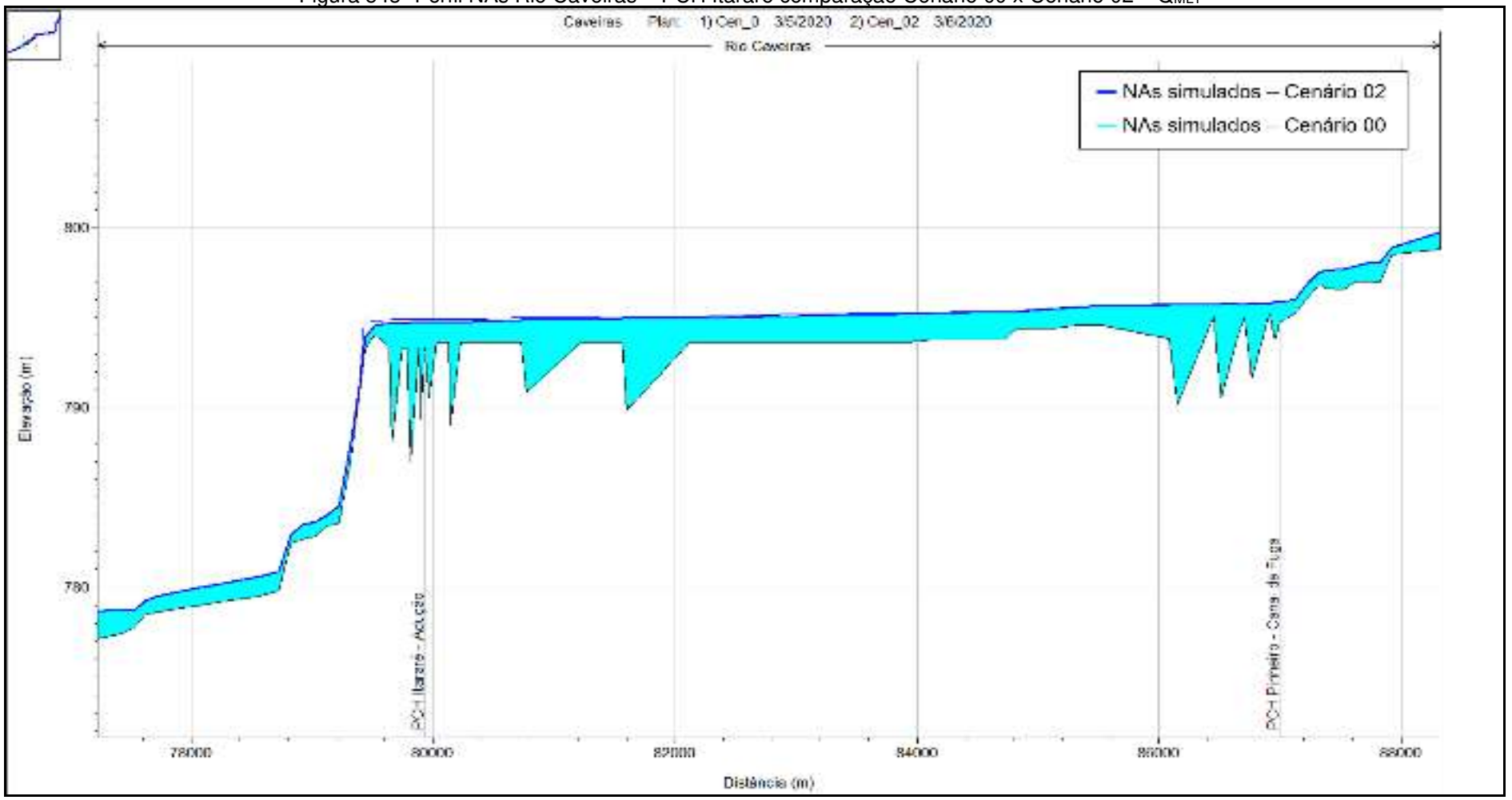
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 542- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 02 – Q_{MLT}



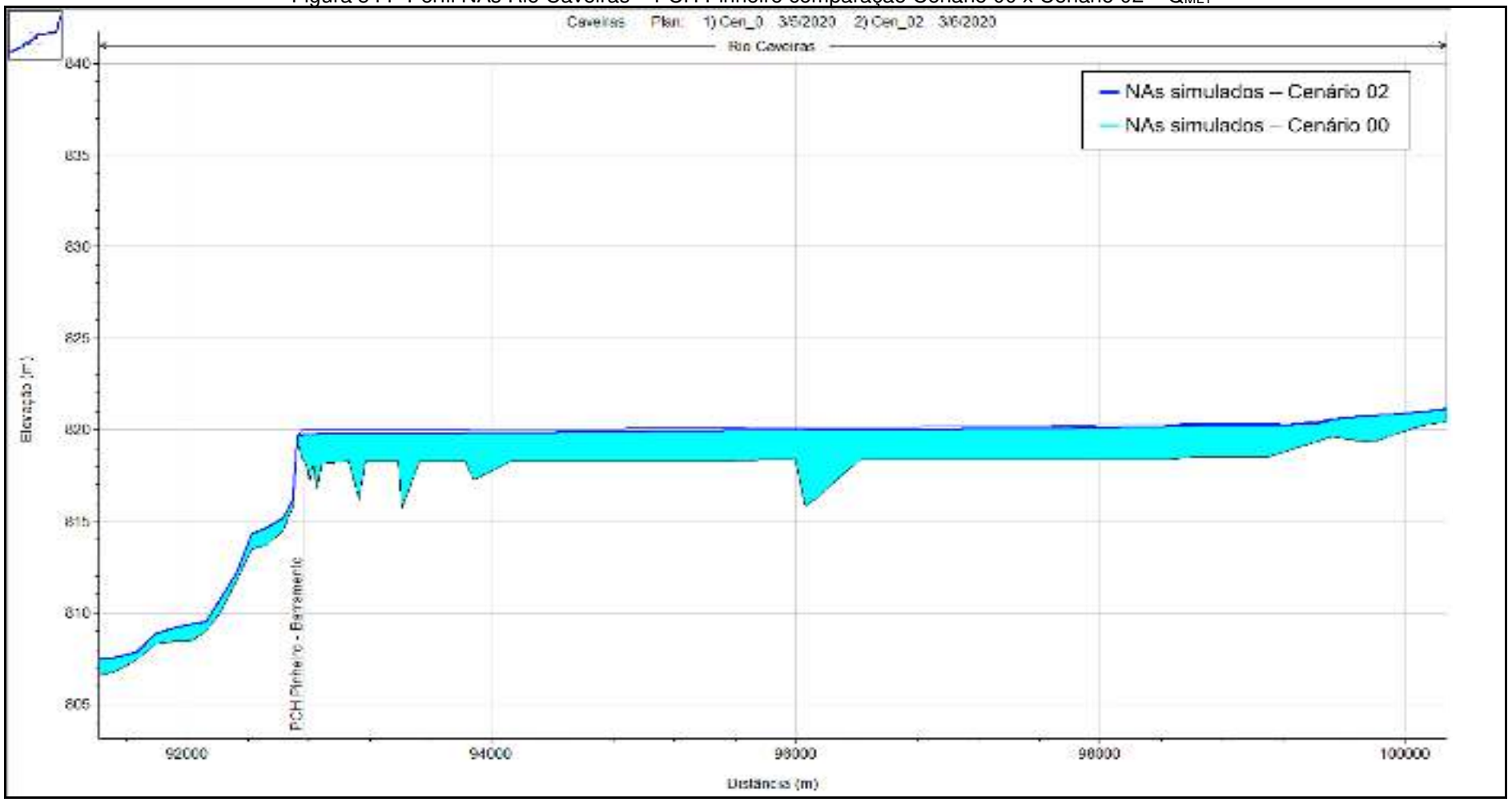
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 543- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Itararé comparação Cenário 00 x Cenário 02 – Q_{MLT}



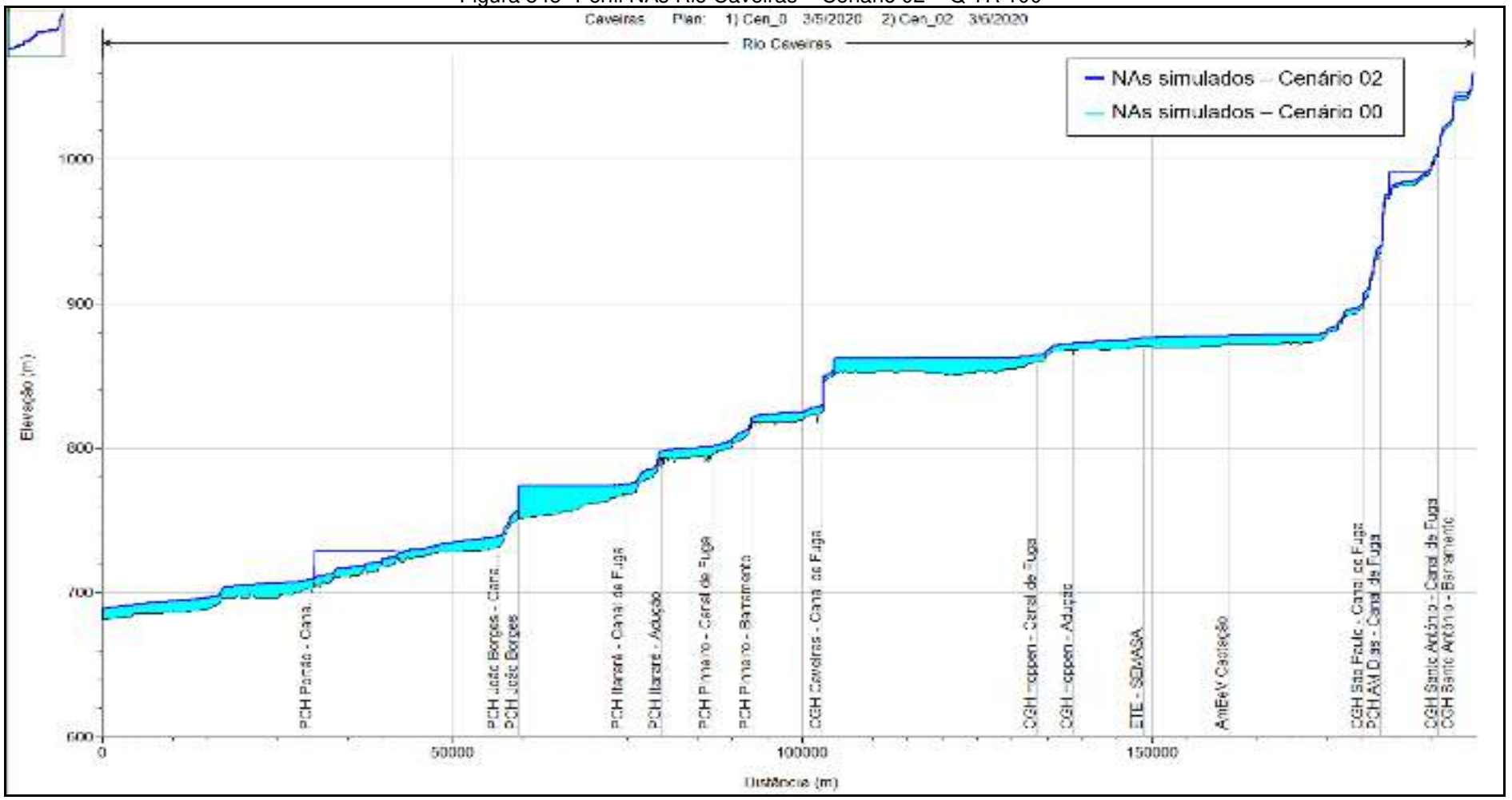
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 544- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Pinheiro comparação Cenário 00 x Cenário 02 – Q_{MLT}



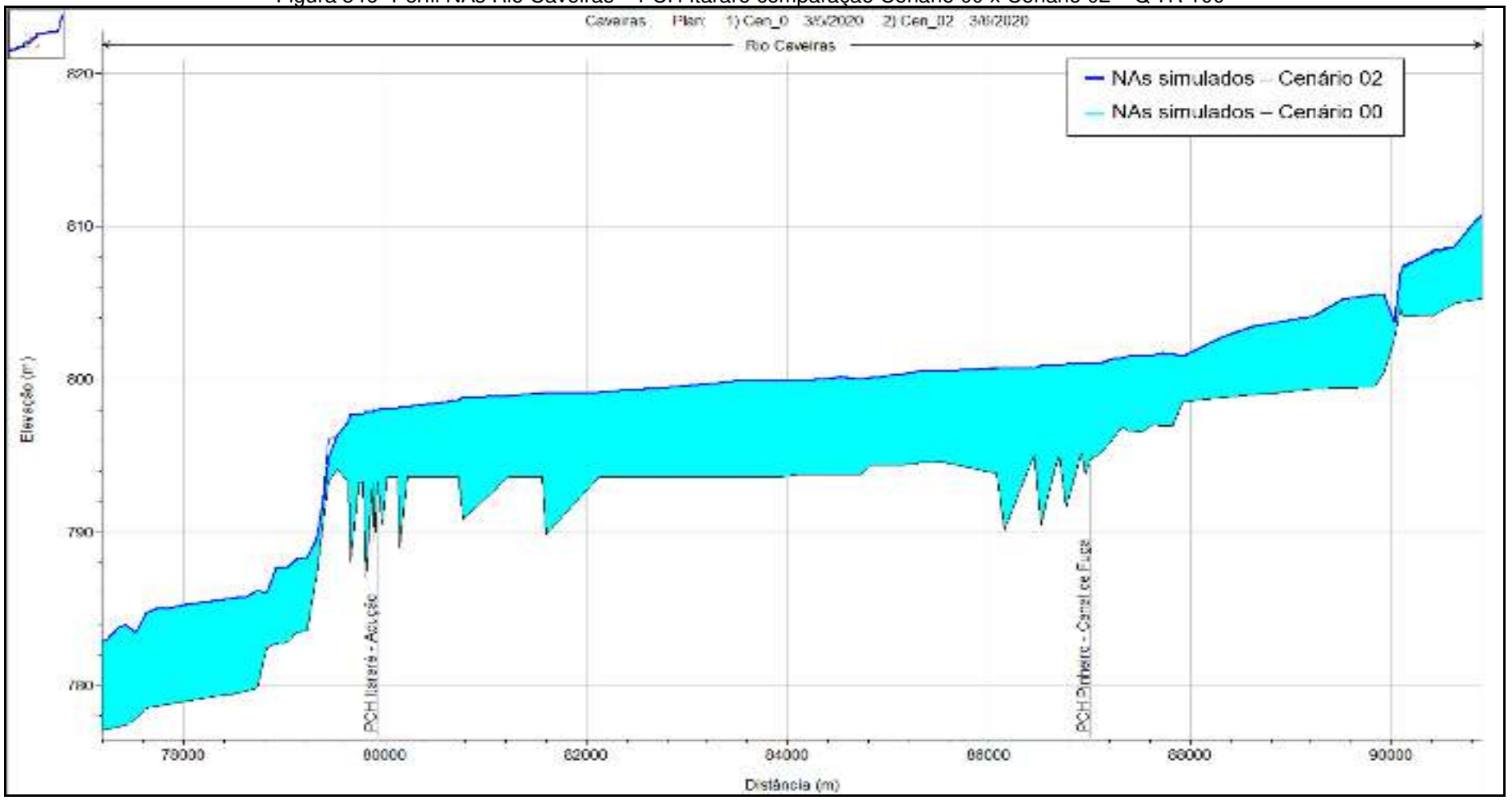
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 545- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 02 – Q TR 100



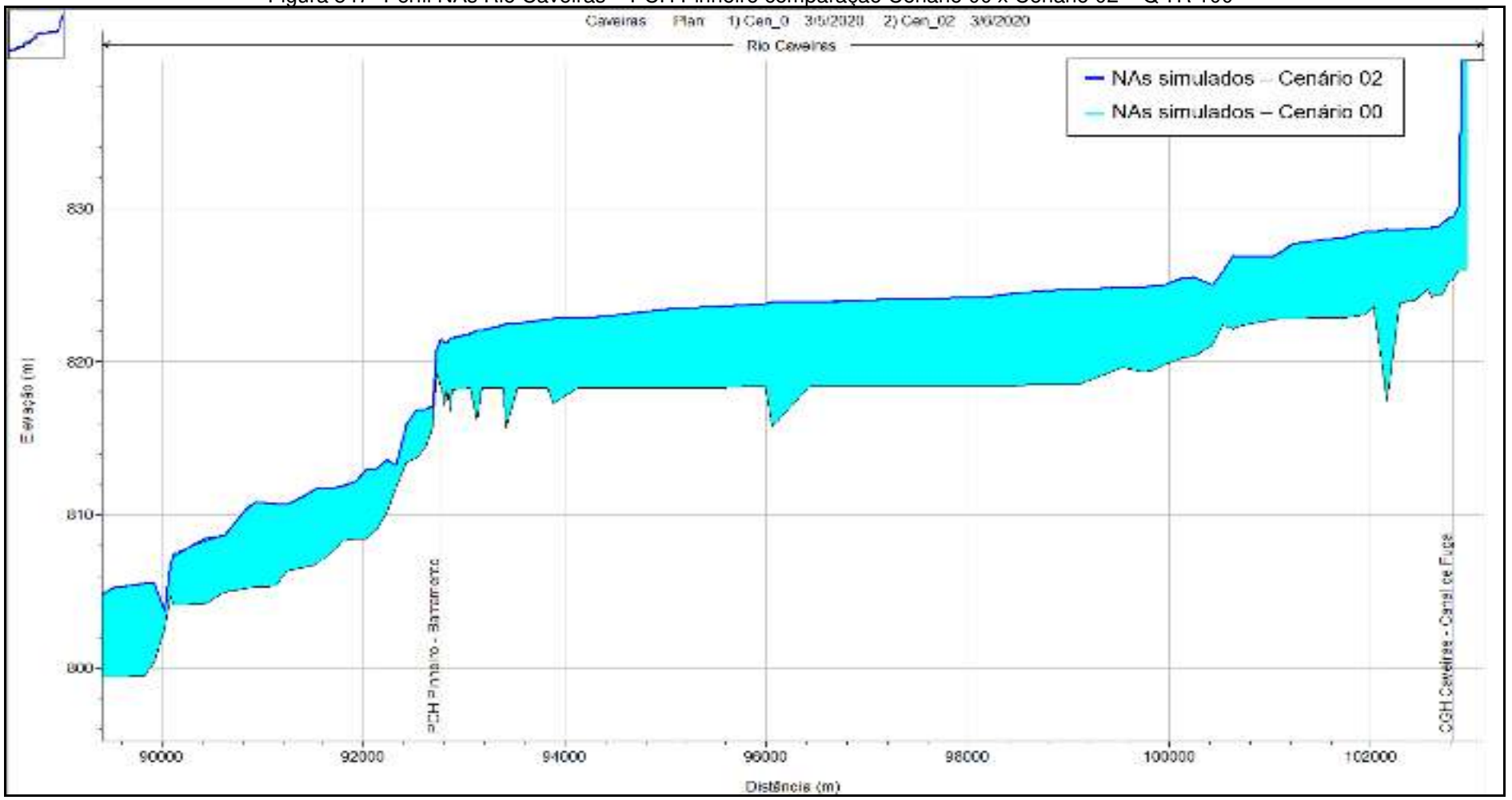
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 546- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Itararé comparação Cenário 00 x Cenário 02 – Q TR 100



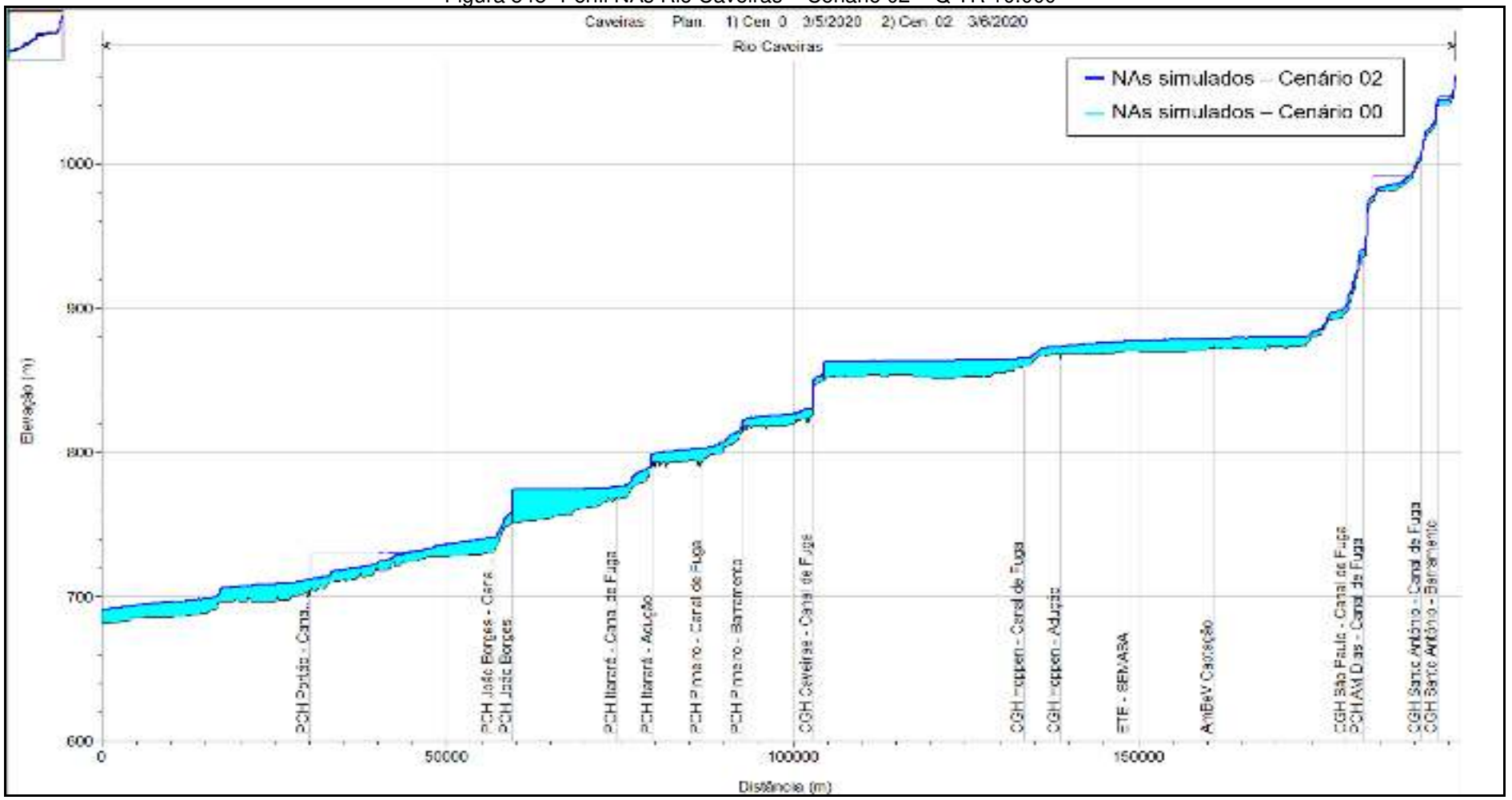
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 547- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Pinheiro comparação Cenário 00 x Cenário 02 – Q TR 100



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

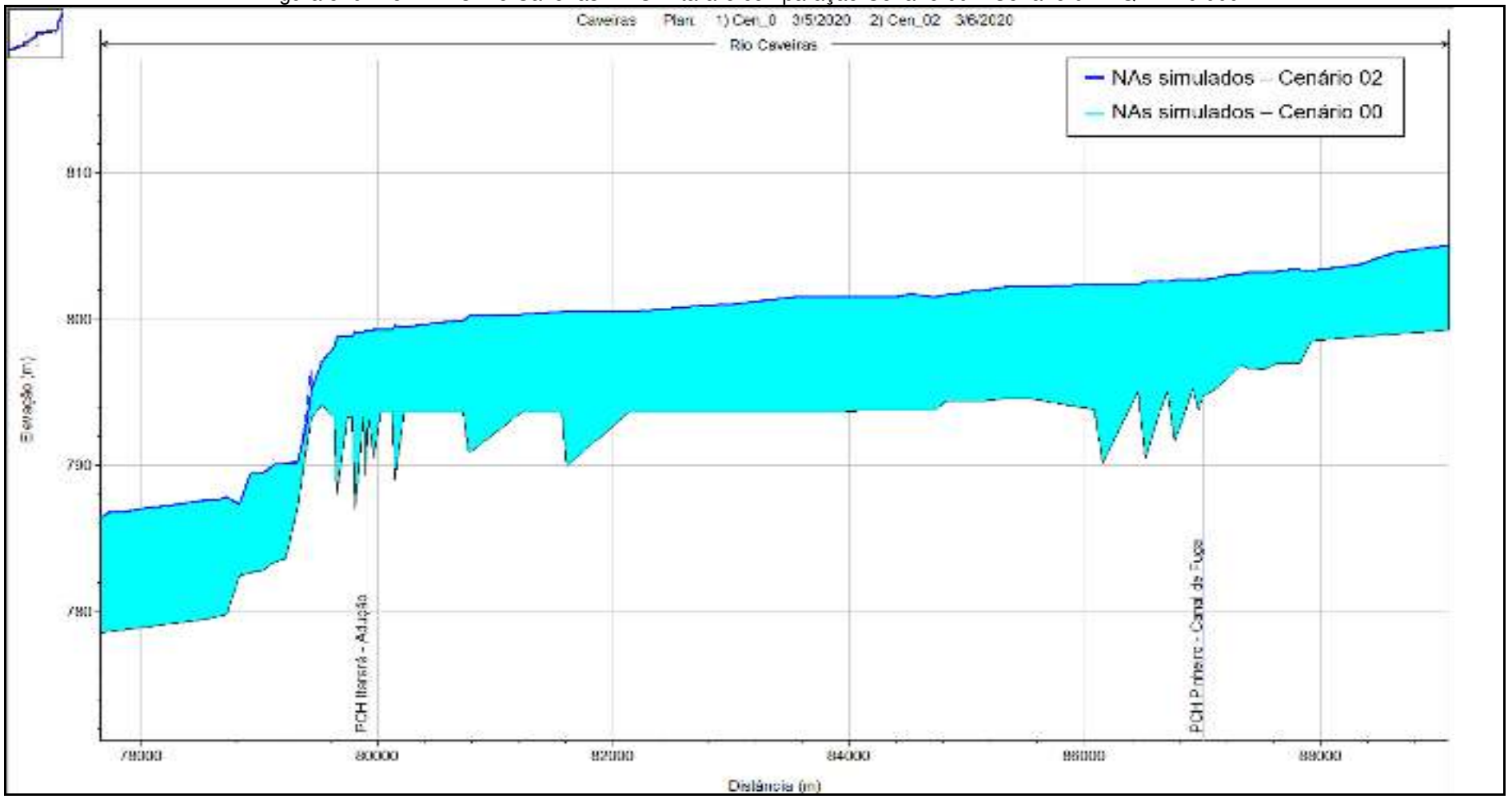
Figura 548- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 02 – Q TR 10.000



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

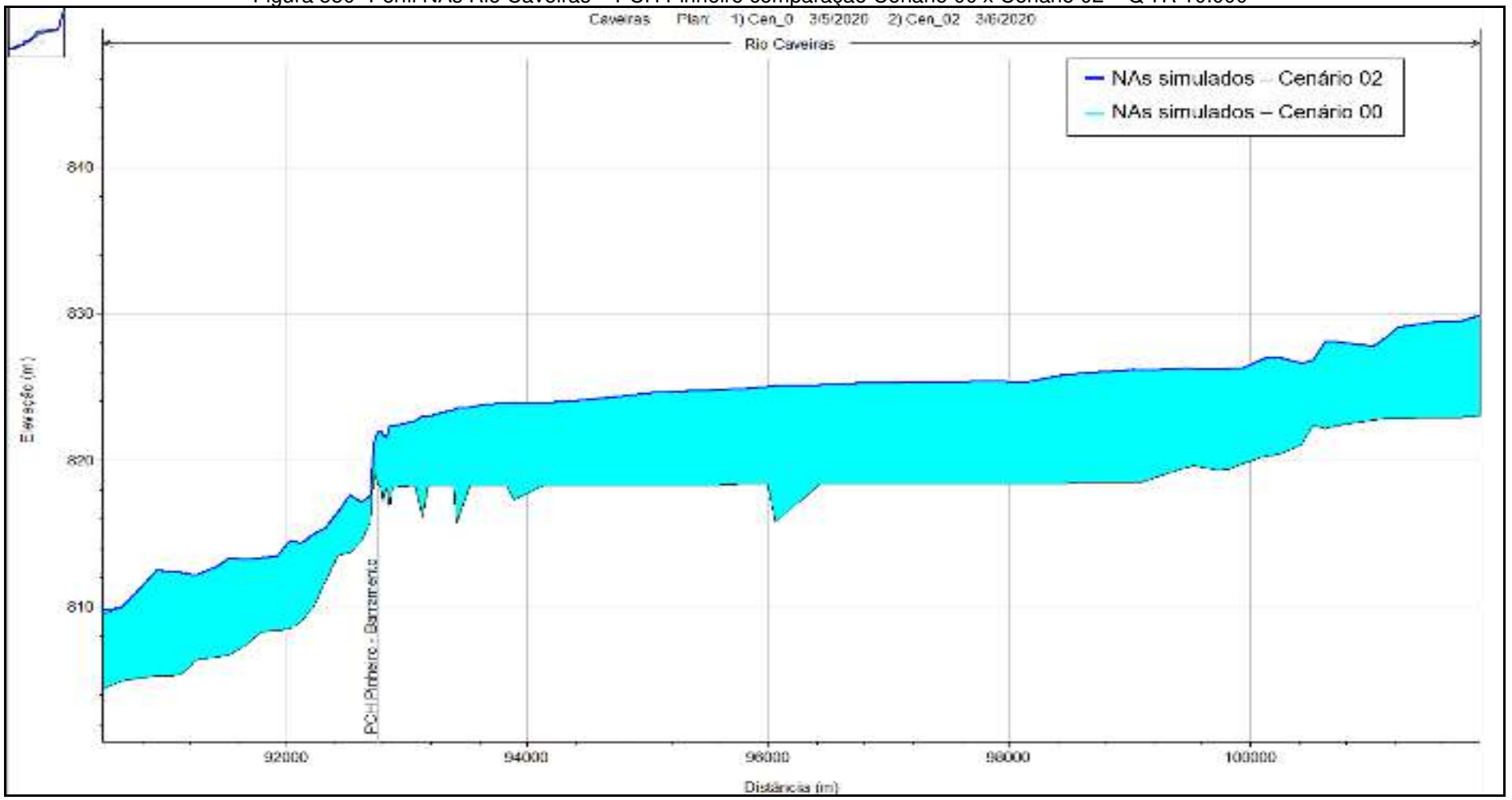
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2737
desenvolvergestaoambiental

Figura 549- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Itararé comparação Cenário 00 x Cenário 02 – Q TR 10.000



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 550- Perfil NAs Rio Caveiras – PCH Pinheiro comparação Cenário 00 x Cenário 02 – Q TR 10.000



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

10.5.4 Cenário 03

O Cenário 03 considera todos os empreendimentos propostos, com algum algum processo vinculado ao IMA e/ou ANEEL, bem como aqueles que estão em operação e com o eixo disponível. Neste contexto, são considerados no Cenário 03, os seguintes aproveitamentos hidrelétricos:

⇒ CGH Santo Antônio;

⇒ CGH A.M. Dias;

⇒ CGH São Paulo;

⇒ CGH Hoppen;

⇒ CGH Caveiras;

⇒ PCH Pinheiro;

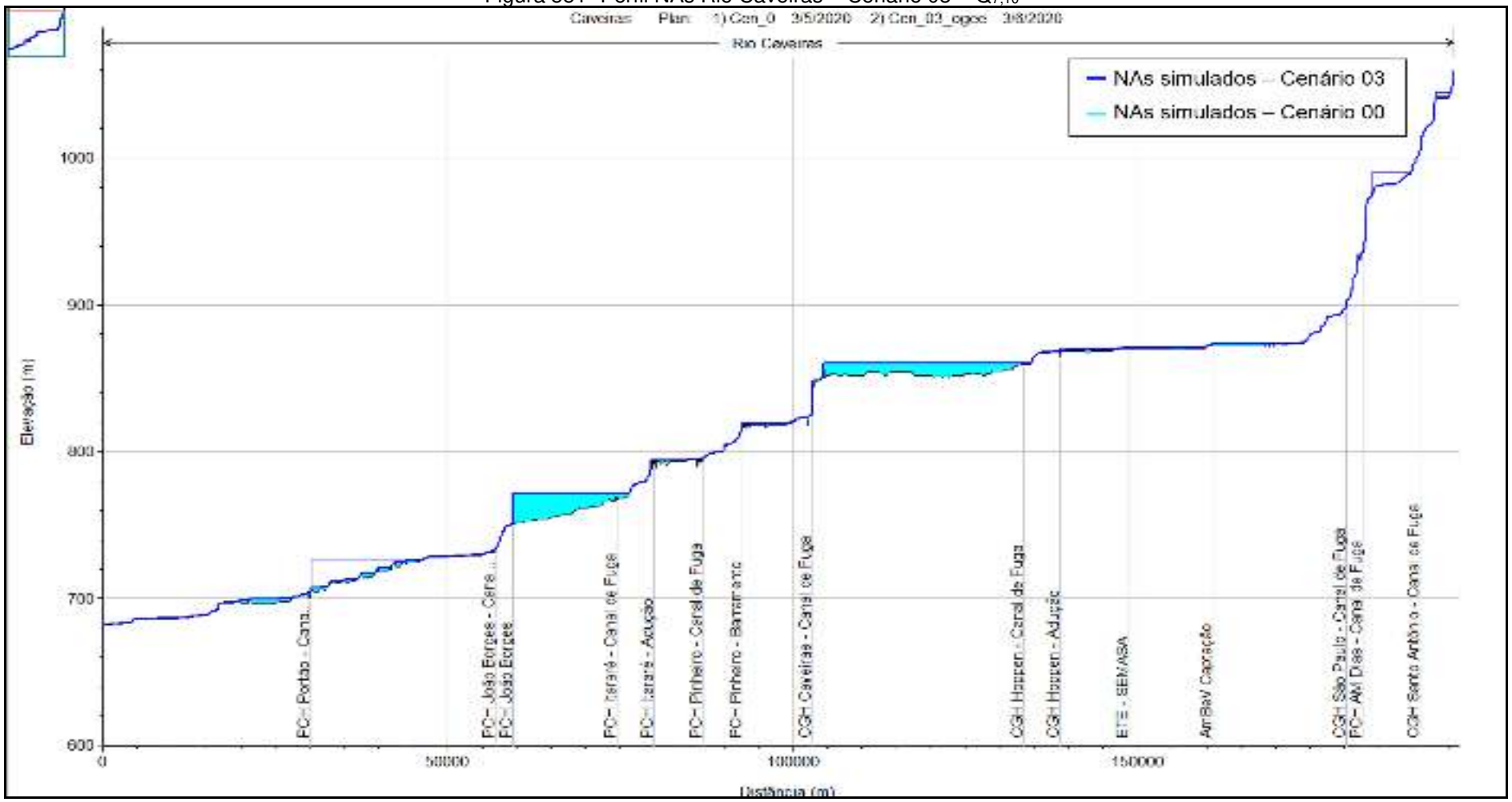
⇒ PCH Itararé;

⇒ PCH João Borges;

⇒ PCH Portão.

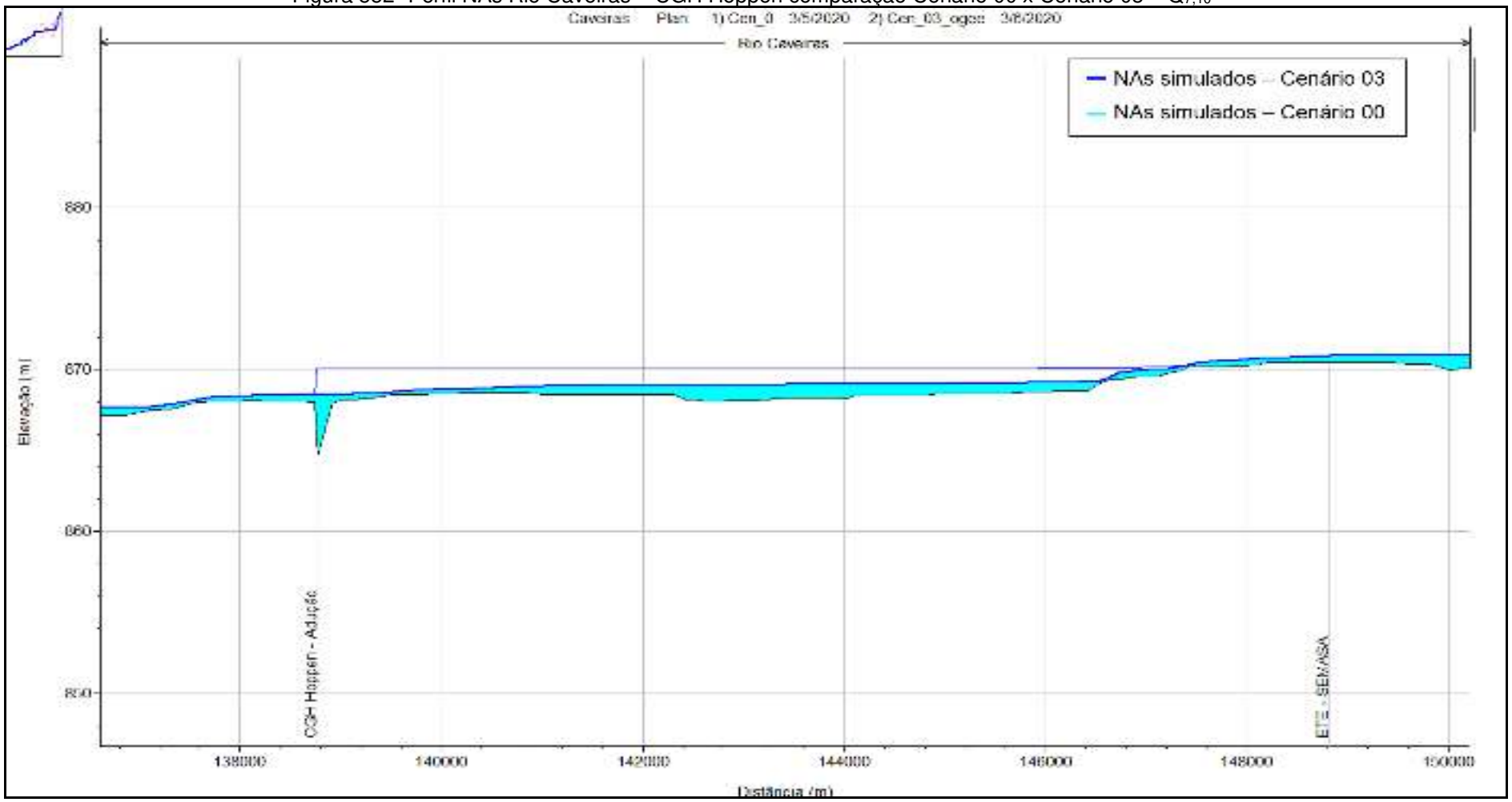
Os perfis dos NAs resultantes da simulação, apresentados nas figuras a seguir, são comparados ao cenário atual do rio Caveiras (Cenário 00). Adicionalmente, é apresentada em detalhe a influência do barramento da CGH Hoppen, sendo que o detalhamento dos demais empreendimentos foram apresentados nos cenários anteriores.

Figura 551- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 03 – $Q_{7,10}$



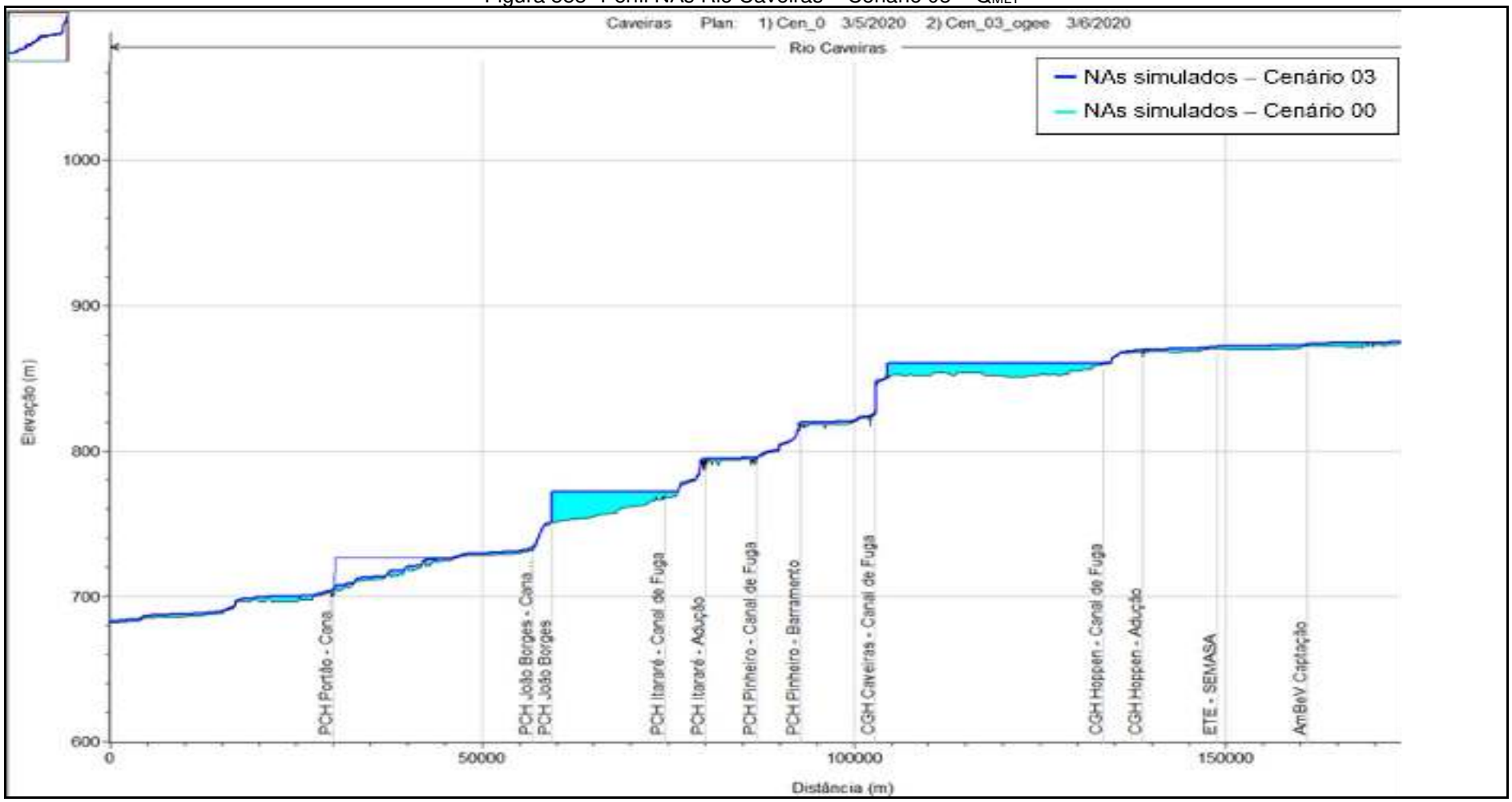
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 552- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Hoppen comparação Cenário 00 x Cenário 03 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

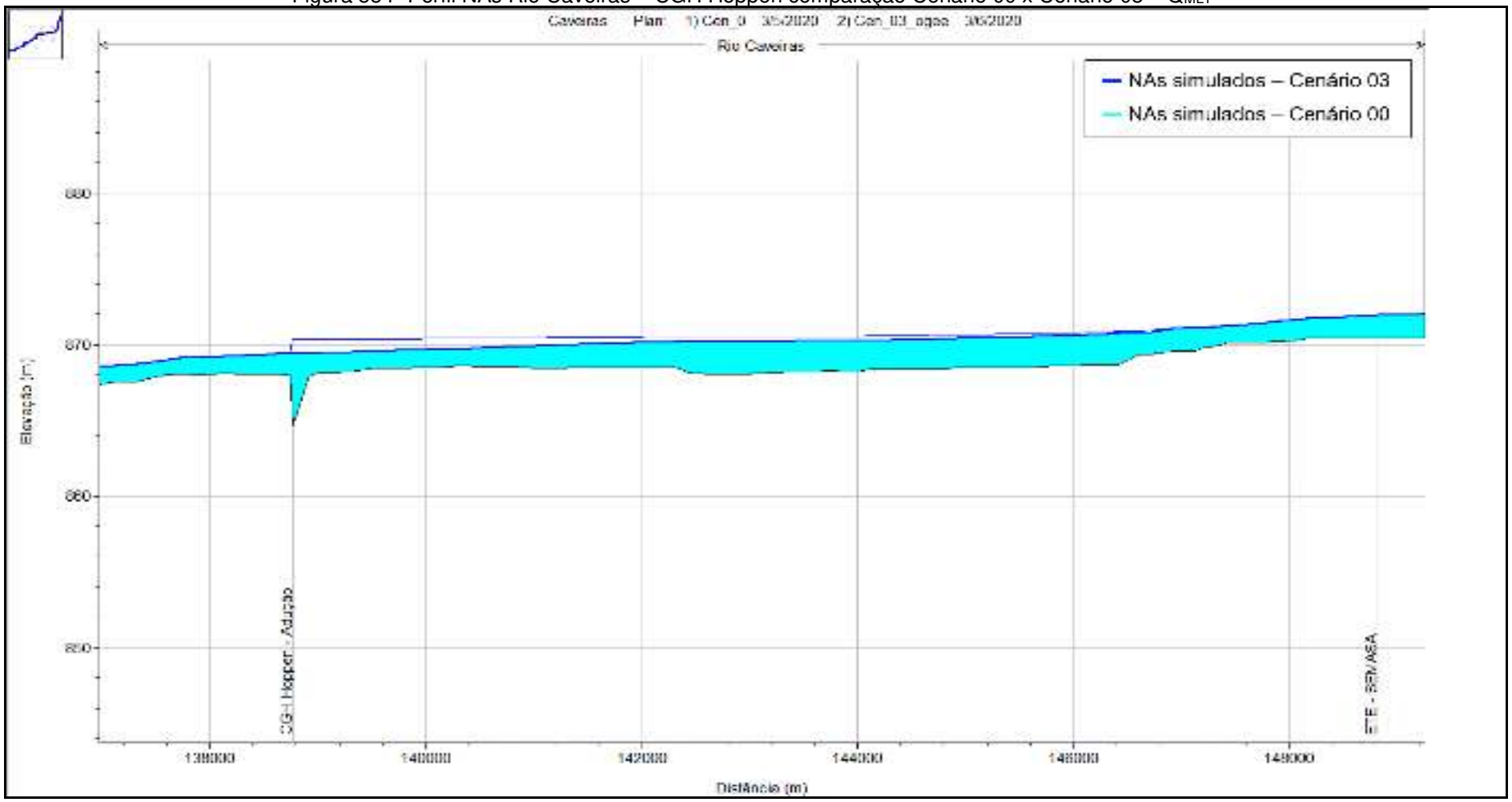
Figura 553- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 03 – Q_{MLT}



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

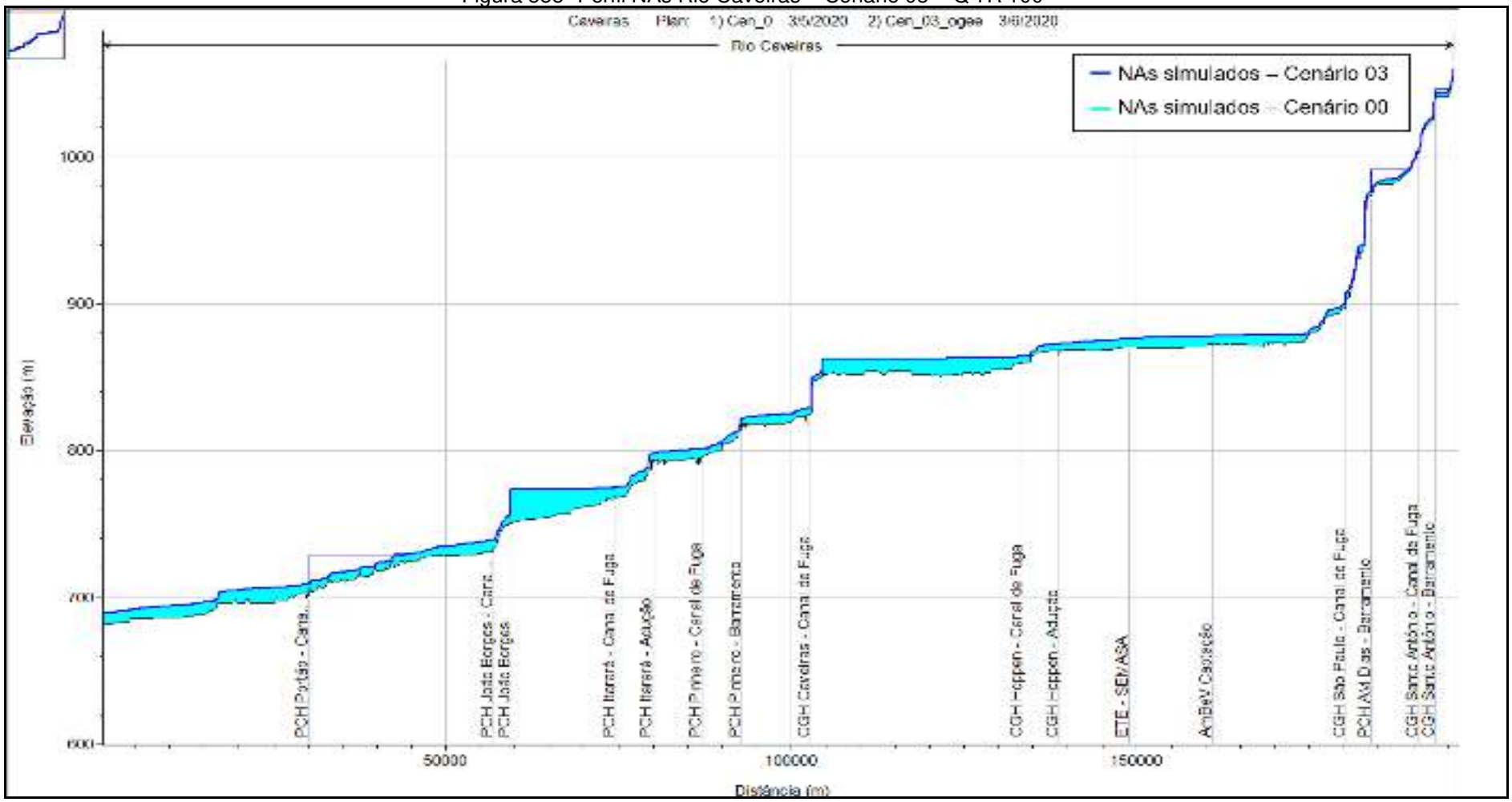
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 554- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Hoppen comparação Cenário 00 x Cenário 03 – Q_{MLT}



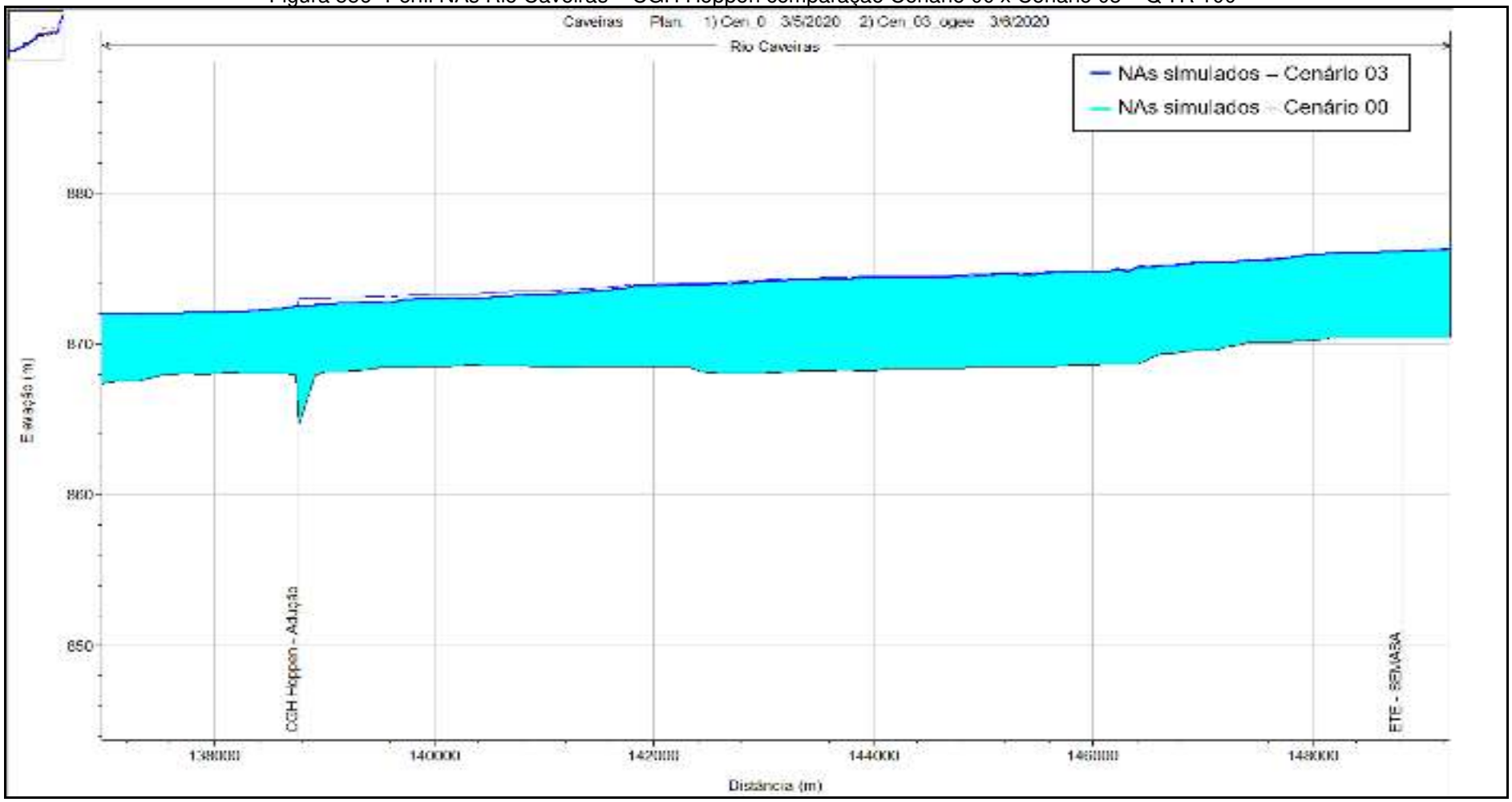
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 555- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 03 – Q TR 100



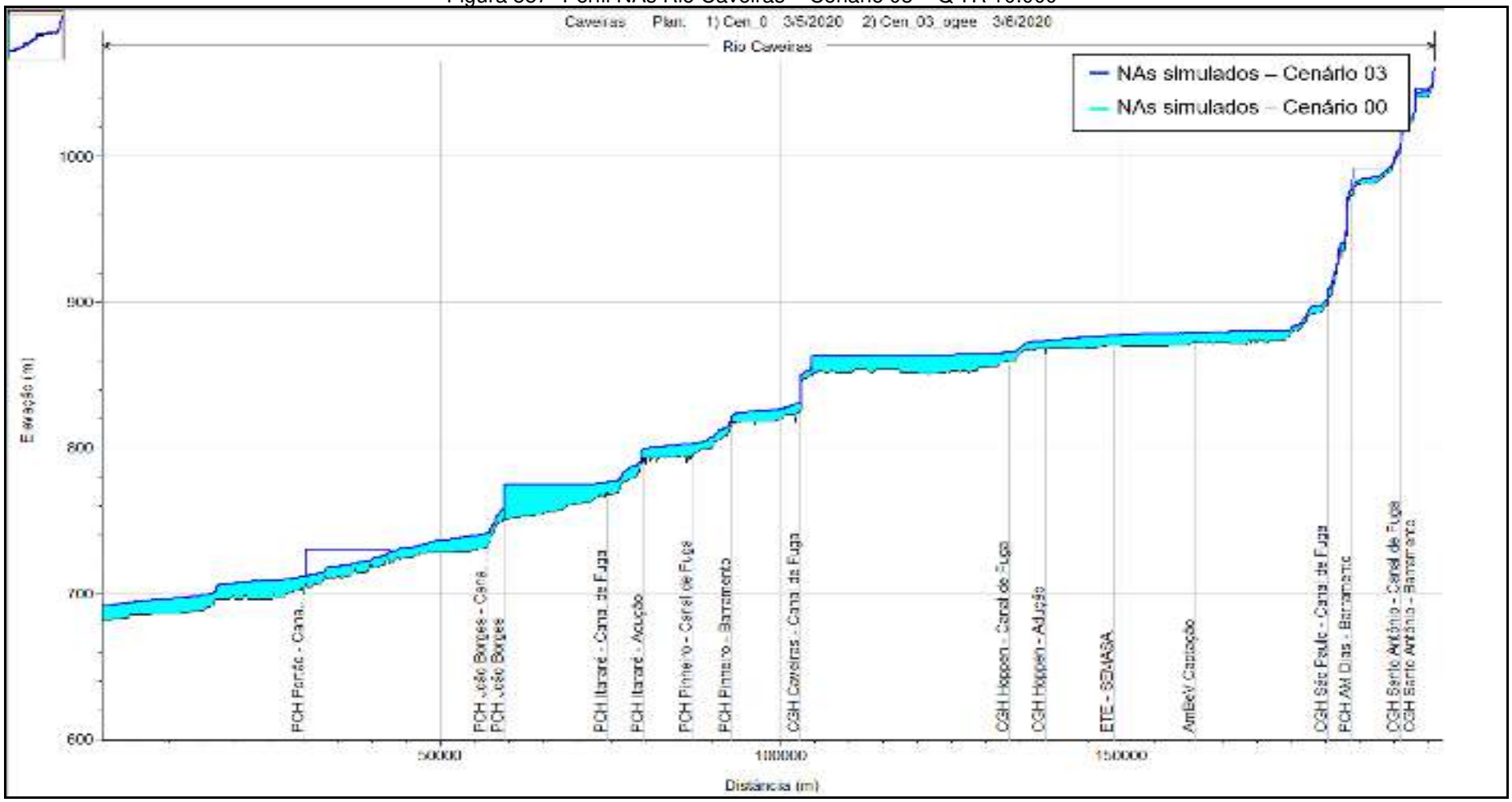
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 556- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Hoppen comparação Cenário 00 x Cenário 03 – Q TR 100



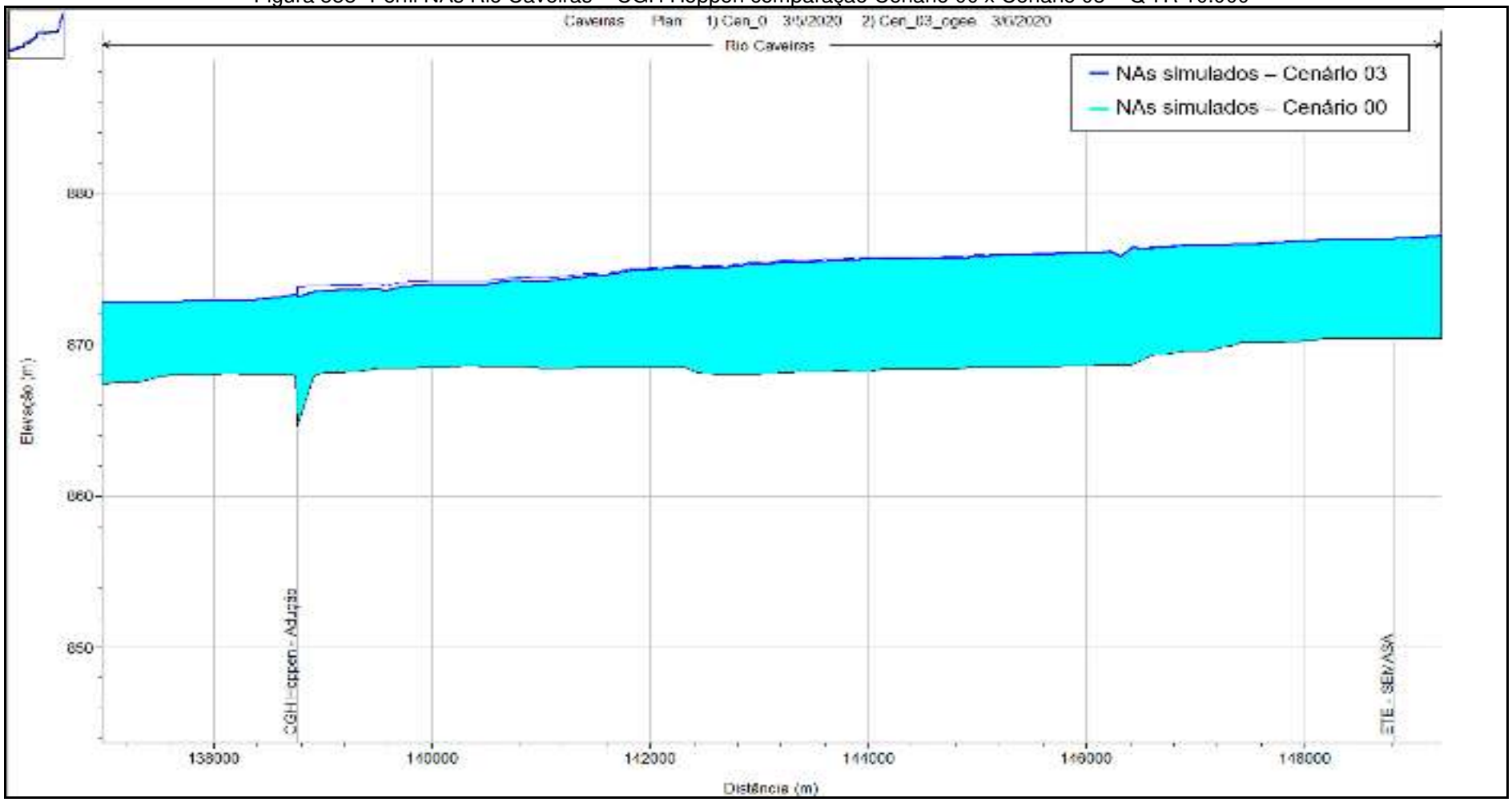
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 557- Perfil NAs Rio Caveiras – Cenário 03 – Q TR 10.000



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 558- Perfil NAs Rio Caveiras – CGH Hoppen comparação Cenário 00 x Cenário 03 – Q TR 10.000



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

10.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando-se os estudos de remanso, é possível perceber a influência da implantação dos reservatórios nos perfis de nível de água ao longo do rio Caveiras.

A extensão dos reservatórios e a alteração sobre as velocidades, que determinam as condições hidrodinâmicas do rio, dependem diretamente da altura do barramento e do relevo da região onde o empreendimento será implantado. Na

Tabela 181 abaixo são descritas as distâncias de influência dos barramentos nos NAs naturais do rio Caveiras, considerando a vazão média de longo termo (Q_{MLT}) e para uma cheia provável de TR 100 anos.

Verifica-se que o aproveitamento previsto que apresenta a maior influência da implantação dos reservatórios é a PCH Portão. Sequencialmente, a CGH Hoppen apresenta a segunda maior extensão de influência do reservatório. Entretanto, cabe observar que o arranjo da CGH Hoppen está proposto em uma região predominantemente plana, em que os últimos 2.000 metros de extensão do remanso do reservatório, considerando a vazão Q_{MLT}, apresentaram um incremento médio de apenas 0,06 metros em relação ao NA natural no rio Caveiras.

Os empreendimentos PCH A.M. Dias e CGH Santo Antônio apresentam influência intermediária nos níveis de água naturais do rio Caveiras, não sendo verificado incremento significativo incremento na extensão de influência do reservatório para a vazão de cheia considerada (TR 100).

Quando avaliados os aproveitamentos PCH Itararé e PCH Pinheiro, observa-se uma influência intermediária quando considerada a vazão de referência Q_{MLT}, por estarem inseridos em uma região plana à montante do barramento. Entretanto, deve-se considerar que ambas alturas dos barramentos são pequenas e não representam significativa influência quando consideradas as vazões de cheia, em que os níveis de água ao longo do trecho se igualam aos níveis obtidos em condições naturais, reduzindo assim extensão do trecho de influência do barramento. Analisando-se os estudos de remanso, foi aferido que a partir de

vazões de cheia da magnitude TR 2, os reservatórios apresentaram variação muito pequena nos níveis de água quando comparados ao perfil natural do rio Caveiras, podendo ser enquadrados como reservatórios de pequeno porte.

A CGH São Paulo, quando comparada aos demais aproveitamentos, é enquadrada como reservatório de pequeno porte, apresentando a menor extensão de influência dos barramentos ao longo do rio Caveiras.

Tabela 181- Extensão de Influência dos Barramentos ao longo do Rio Caveiras

Aproveitamentos Hidrelétricos - AHEs	Extensão de Influência do Barramento (m) - QMLT	Extensão de Influência do Barramento (m) - TR 100
PCH Portão	16.700,38	18.300,37
PCH João Borges	Em operação	
PCH Itararé	7.785,69	460,33
PCH Pinheiro	7.464,82	1.963,94
CGH Caveiras	Em operação	
CGH Hoppen	9.451,60	9.651,60
CGH São Paulo	637,70	253,30
PCH A.M. Dias	5.697,50	5.856,20
PCH Santo Antônio	2.549,70	2.549,70

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Adicionalmente, foram avaliados os trechos livres entre os AHEs, os quais consistem nos trechos entre as casas de força e a seção mais a montante do reservatório do empreendimento de jusante. Os trechos livres ao longo do rio Caveiras, considerando a implantação de todos os empreendimentos previstos (Cenário 03), são apresentados na tabela abaixo.

Observa-se que se implantados todos os empreendimentos previstos, a extensão em trecho livre estimado no rio Caveiras totaliza 48,36 km. O maior trecho livre se dá entre os aproveitamentos CGH Hoppen e CGH São Paulo, apresentando cerca de 32,03 km de extensão. Este trecho corresponde a extensão do rio Caveiras que está adjacente ao centro urbano de Lages.

Ressalta-se que os trechos livres considerados com valor “zero”, foram desta forma avaliados por apresentarem influência do reservatório muito próxima à seção do canal de fuga.

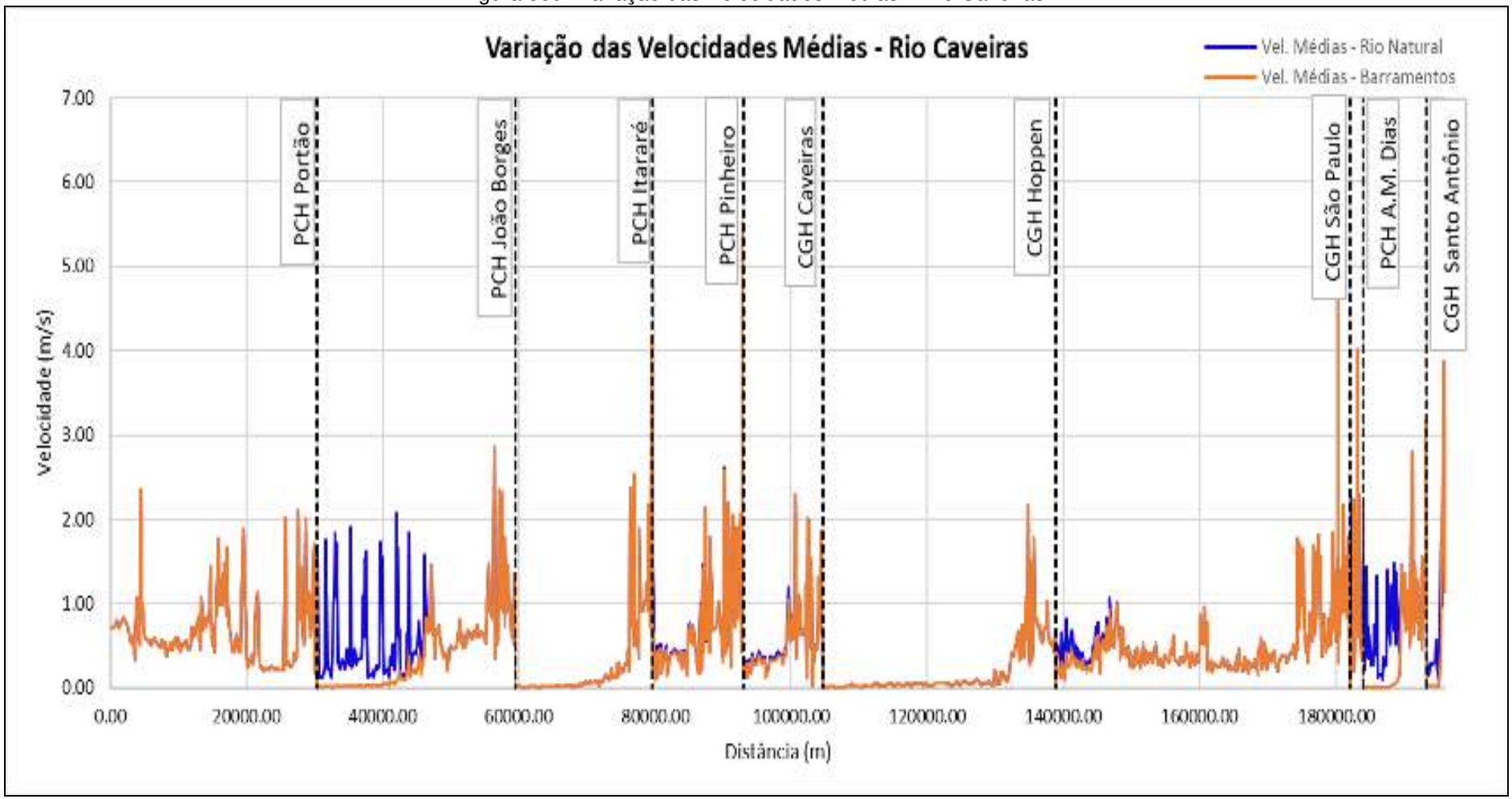
Tabela 182- Extensão de Trecho Livre ao longo do Rio Caveiras

Trecho entre os Aproveitamentos Hidrelétricos - AHEs	Extensão do Trecho Livre (m)
PCH Portão - PCH João Borges	9.899,99
PCH João Borges - PCH Itararé	1.179,27
PCH Itararé - PCH Pinheiro	0,00
PCH Pinheiro - CGH Caveiras	2.583,40
CGH Caveiras - CGH Hoppen	1.400,00
CGH Hoppen - CGH São Paulo	32.028,10
CGH São Paulo - PCH A.M. Dias	0,00
PCH A.M. Dias - PCH Santo Antônio	1.267,40
TOTAL	**48.358,16**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

O gráfico a seguir, o qual apresenta a variação das velocidades médias nas seções ao longo dos trechos de influência dos reservatórios, influência esta que reflete principalmente no impacto gerado na biota aquática. A análise do grau de impacto é semelhante aos trechos de extensão dos reservatórios. Observa-se a maior variação nas velocidades médias, nos trechos de influência do reservatório da PCH Portão e PCH A.M. Dias.

Figura 559- Variação das Velocidades Médias – Rio Caveiras



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

11 MODELAGEM AMBIENTAL DE QUALIDADE DA ÁGUA

11.1 INTRODUÇÃO

Os estudos de modelagem ambiental de qualidade da água abordam as condições e projeções de qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, identificando a influência da implantação de nove (09) aproveitamentos hidrelétricos previstos (PCHs e CGHs). O reconhecimento dos padrões hidrodinâmicos que interferem na capacidade de autodepuração dos rios é um fator necessário para o planejamento de medidas de conservação da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos.

Nesse contexto, a modelagem ambiental de qualidade da água tem como objetivo apresentar um prognóstico da concentração dos parâmetros selecionados de qualidade da água, ao longo dos trechos que sofrem influência dos empreendimentos hidrelétricos previstos, através da aplicação de um sistema de modelagem. Sendo assim, os parâmetros de qualidade da água são simulados para as condições naturais e posteriormente comparados com resultados obtidos para as condições após a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos. As simulações são realizadas considerando duas vazões de referência, uma que representa o cenário para uma condição padrão e outra que representa o cenário para uma condição de escassez.

A partir da análise da variação da qualidade da água após a implantação dos empreendimentos, são observadas e discutidas as estimativas dos impactos que ocorrem de forma cumulativa e simultânea. Adicionalmente, conforme os resultados obtidos, é realizada uma avaliação sobre as concentrações dos parâmetros, objetivando-se identificar se estes resultados interferem no uso dos recursos hídricos na bacia.

11.2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada na modelagem de qualidade da água baseia-se no princípio da conservação de massa. O modelo adotado utiliza o QUICKEST-ULTIMATE (LEONARD, 1979; LEONARD, 1991) esquema numérico explícito para solucionar a equação unidimensional de transporte por advecção e dispersão. O método QUICKEST (quadratic interpolation for convective kinematics) consiste em um procedimento de modelagem convectiva desenvolvido para situações de escoamento não permanente que envolvam forte convecção (LEONARD, 1979), combinado com o ULTIMATE, limitador de fluxo universal utilizado para a modelagem de interpolação transiente das equações de transporte advectivas (LEONARD, 1991).

O modelo computacional selecionado foi o HEC-RAS 5.0.4, sendo aplicado o seu módulo de análise de qualidade da água. O modelo permite simular os seguintes parâmetros físicos, químicos e biológicos para a caracterização da qualidade da água:

- ⇒ Temperatura;
- ⇒ Biomassa de alga;
- ⇒ Oxigênio Dissolvido (OD);
- ⇒ Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO);
- ⇒ Nitrogênio Orgânico;
- ⇒ Nitrogênio Amoniacal (NH4-N);
- ⇒ Nitrito (NO_2);
- ⇒ Nitrato (NO_3);
- ⇒ Fósforo Orgânico;
- ⇒ Ortofosfato (PO_4).

A ferramenta de análise de qualidade da água do HEC-RAS utiliza a geometria do rio provinda do modelo hidrodinâmico. Sendo assim, o modelo divide o rio em células de qualidade da água, as quais são locadas entre as seções

transversais em uma distância mínima determinada, e definirão os pontos computacionais para o processamento do cálculo.

Os dados de entrada requeridos para a aplicação do modelo são os resultados e a geometria do modelo hidrodinâmico do HEC-RAS para o escoamento não permanente; além das concentrações dos parâmetros de qualidade nos limites de contorno; as condições iniciais de qualidade da água nos locais de interesse; e os dados meteorológicos (radiação solar, temperatura do ar, pressão, velocidade do vento, nebulosidade).

11.2.1 Cenários

Os cenários de modelagem compõem uma ferramenta importante de análise do comportamento do modelo em diferentes condições. A definição destes cenários deve, portanto, embasar uma análise dos efeitos da mudança das variáveis de entrada na concentração dos parâmetros de qualidade da água.

Nesse contexto, foram determinados quatro cenários baseados na condição atual e nos horizontes de projeção futura. Os cenários foram estabelecidos conforme as seguintes premissas:

⇒ **Cenário 00 (Natural)** – é definido com as características atuais do rio Caveiras, nas quais apenas os aproveitamentos hidrelétricos PCH João Borges e CGH Caveiras encontram-se em operação.

⇒ **Cenário 01** - considera a existência dos 2 empreendimentos que já estão em operação e a implementação de 4 empreendimentos que possuem processo em andamento junto à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e junto ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA).

⇒ **Cenário 02** - considera os 2 empreendimentos que já estão em operação, além da implementação dos empreendimentos que possuem apenas processos protocolados junto a ANEEL ou apenas processo protocolado junto ao IMA, os quais apresentam alguma possibilidade de instalação, totalizando 8 empreendimentos.

⇒ **Cenário 03** - considera todos os empreendimentos propostos, com algum processo vinculado ao IMA e/ou ANEEL, bem como aqueles que estão em operação e com o eixo disponível, totalizando os 9 aproveitamentos hidrelétricos considerados neste estudo.

A variação da vazão foi definida como um fator de importante impacto na simulação do modelo, uma vez que influencia diretamente nas condições hidrodinâmicas, resultando em concentrações divergentes nos mesmos trechos de análise em função da diluição do escoamento. Sendo assim, para compor a modelagem de qualidade da água, cada cenário foi simulado para duas vazões de referência:

⇒ **Vazão Média de Longo Termo, Q_{MLT}** – representa as condições para a vazão média de longo termo, em que as concentrações dos parâmetros avaliados estão sob condições padrões de diluição e circulação dinâmica.

⇒ **Vazão de Estiagem, $Q_{7,10}$** – representa um cenário de condições críticas, em que a disponibilidade de água é baixa e, portanto, a capacidade de diluição das concentrações de poluentes é menor.

11.3 DADOS DE ENTRADA

11.3.1 Geometria

A geometria utilizada na modelagem de qualidade da água corresponde a mesma geometria apresentada no capítulo de Modelagem Hidrodinâmica - Estudos de Remanso.

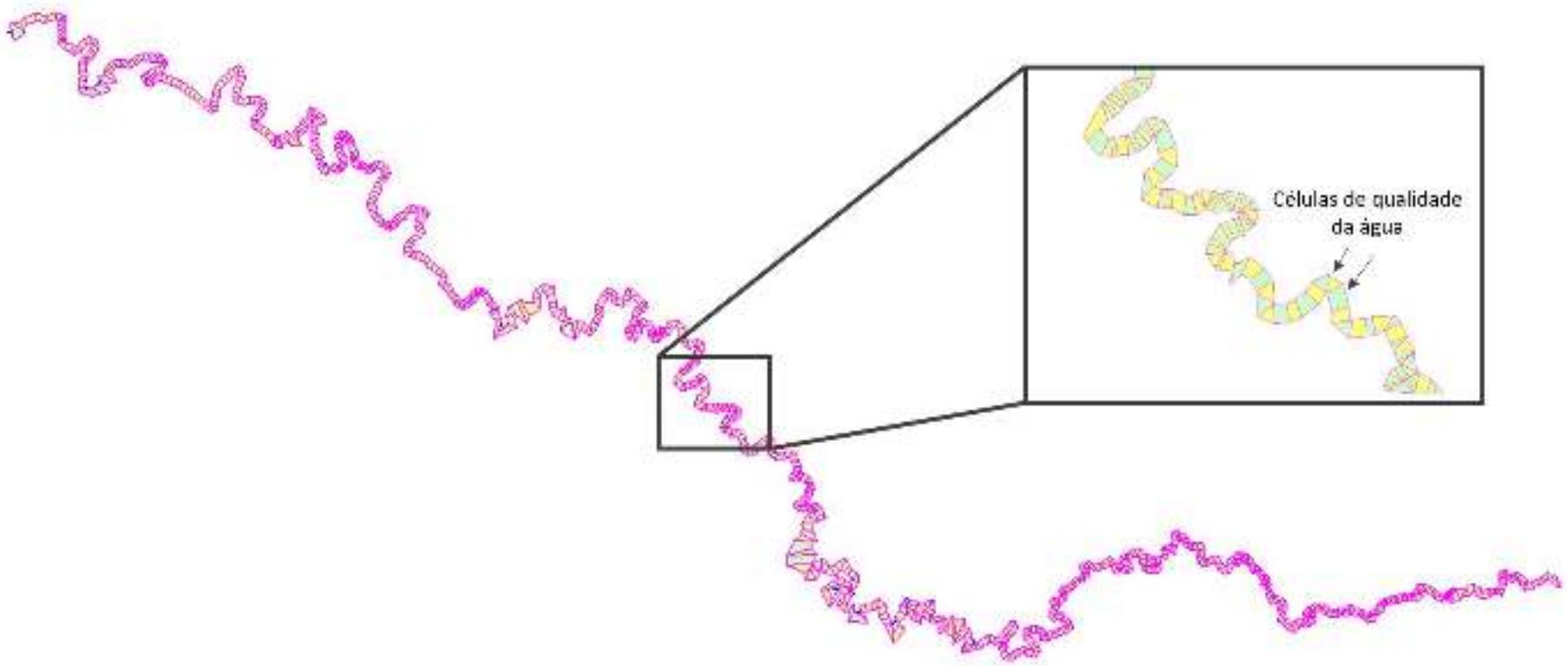
Observa-se que, assim como para os Estudos de Remanso, o domínio da modelagem abrange o trecho de 196,11 km do rio Caveiras, considerando que os efeitos sinérgicos da implantação dos empreendimentos estendem-se de forma cumulativa. Os limites de contorno compreendem desde a foz do rio Caveiras até a seção a montante do reservatório do aproveitamento previsto CGH Santo Antônio.

A partir da geometria do modelo hidrodinâmico, o modelo de qualidade da água define o local das células de qualidade da água, obedecendo uma distância

mínima arbitrada. No presente estudo, definiu-se, a nível de convergência, uma distância mínima de 90 metros entre as células de qualidade da água. O centro de cada célula define os pontos de cálculo para a modelagem.

A Figura 560 apresenta o ajuste da geometria da qualidade da água, com a divisão das células de qualidade da água para o domínio de modelagem.

Figura 560- Divisão da geometria em células de qualidade da água



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

11.3.2 Parâmetros de Qualidade da Água

Os parâmetros de qualidade da água foram definidos de acordo com as variáveis de entrada do modelo. Para a inserção dos valores de concentração nos dados de entrada foram utilizados como base os valores provenientes das coletas em campo, apresentados no diagnóstico de qualidade da água na bacia.

Nas seções extremas de montante e de jusante, as quais representam os limites de contorno, foram inseridas as concentrações dos pontos de medição de qualidade da água mais próximos. Nas seções localizadas à montante do final dos reservatórios dos aproveitamentos hidrelétricos previstos, foram inseridas as concentrações correspondentes aos resultados obtidos para os pontos de qualidade da água situados nestas seções.

Para a determinação das concentrações de entrada, foram definidas as seguintes premissas:

- ⇒ **Biomassa de Alga (mg/L):** as concentrações de biomassa de alga foram calculadas a partir dos valores obtidos para clorofila-a, sendo aplicado o inverso do coeficiente de conversão (α0) igual a 10, que corresponde ao coeficiente de conversão de biomassa de alga para clorofila-a (BROWN; BARNWELL, 1987), conforme sugerido no Manual de Usuários do HEC-RAS 5.0;
- ⇒ Para os demais parâmetros, as concentrações iniciais foram obtidas diretamente do levantamento de campo: **Oxigênio Dissolvido (mg/L), Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L), Nitrogênio Orgânico (mg/L), Nitrogênio Amoniacal (mg/L), Nitrito (mg/L), Nitrato (mg/L), Fósforo Orgânico (mg/L) e Ortofosfato (mg/L).**

11.3.3 Condições de Contorno

As condições de contorno são necessárias para a definição do nível de água inicial e das concentrações dos parâmetros de qualidade da água para a

execução da modelagem. Sendo assim, além das seções extremas de jusante e de montante dos rios, foram definidas condições de contorno para as seções localizadas a montante dos reservatórios, com o objetivo de estabelecer as condições hidrodinâmicas e de qualidade da água nestes locais de interesse.

As concentrações dos parâmetros selecionados de qualidade da água para as condições de contorno foram inseridas no formato de valores constantes para todo o período de modelagem.

A Tabela 183 apresenta as características de qualidade da água inseridas nas seções de condição de contorno. As seções descritas com o nome dos aproveitamentos correspondem às seções localizadas logo à montante do final dos reservatórios.

Tabela 183- Características de Qualidade da Água nas Condições de Contorno

Seção	Descrição	Parâmetros									
		Temperatura (°C)	Biomassa de Alga (mg/L)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Nitrogênio Orgânico - N (mg/L)	Nitrogênio Amoniacal Total (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fósforo Orgânico (mg/L)	Ortofosfato (mg/L)
196037,2	Montante do Rio Caveiras	18,4	0,270	9,400	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,550	0,180
195913,3	CGH Santo Antônio	18,4	0,270	9,400	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,550	0,180
191111,7	PCH A.M. Dias	18,4	0,270	9,400	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,550	0,180
182646,1	CGH São Paulo	18,4	0,270	7,900	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,030	0,010
161100	Montante Captação - SEMASA	18,9	0,270	9,300	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,010	0,010
148500	CGH Hoppen	19,2	0,270	0,100	9,860	1,000	1,000	0,174	0,620	0,600	0,170
131700	CGH Caveiras	19,5	0,270	2,800	1,000	1,000	1,000	0,279	2,290	1,230	0,400
93559,35	PCH Pinheiro	20,1	0,270	7,200	5,380	1,000	1,000	0,025	0,430	0,090	0,030
73316.55	PCH João Borges	22,3	0,270	8,300	1,000	1,000	1,000	0,010	0,100	0,150	0,050
47200	PCH Portão	20,6	0,270	11,800	9,540	1,000	1,000	0,008	0,100	0,150	0,050
3600	Ponto próximo a foz do rio Caveiras	20,3	0,270	8,300	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,090	0,030
273,1227	Jusante Rio Caveiras	20,3	0,270	8,300	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,090	0,030

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

11.3.4 Condições Iniciais

As condições iniciais de qualidade da água foram inseridas nas seções onde estão localizados os pontos de coleta das amostras de qualidade da água e nas seções situadas ao final dos reservatórios dos aproveitamentos.

A Tabela 184 apresenta as características de qualidade da água inseridas como condições iniciais.

Tabela 184- Características de Qualidade da Água nas Condições Iniciais

Seção	Descrição	Parâmetros									
		Temperatura (°C)	Biomassa de Alga (mg/L)	OD (mg/L)	DBO (mg/L)	Nitrogênio Orgânico (mg/L)	Nitrogênio Amoniacal Total (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fósforo Orgânico (mg/L)	Ortofosfato (mg/L)
196037,2	Montante do Rio Caveiras	18,4	0,270	9,400	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,550	0,180
193411,7	P01	18,4	0,270	9,400	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,550	0,180
184598,1	P02	18,4	0,270	7,900	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,030	0,010
171900	P03	18,9	0,270	9,300	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,010	0,010
161044,3	P04	19,3	0,270	6,700	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,010	0,010
148700	P05	19,2	0,270	0,100	9,860	1,000	1,000	0,174	0,620	0,600	0,170
146300	P06	18,7	0,270	0,000	14,260	1,700	4,700	0,023	0,270	1,770	0,530
131570,7	P07	19,5	0,270	2,800	1,000	1,000	1,000	0,279	2,290	1,230	0,400
120200,1	P08	21,6	0,270	11,600	9,420	1,000	1,000	0,114	1,740	0,490	0,160
104898,7	P09	20,3	0,270	11,800	1,000	1,000	1,000	0,023	0,220	0,010	0,010
103250	P10	21,7	0,270	9,600	1,000	1,000	1,000	0,014	0,100	0,310	0,100
99900	P11	20,1	0,270	7,200	5,380	1,000	1,000	0,025	0,430	0,090	0,030
93058,05	P12	20,7	0,270	8,100	6,440	1,000	1,000	0,029	0,640	0,270	0,090
80055,27	P13	21,3	0,270	13,600	11,640	1,000	1,000	0,018	0,100	0,010	0,010
73900	P14	22,3	0,270	8,300	1,000	1,000	1,000	0,010	0,100	0,150	0,050
59798,45	P15	22,3	0,270	14,000	1,000	1,000	1,000	0,011	0,100	0,010	0,010
57600	P16	17,2	0,270	9,300	1,000	1,000	1,000	0,011	0,100	0,240	0,080
56800	P17	20,6	0,270	11,800	9,540	1,000	1,000	0,008	0,100	0,150	0,050
30463,93	P18	22,1	0,270	8,600	1,000	1,000	1,000	0,009	0,100	0,090	0,030
693,736	P19	20,3	0,270	8,300	1,000	1,000	1,000	0,001	0,100	0,090	0,030

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

11.3.5 Dados Meteorológicos

Os dados meteorológicos devem ser inseridos para a modelagem da temperatura da água, bem como os parâmetros de decaimento dos constituintes que são variáveis em função da temperatura. Assim, para o presente modelo, foram utilizados os dados disponíveis da Estação Meteorológica de Lages obtidos da EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.

Os valores inseridos para compor a base de dados meteorológicos do modelo são apresentados na Tabela 9.8.1. Observa-se que os dados meteorológicos foram inseridos no formato de valor constante para todo o período de simulação para todos os parâmetros com exceção da radiação de onda curta.

Para os parâmetros de pressão atmosférica e umidade foram adotados os valores médios da série histórica. Para compor o dado de temperatura do ar, foi utilizado o valor médio da temperatura no mês de janeiro, considerando que em altas temperaturas ocorre, geralmente, maior proliferação de microrganismos e maior velocidade de desoxigenação e degradação da matéria orgânica, e consequentemente menor oxigênio dissolvido nos corpos hídricos.

Para a fração de nebulosidade foi considerada a proporção média de dias sem sol sobre o número de dias total da série histórica. O valor de radiação de onda curta foi computado pelo modelo com base na localização da estação meteorológica (dados de latitude e longitude). Por fim, o dado de velocidade do vento foi adotado como um valor constante igual a 1 m/s.

Tabela 185 – Condições Meteorológicas de Entrada

Parâmetro	Valor Constante
Pressão Atmosférica (mb)	910,68
Temperatura do Ar (°C)	20,40
Umidade Relativa (%)	80,36
Radiação de Onda Curta (W/m²)	Variável no tempo
Nebulosidade (fração)	0,61
Velocidade do Vento (m/s)	1,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

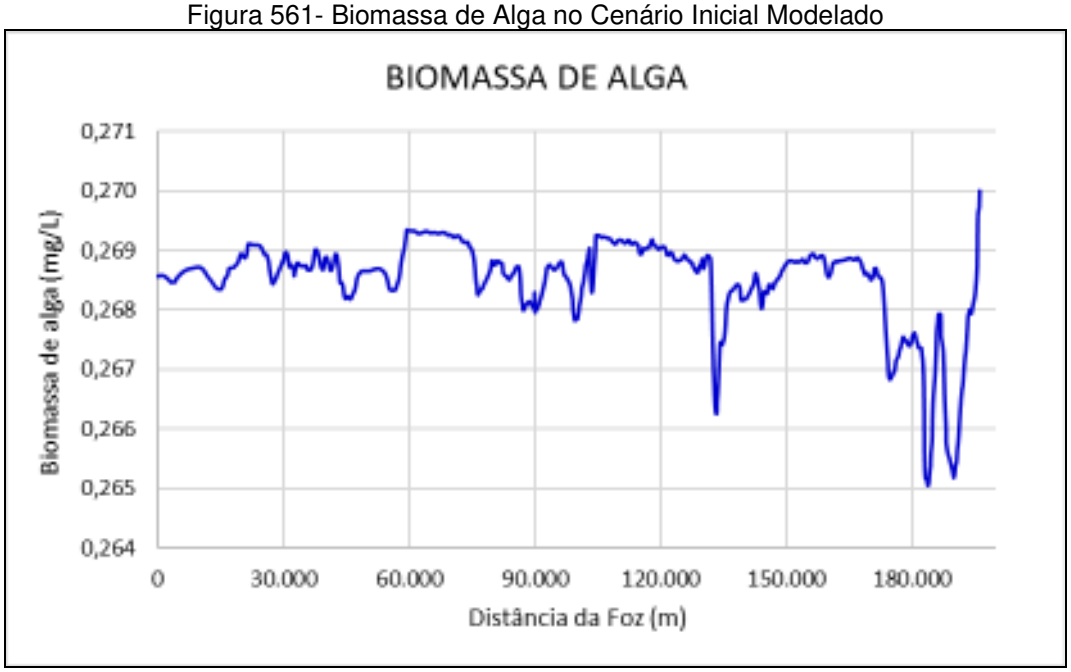
11.3.6 Cenário Inicial Modelado

A partir das condições iniciais de qualidade da água inseridas, os valores de cada parâmetro foram interpolados pelo modelo para compor as concentrações iniciais em todas as células de qualidade da água. Dessa forma, a distância mínima entre as células determina a quantidade de pontos de cálculo que irão ser interpolados para compor o perfil inicial de qualidade da água.

Observa-se que nos dois cenários simulados e para as duas vazões de referência Q_{MLT} e $Q_{7,10}$, foram inseridas as mesmas concentrações iniciais de qualidade da água.

As figuras a seguir apresentam o resultado da interpolação das condições iniciais na modelagem de qualidade da água.

Figura 561- Biomassa de Alga no Cenário Inicial Modelado



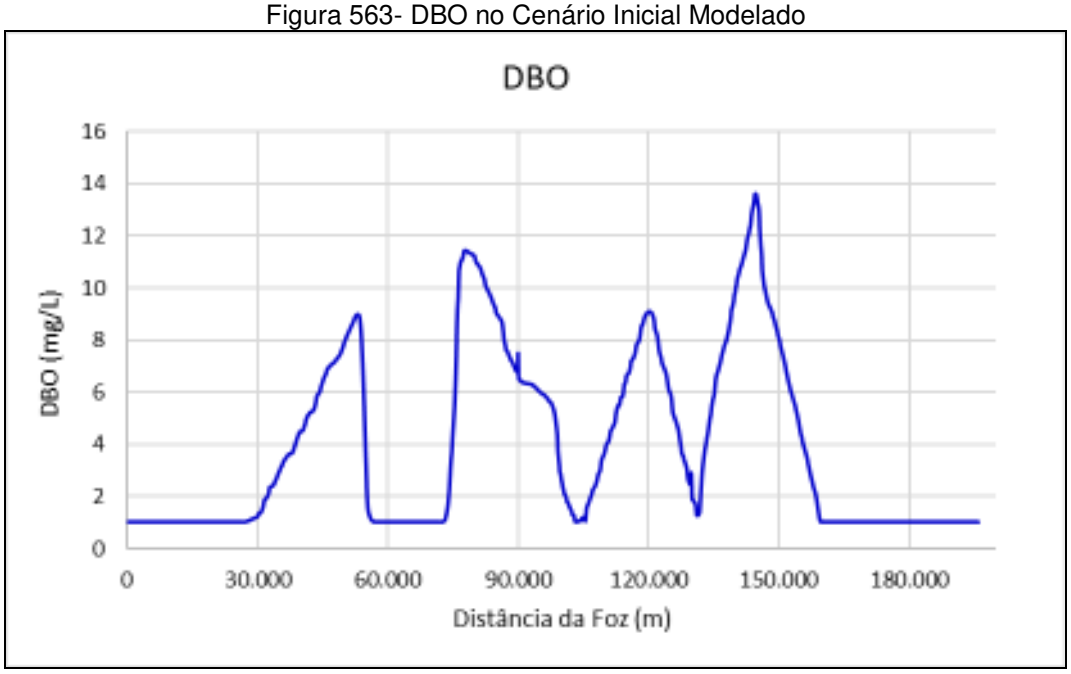
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 562- Oxigênio Dissolvido no Cenário Inicial Modelado



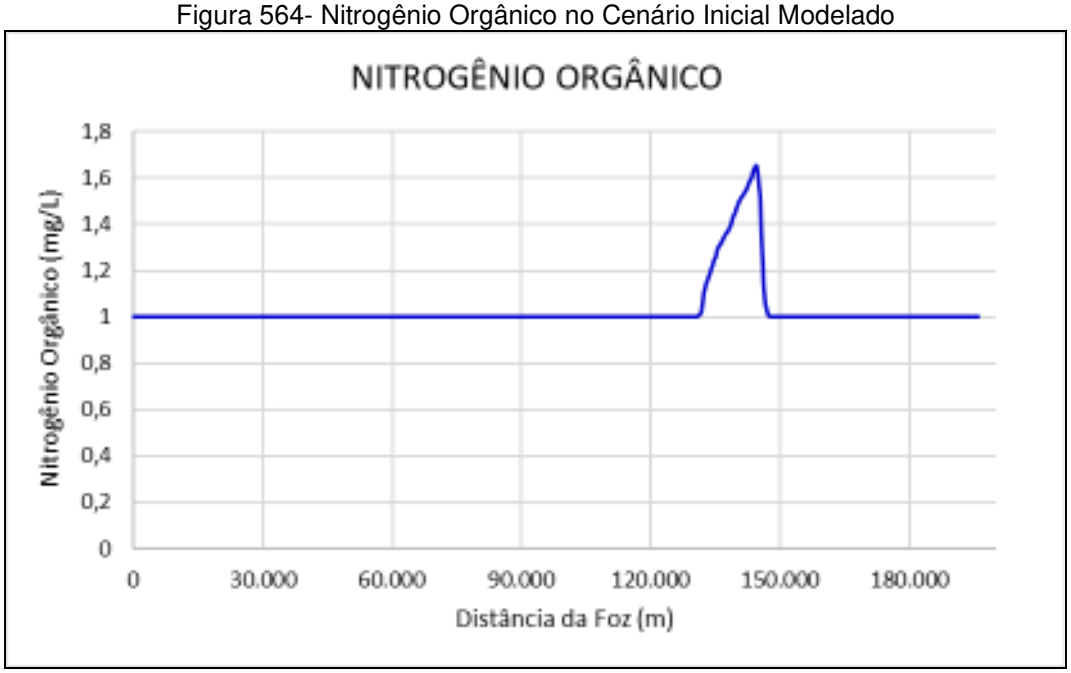
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 563- DBO no Cenário Inicial Modelado



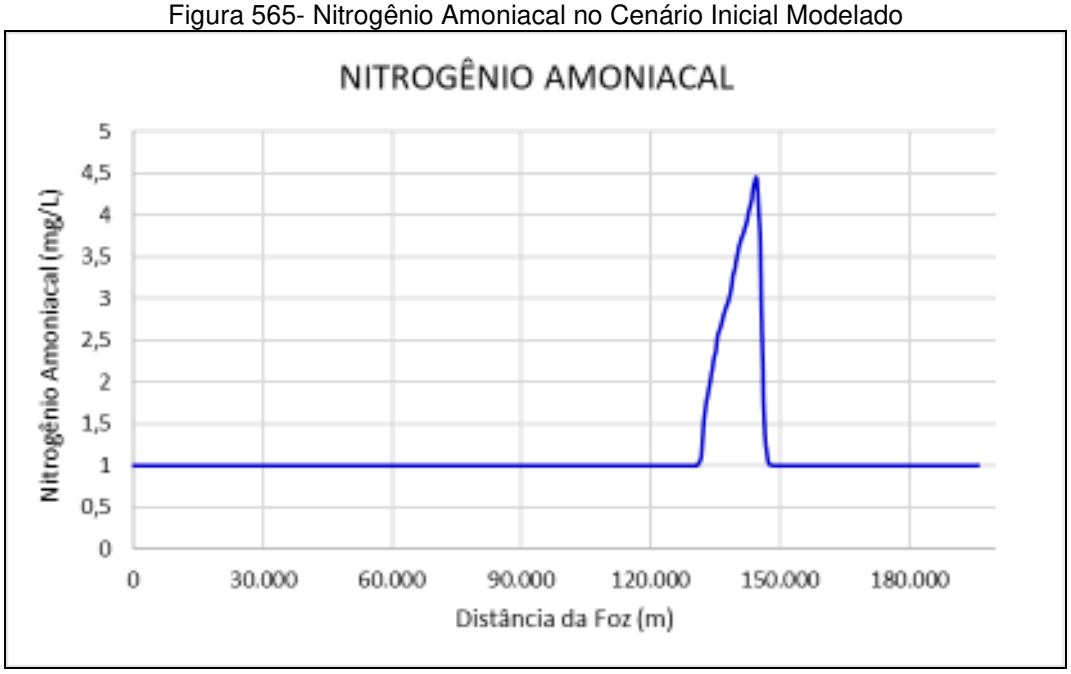
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 564- Nitrogênio Orgânico no Cenário Inicial Modelado



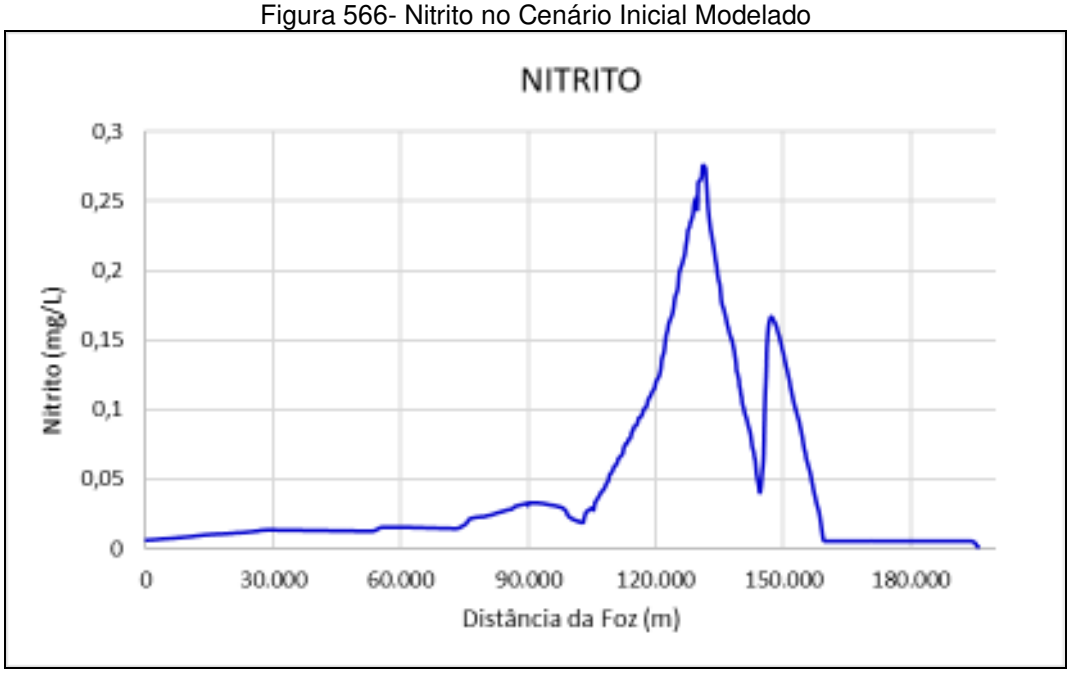
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 565- Nitrogênio Amoniacal no Cenário Inicial Modelado



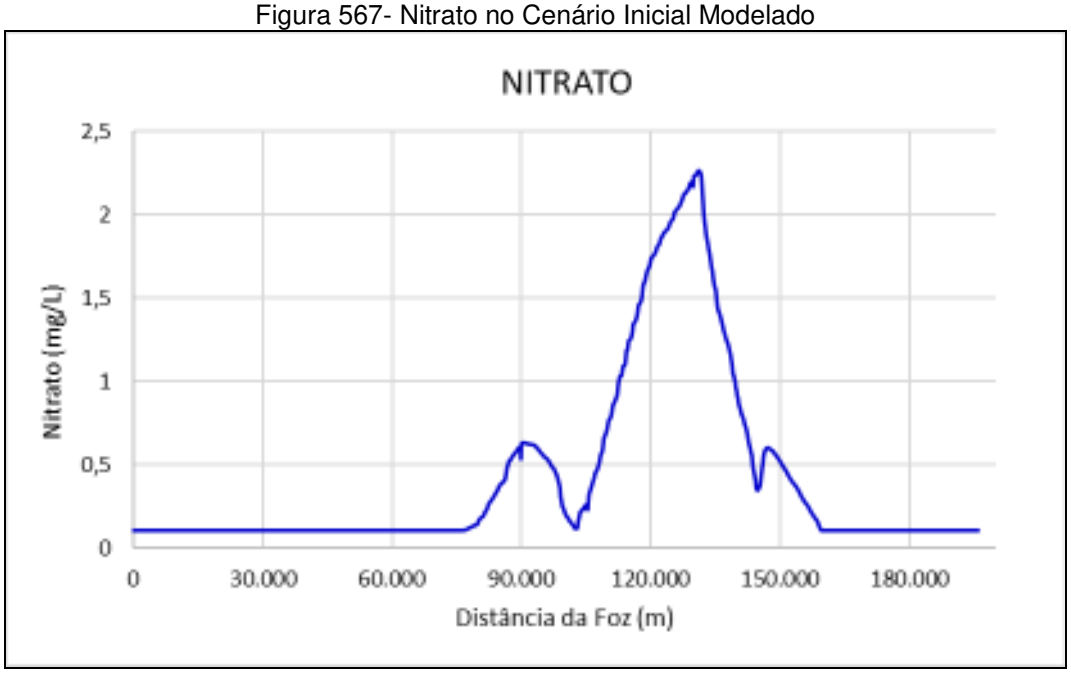
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 566- Nitrito no Cenário Inicial Modelado



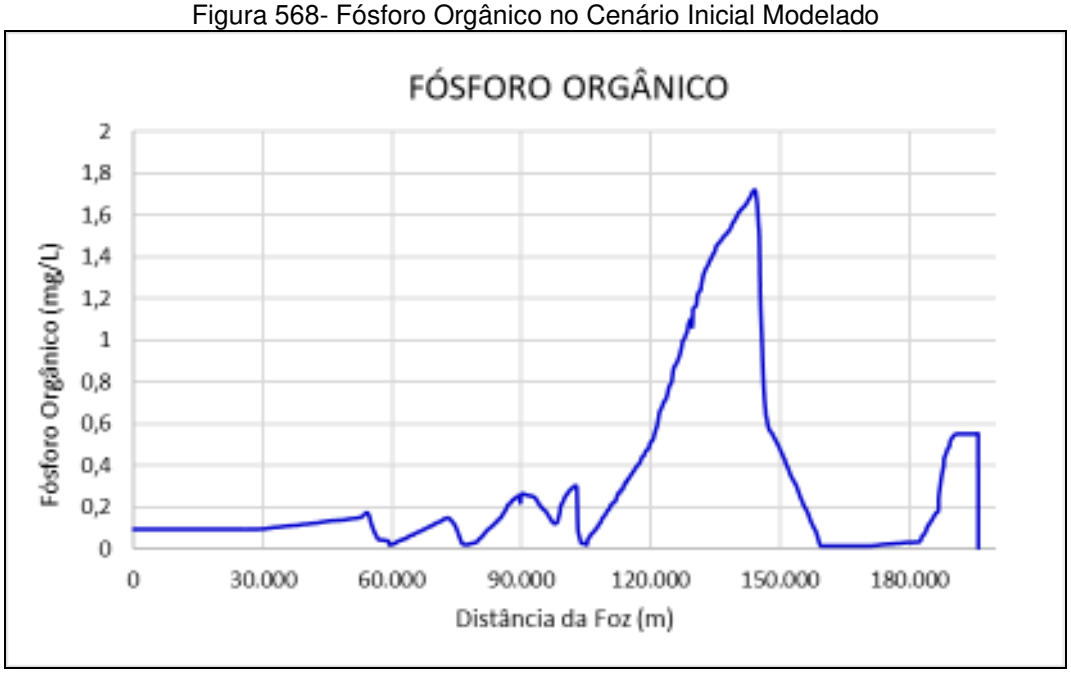
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 567- Nitrato no Cenário Inicial Modelado



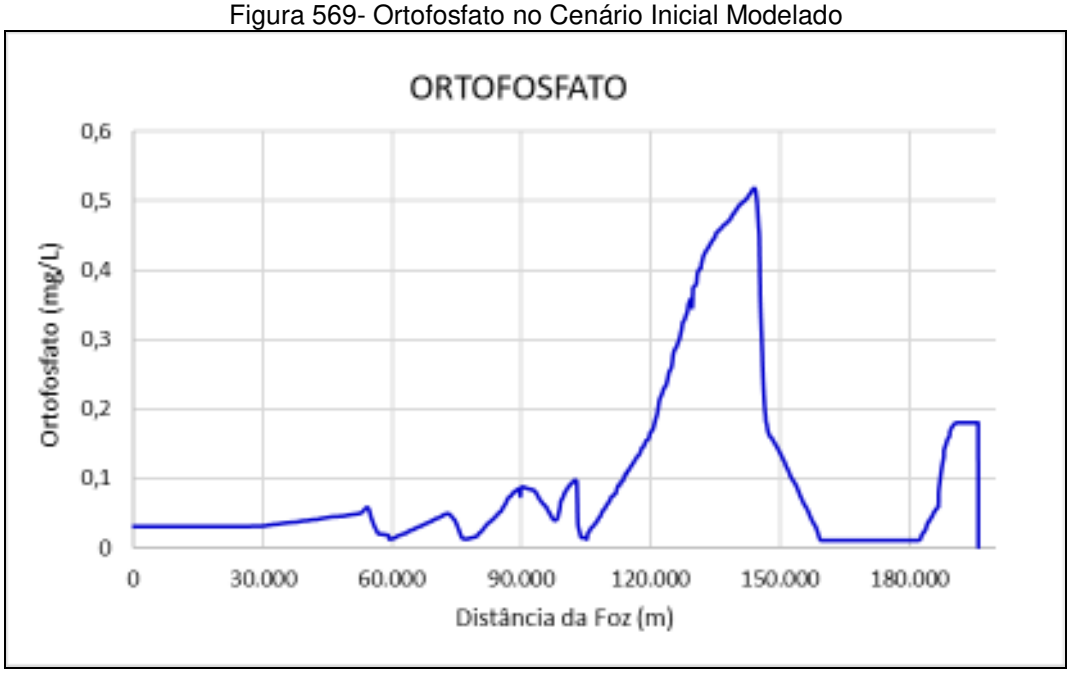
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 568- Fósforo Orgânico no Cenário Inicial Modelado



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 569- Ortofosfato no Cenário Inicial Modelado



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

As figuras apresentadas relatam que no rio Caveiras há grande variação nos parâmetros Oxigênio Dissolvido e DBO ao longo do rio. Quando avaliados os demais parâmetros, observa-se que não há grandes variações com o incremento na distância, com exceção do pico de concentração notado entre a extensão de 145 km

a 130 km da foz do rio. Neste trecho, observam-se picos de concentração de todos os parâmetros e um valor mínimo para a concentração de Oxigênio Dissolvido. O trecho que apresentou as concentrações máximas abrange a seção a jusante da área urbana de Lages e dos dois cursos d'água canalizados que passam pelo centro do município até a seção de montante do reservatório da CGH Caveiras. O que possibilita o entendimento que as emissões de efluentes provenientes do município de Lages impactam no trecho logo a jusante, caracterizado por ser um trecho predominantemente plano, o que também reflete nas baixas concentrações de oxigênio dissolvido.

11.4 RESULTADOS

Os resultados da modelagem de qualidade da água obtidos para a bacia do rio Caveiras possibilitam uma análise integrada da qualidade da água a partir da implantação dos 9 empreendimentos hidrelétricos propostos. Observa-se que os resultados são influenciados pela geometria obtida do modelo hidrodinâmico apresentado nos Estudos de Remanso e pela espacialização e quantidade de pontos de amostragem de qualidade da água coletados em campo.

O período de simulação foi estabelecido conforme a duração da estabilização do modelo e de acordo com a taxa de renovação das águas. Sendo assim, considerando a estabilização do modelo para todos os parâmetros, o período de simulação foi definido como 45 dias para os dois cenários simulados.

Os resultados são apresentados separadamente para os 4 cenários e separados também de acordo com a vazão simulada. Inicialmente é apresentado um comparativo entre os resultados da implantação dos empreendimentos para cada cenário e da condição natural. Na sequência, são apresentados os resultados por aproveitamento e por parâmetros estudado.

11.4.1 Cenário 00 - Natural

11.4.1.1 Vazão Média de Longo Termo - Q_{MLT}

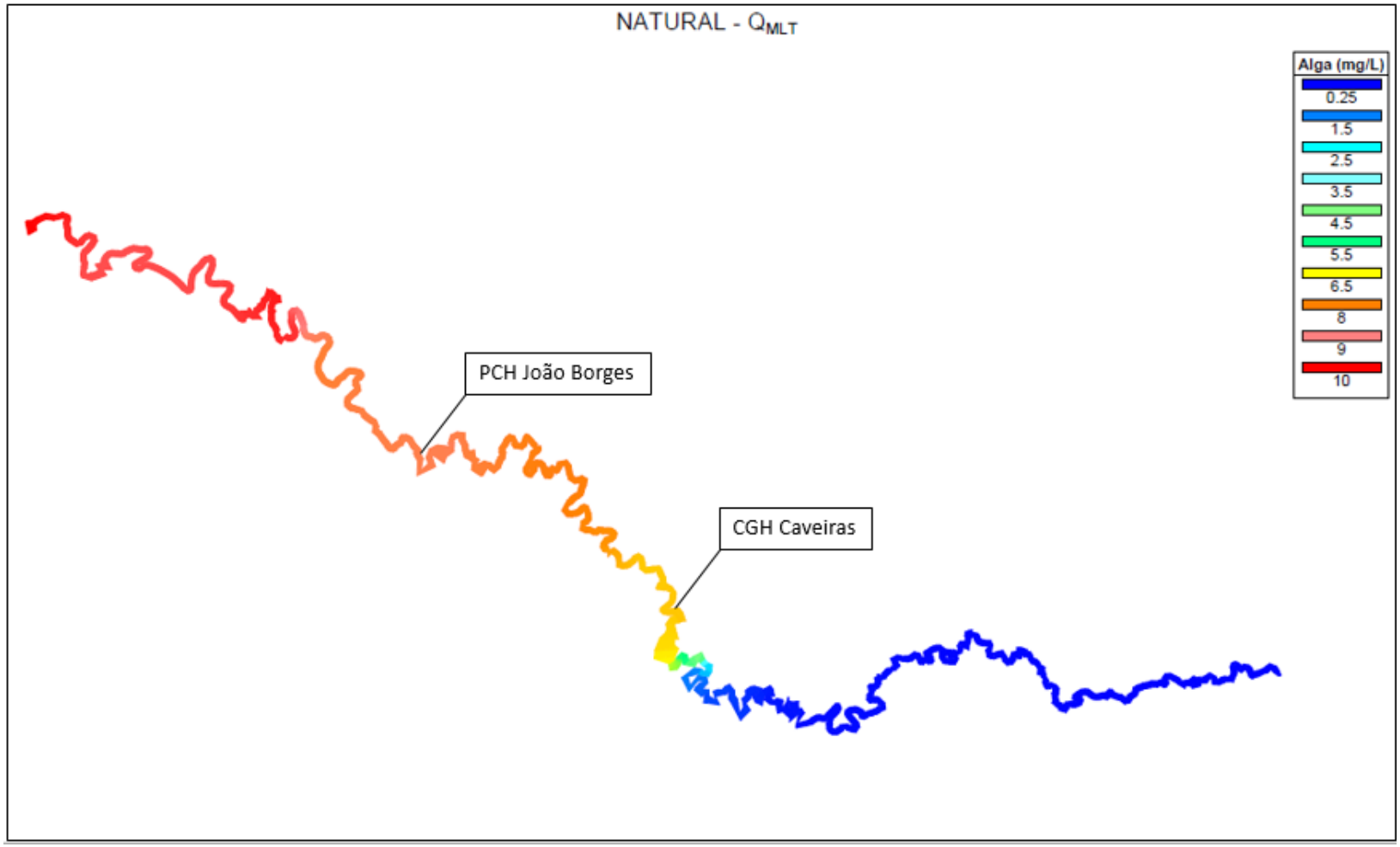
Os resultados da modelagem de qualidade da água para o Cenário 00, considerando a vazão de referência Q_{MLT}, são apresentados nas figuras a seguir.

Conforme os resultados obtidos na modelagem, observa-se que após 45 dias os resultados das concentrações variam significativamente ao longo do rio, o que representa uma taxa de renovação das águas, em que houve um decaimento das concentrações. Considerando a vazão média, a influência do reservatório da CGH Caveiras é percebido principalmente para os parâmetros que compõem a série nitrogenada, destacando-se as concentrações de nitrato e nitrito, em que há um aumento gradativo das concentrações da seção extrema do reservatório até o barramento.

Ao verificar a distribuição espacial da concentração de biomassa de alga, observa-se também que há um aumento gradativo que ocorre no reservatório da CGH Caveiras, em direção ao barramento.

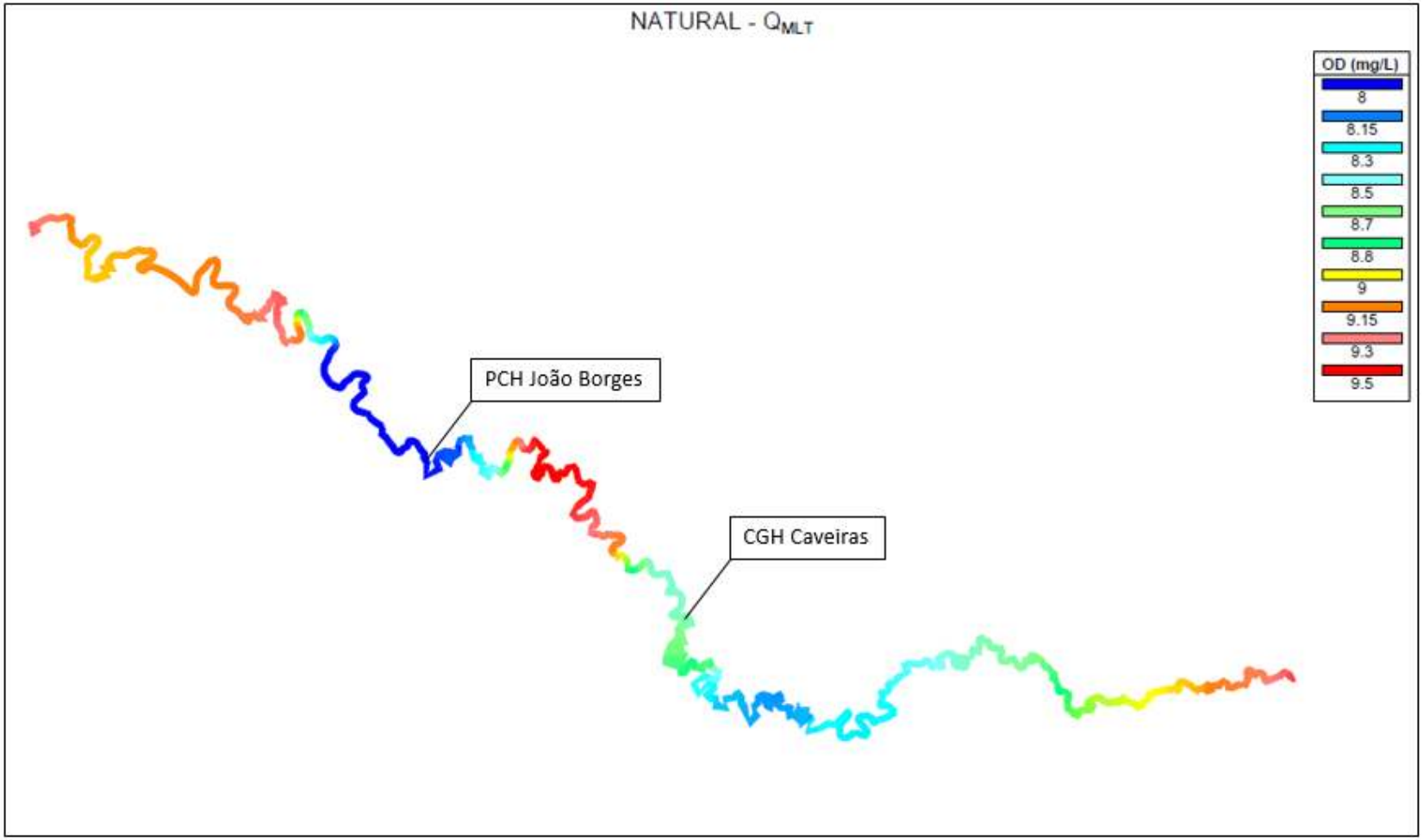
Quando avaliado o parâmetro nitrogênio orgânico, percebe-se que no reservatório da CGH Caveiras há uma redução das concentrações a medida que se aproxima do barramento em detrimento das condições que favorecem a degradação da matéria orgânica nitrogenada e pela intensificação do processo de amonificação. Esse processo e evidenciado quando analisado a distribuição espacial de nitrato ao longo do reservatório. A partir do processo de decomposição da matéria orgânica nitrogenada, e sequencialmente da oxidação do nitrito, ocorre um aumento nas concentrações de nitrato.

Figura 570- Biomassa de Alga – Cenário 00 – Q_{MLT}



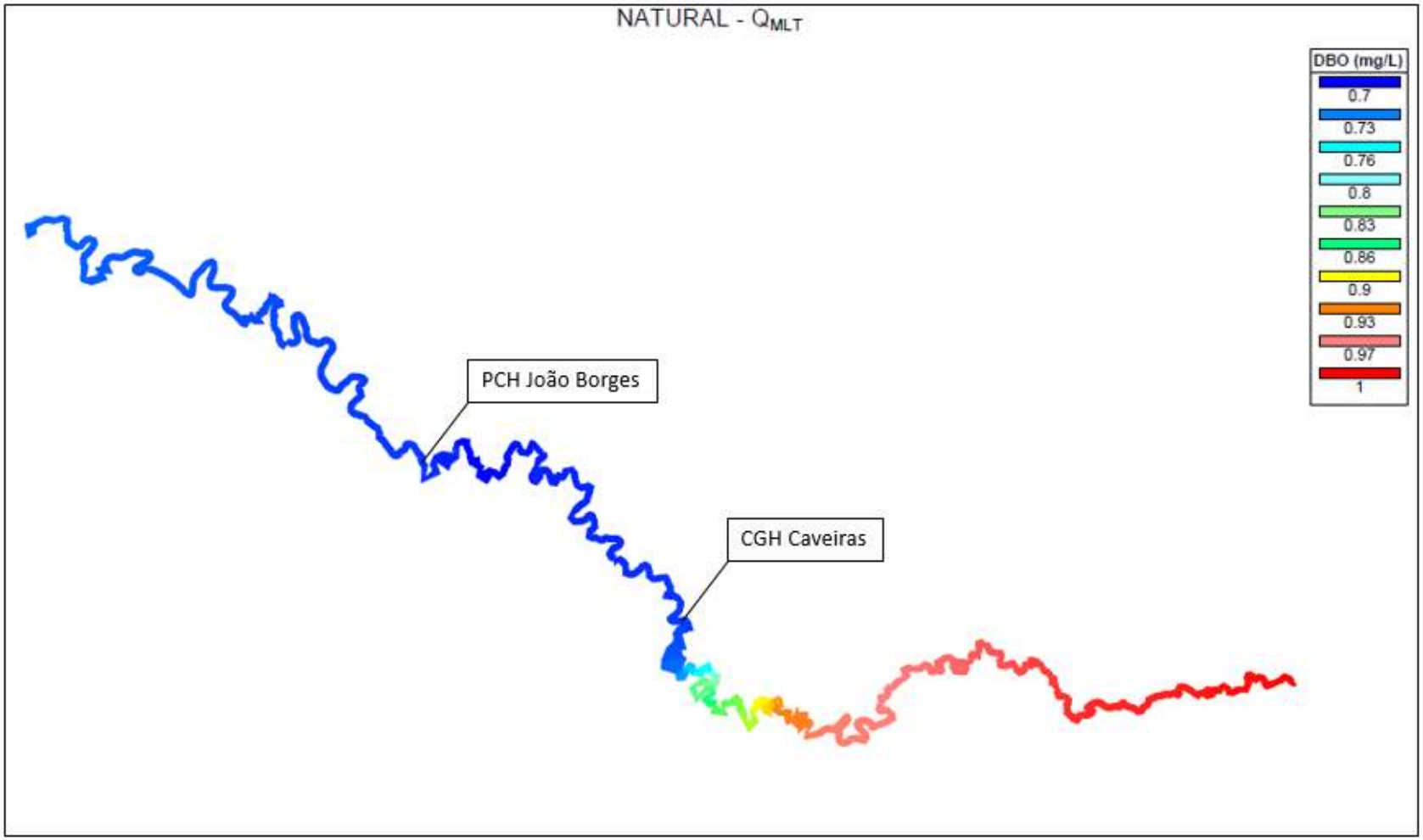
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 571- Oxigênio Dissolvido – Cenário 00 – Q_{MLT}



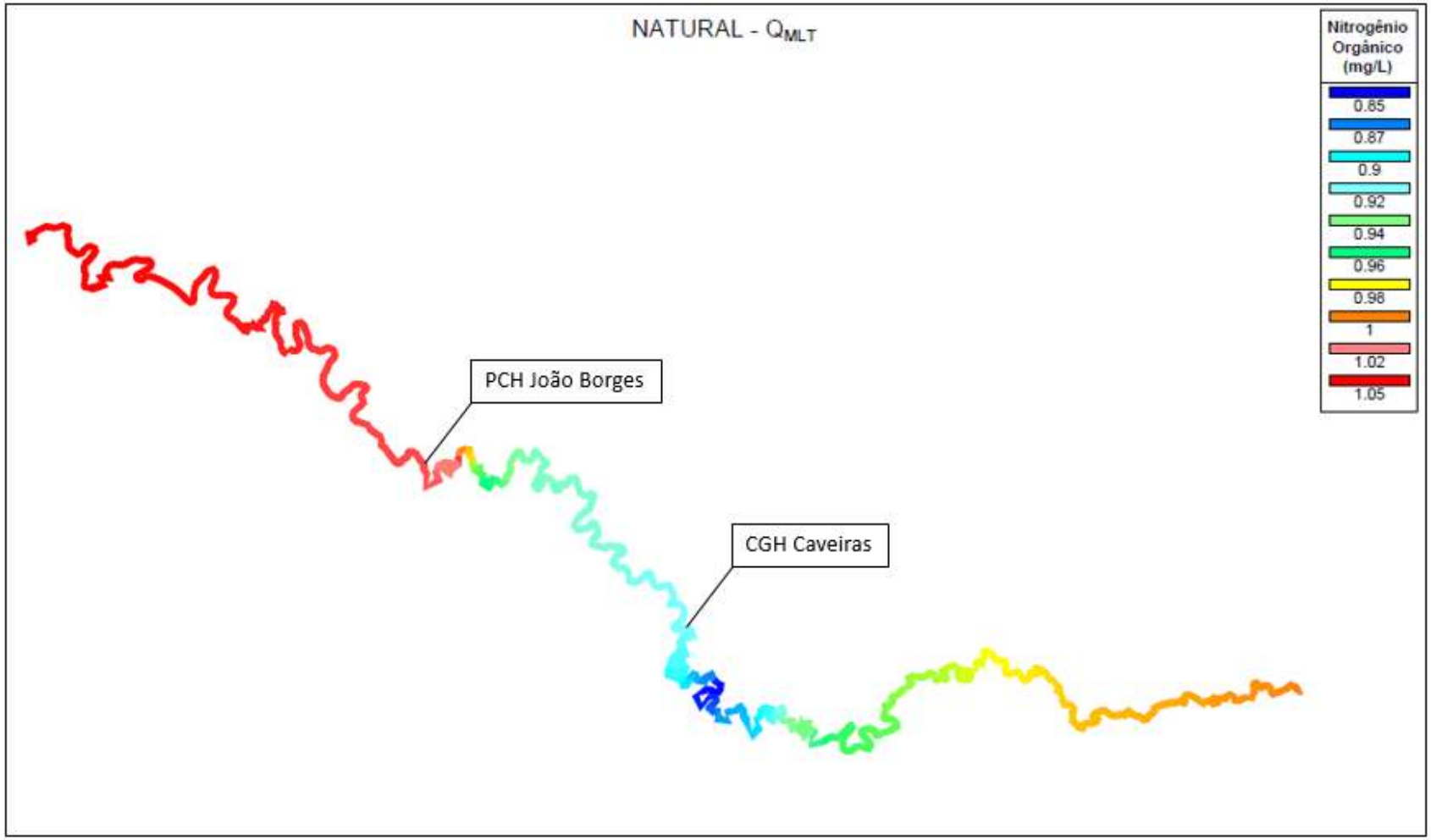
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 572- DBO – Cenário 00 – Q_{MLT}



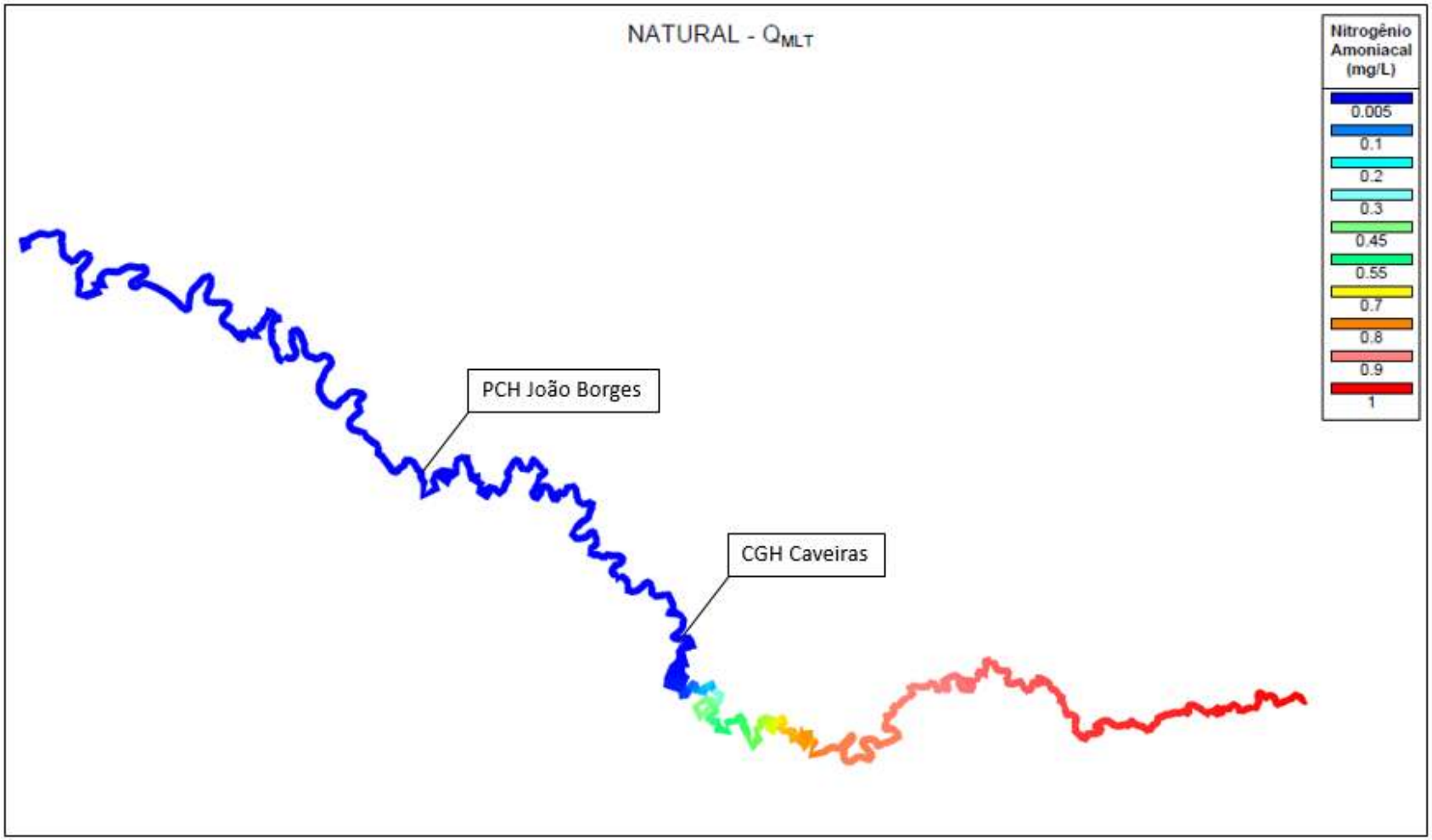
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 573- Nitrogênio Orgânico – Cenário 00 – Q_{MLT}



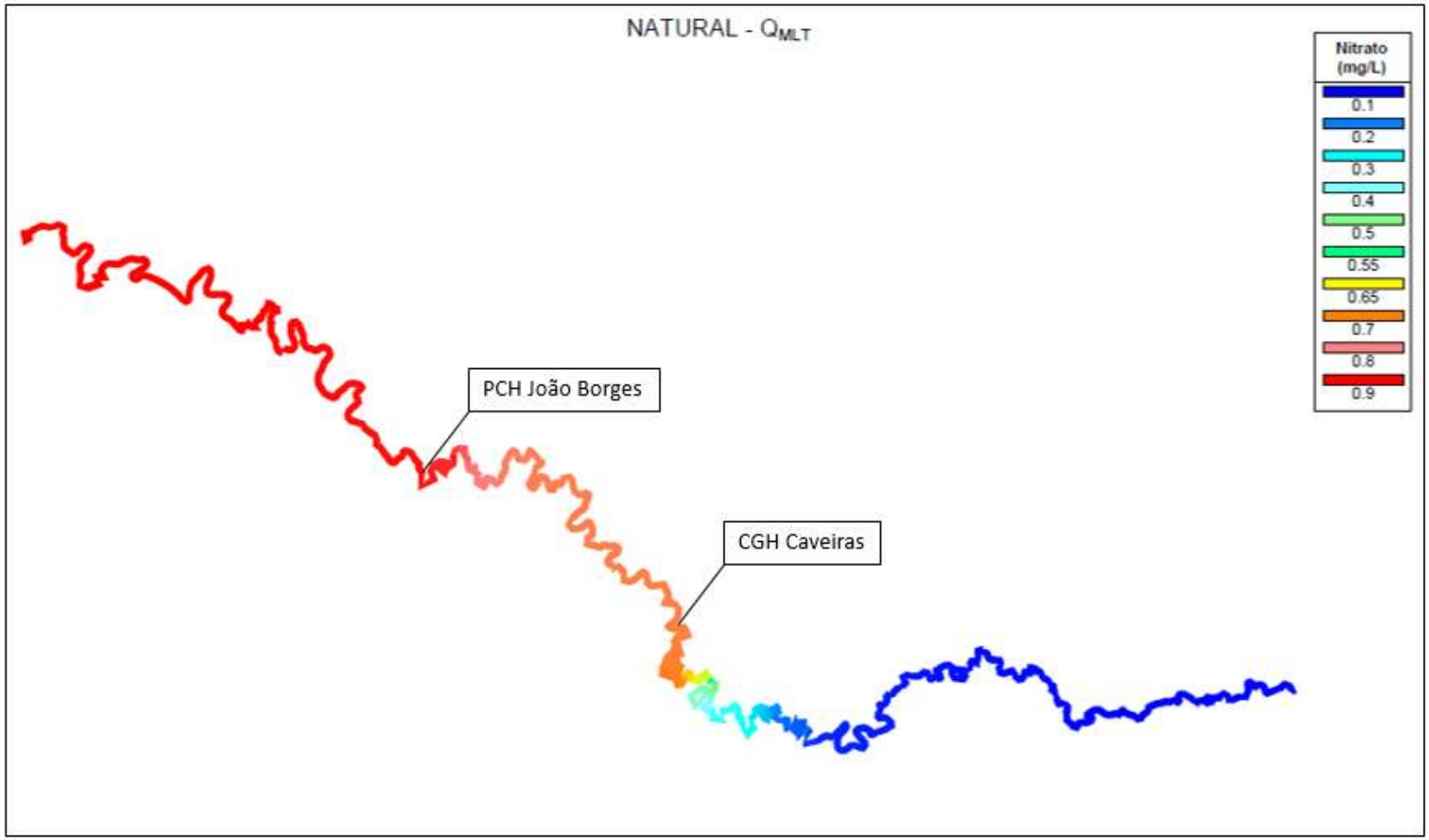
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 574- Nitrogênio Amoniacal – Cenário 00 – Q_{MLT}



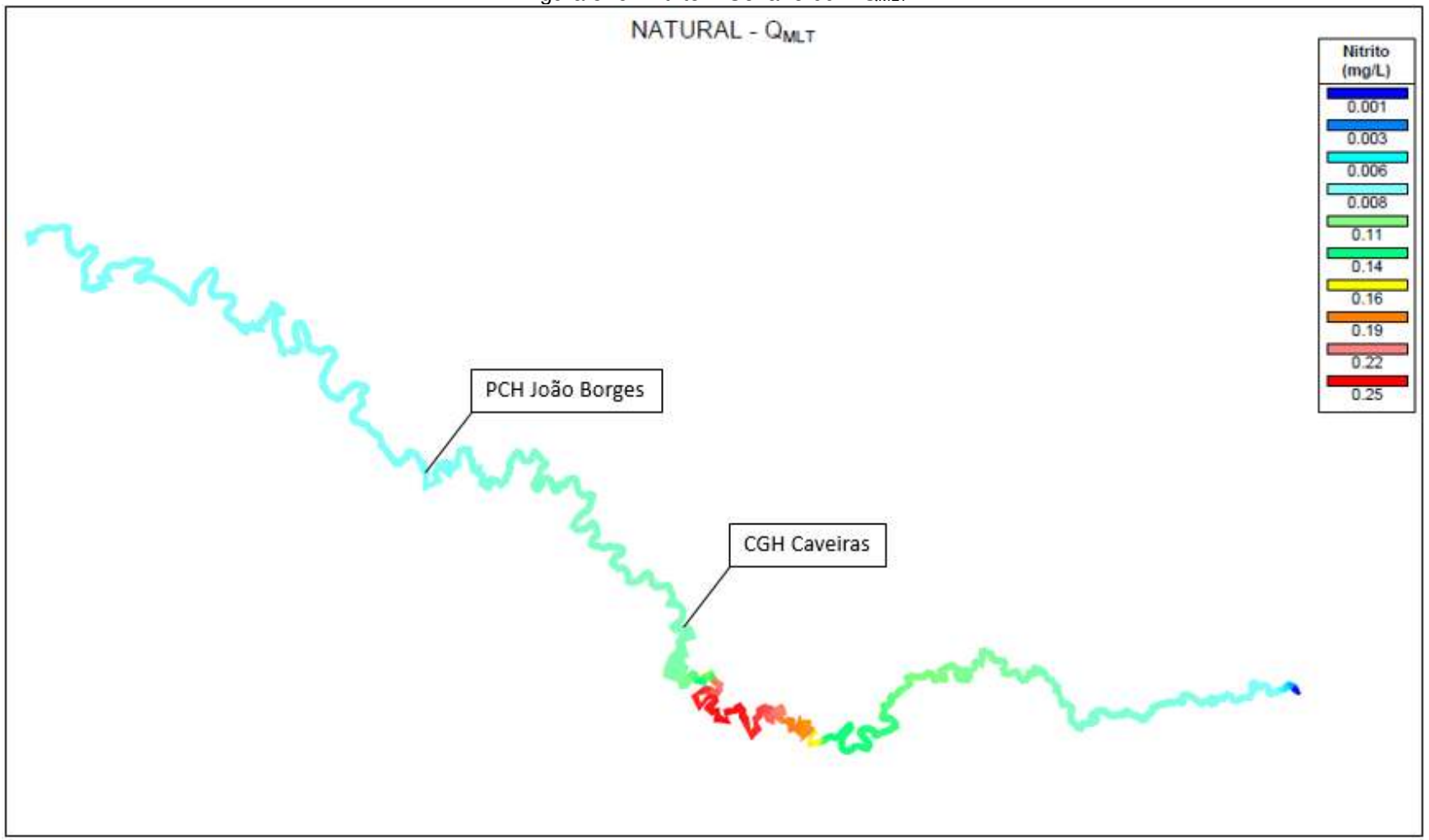
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 575- Nitrato – Cenário 00 – Q_{MLT}



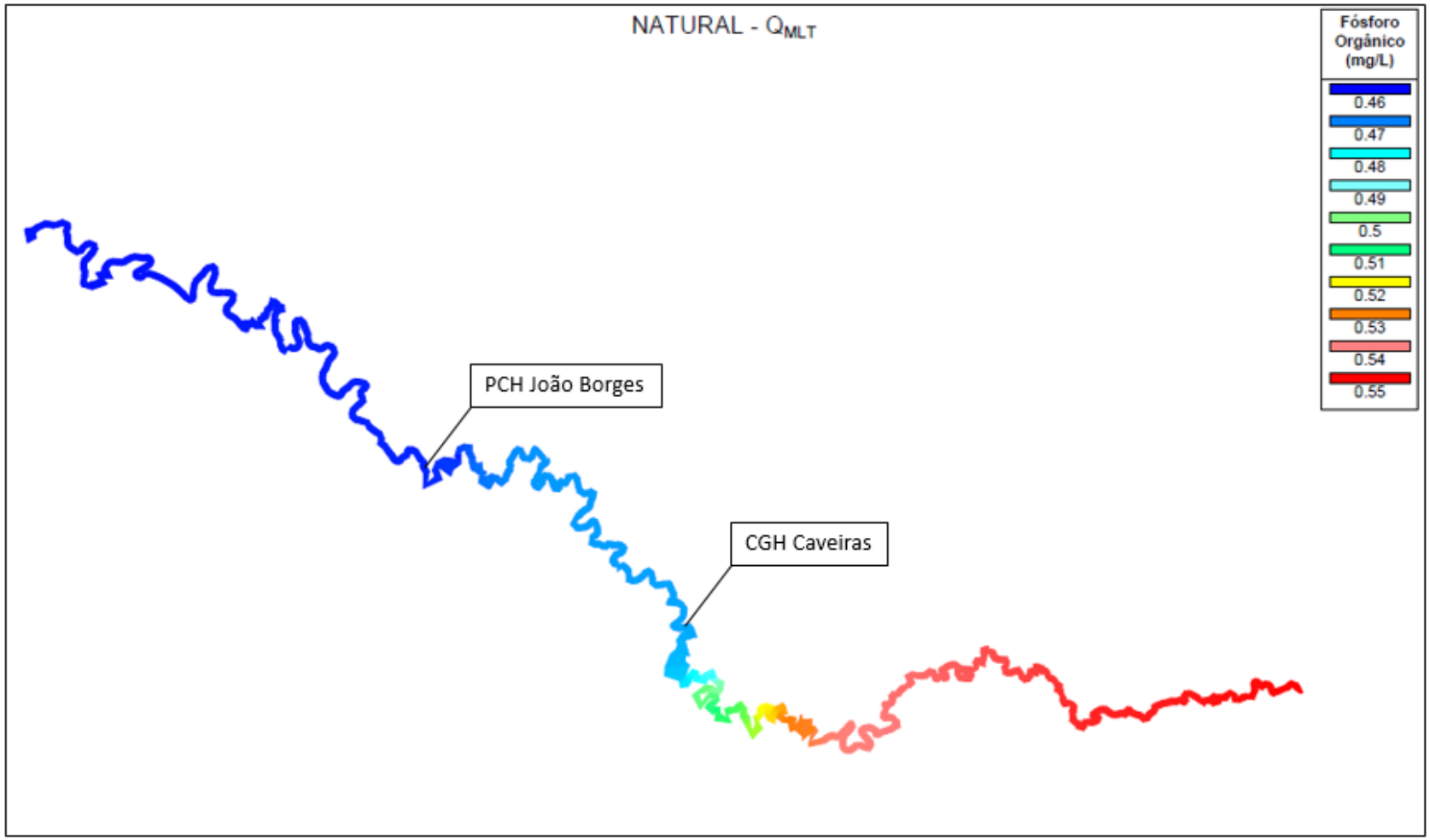
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 576- Nitrito – Cenário 00 – Q_{MLT}



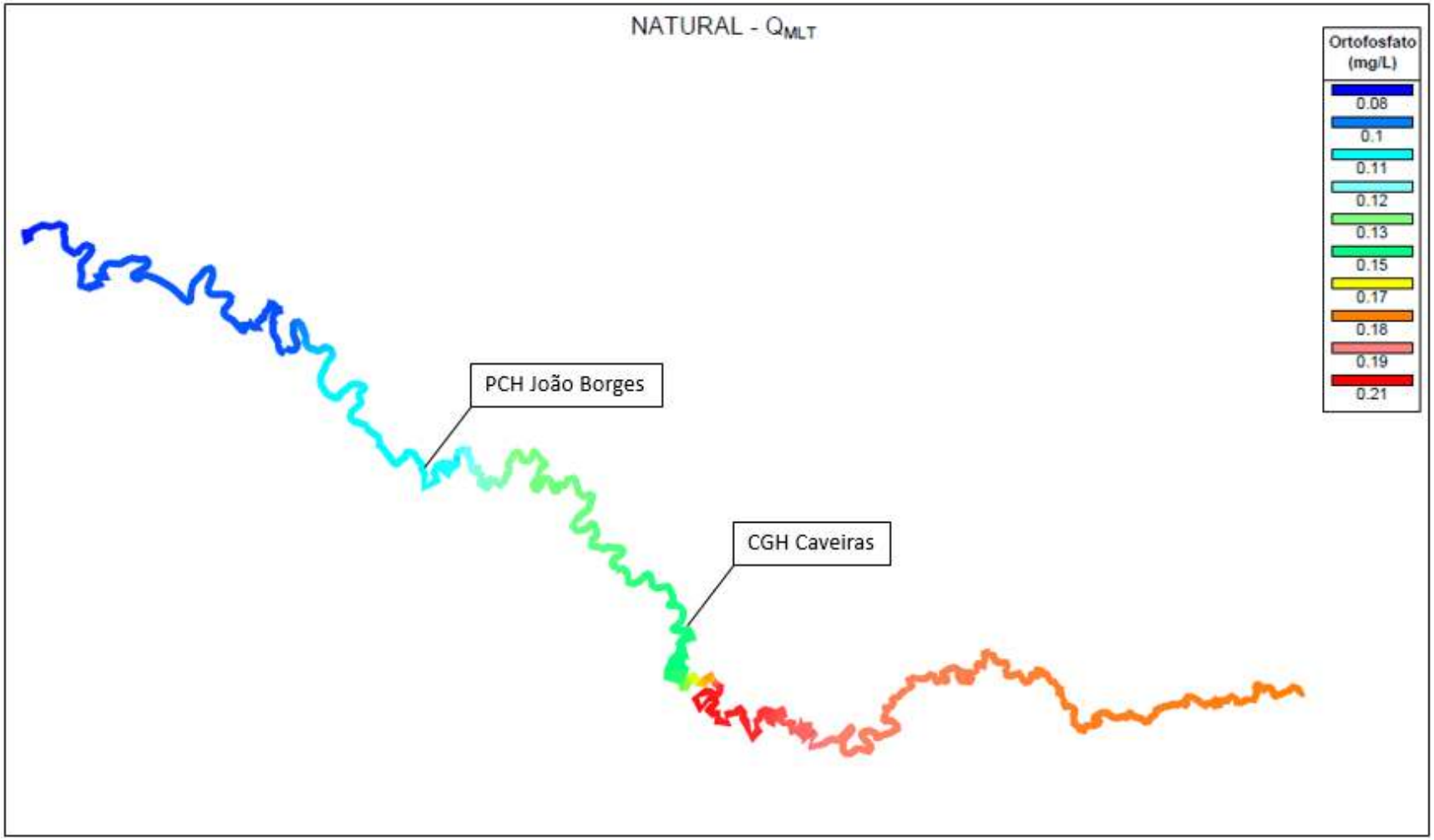
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 577- Fósforo Orgânico – Cenário 00 – Q_{MLT}



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 578 - Ortofosfato – Cenário 00 – Q_{MLT}



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

11.4.1.2 Vazão de Estiagem – $Q_{7,10}$

Os resultados da modelagem de qualidade da água para o Cenário 00, considerando a vazão de referência $Q_{7,10}$, são apresentados nas figuras a seguir.

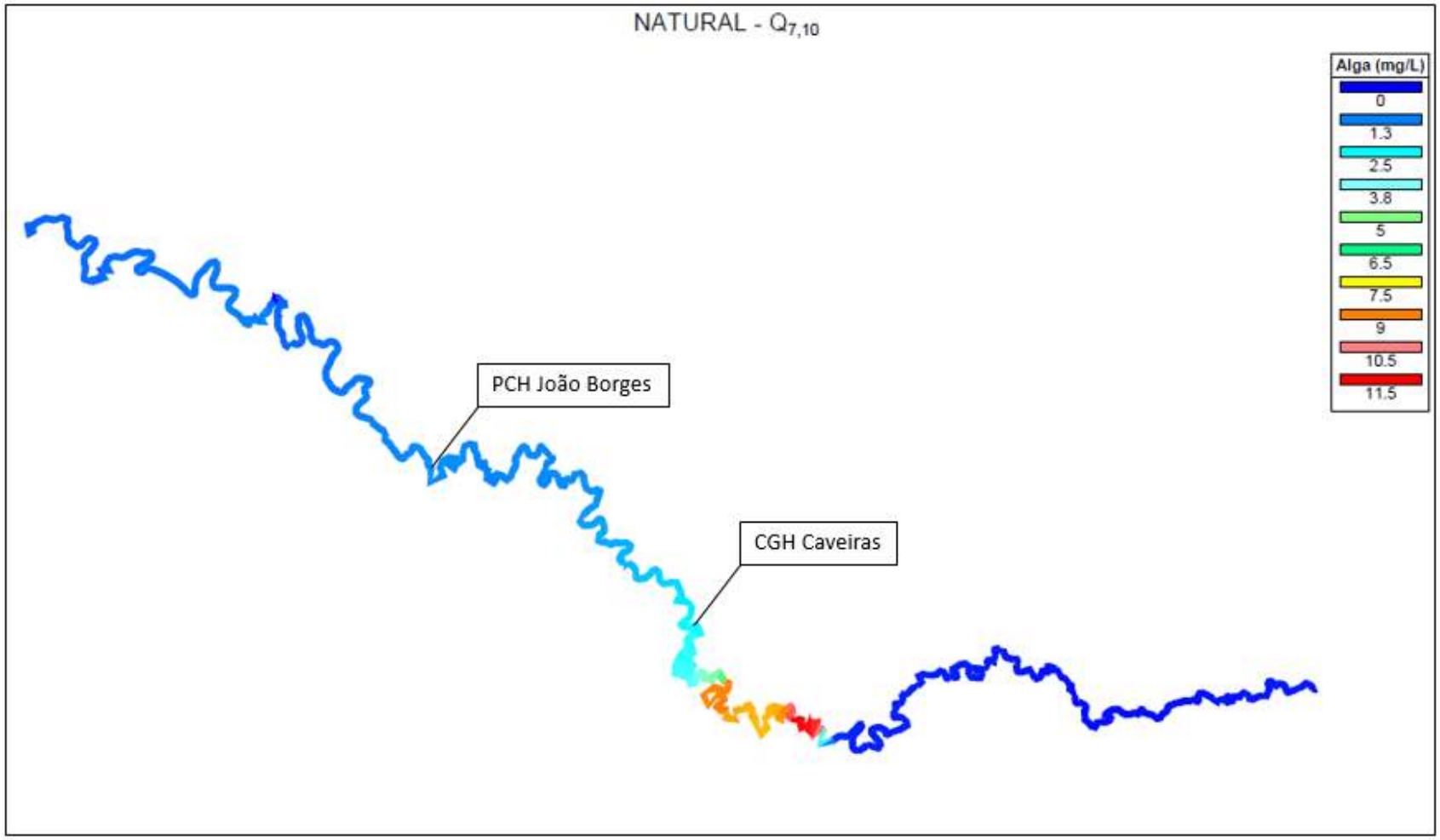
Quando analisada a distribuição espacial da concentração de alga para $Q_{7,10}$, verifica-se o incremento da concentração ao longo do reservatório da CGH Caveiras.

Para o parâmetro DBO, observou-se as maiores concentrações também ao longo do reservatório da CGH Caveiras, apresentando um decaimento à medida que se aproxima do barramento. Isso ocorre devido do favorecimento ao processo de sedimentação e sequencialmente de decomposição da matéria orgânica em ambientes com velocidades de fluxo reduzidas.

De maneira semelhante à matéria orgânica (DBO), a nitrogênio orgânico também tem suas concentrações mais altas nas seções de montante do reservatório da CGH Caveiras e vai apresentando um decaimento à medida que se aproxima em detrimento do ambiente que é favorável à decomposição da matéria nitrogenada e intensificação do processo de amonificação.

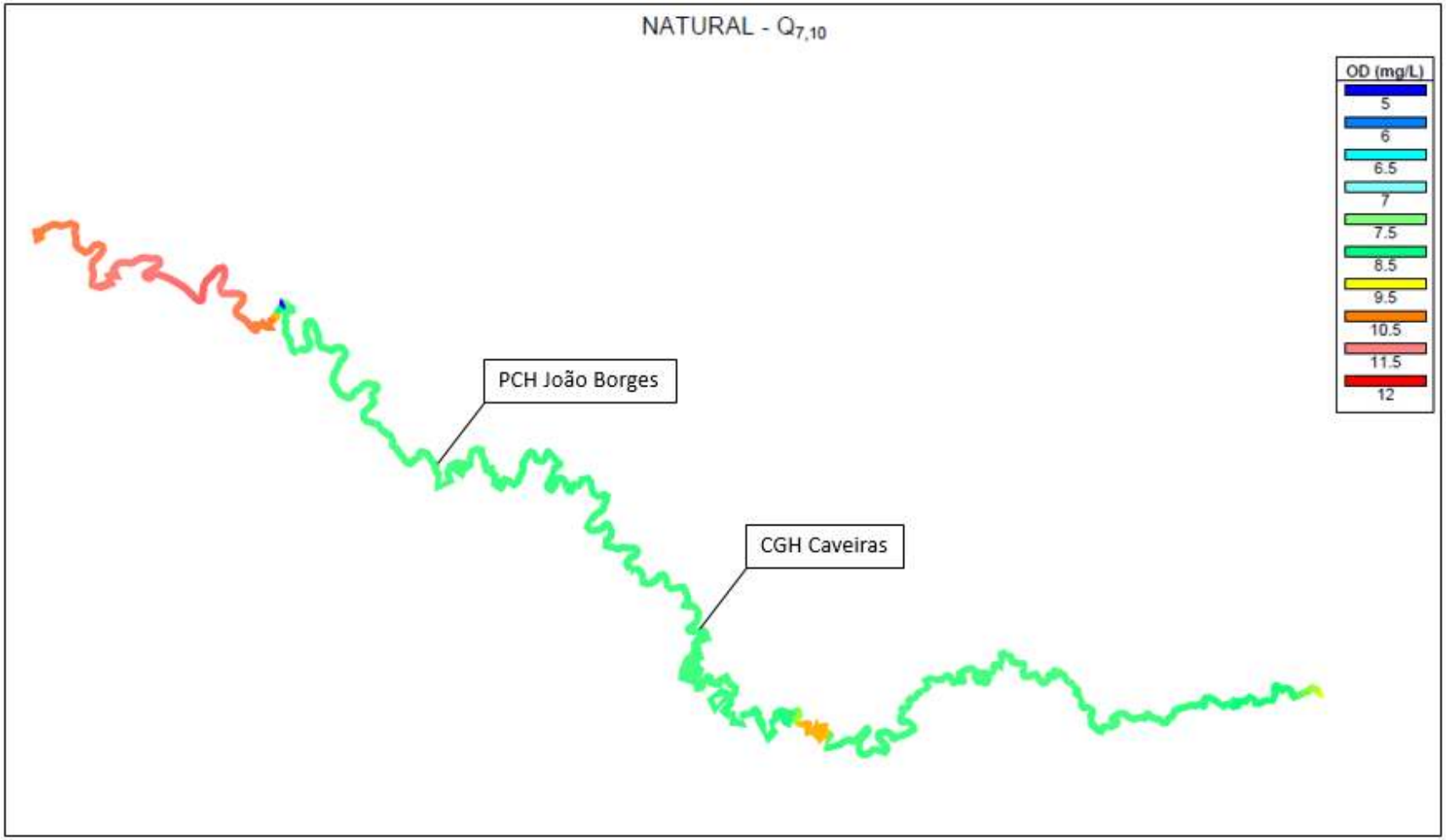
O aumento das concentrações de nitrato nas regiões do reservatório, também evidenciam a ocorrência de um processo de amonificação.

Figura 579 – Biomassa de Alga – Cenário 00 – $Q_{7,10}$



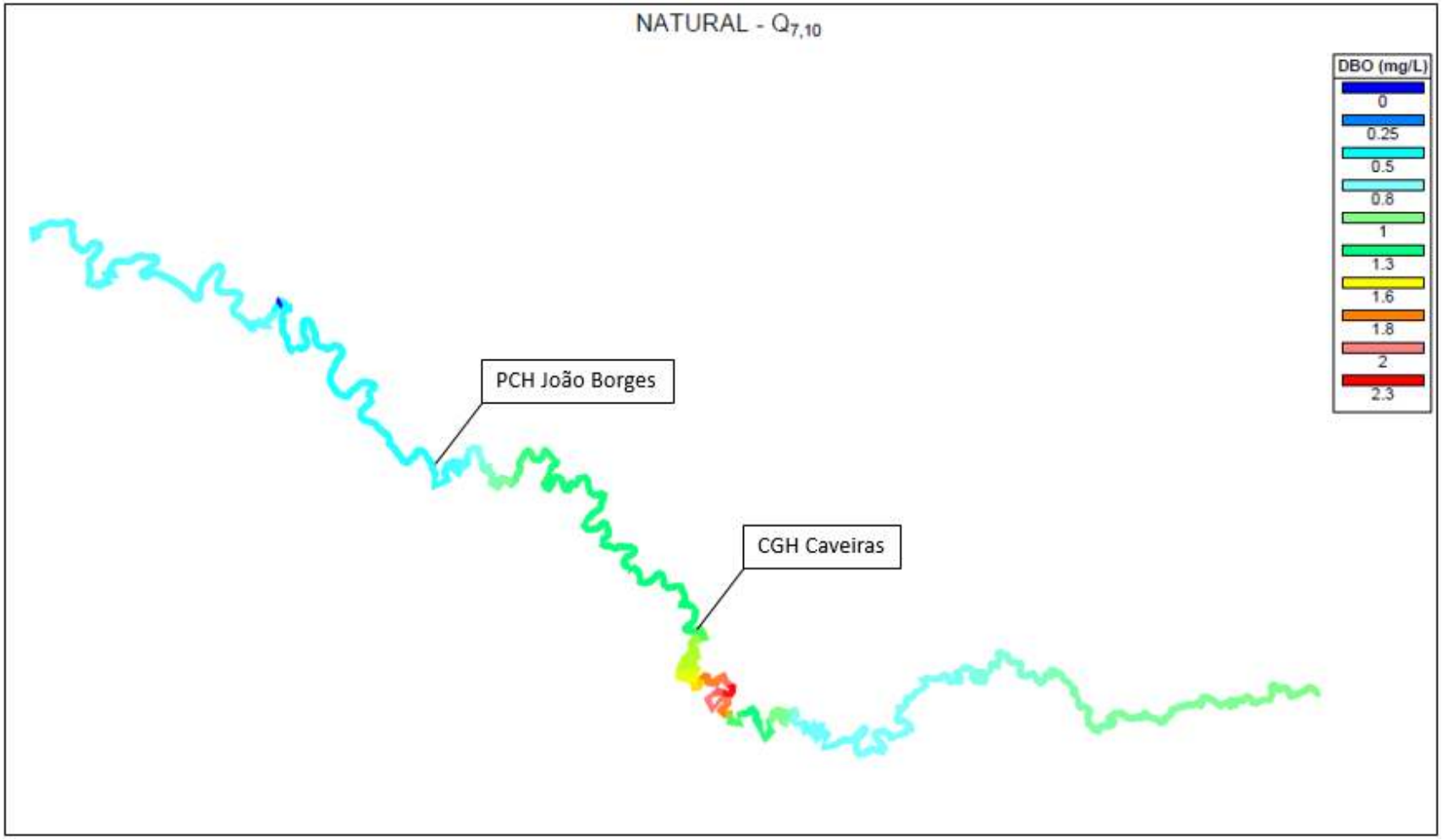
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 580 – Oxigênio Dissolvido – Cenário 00 – $Q_{7,10}$



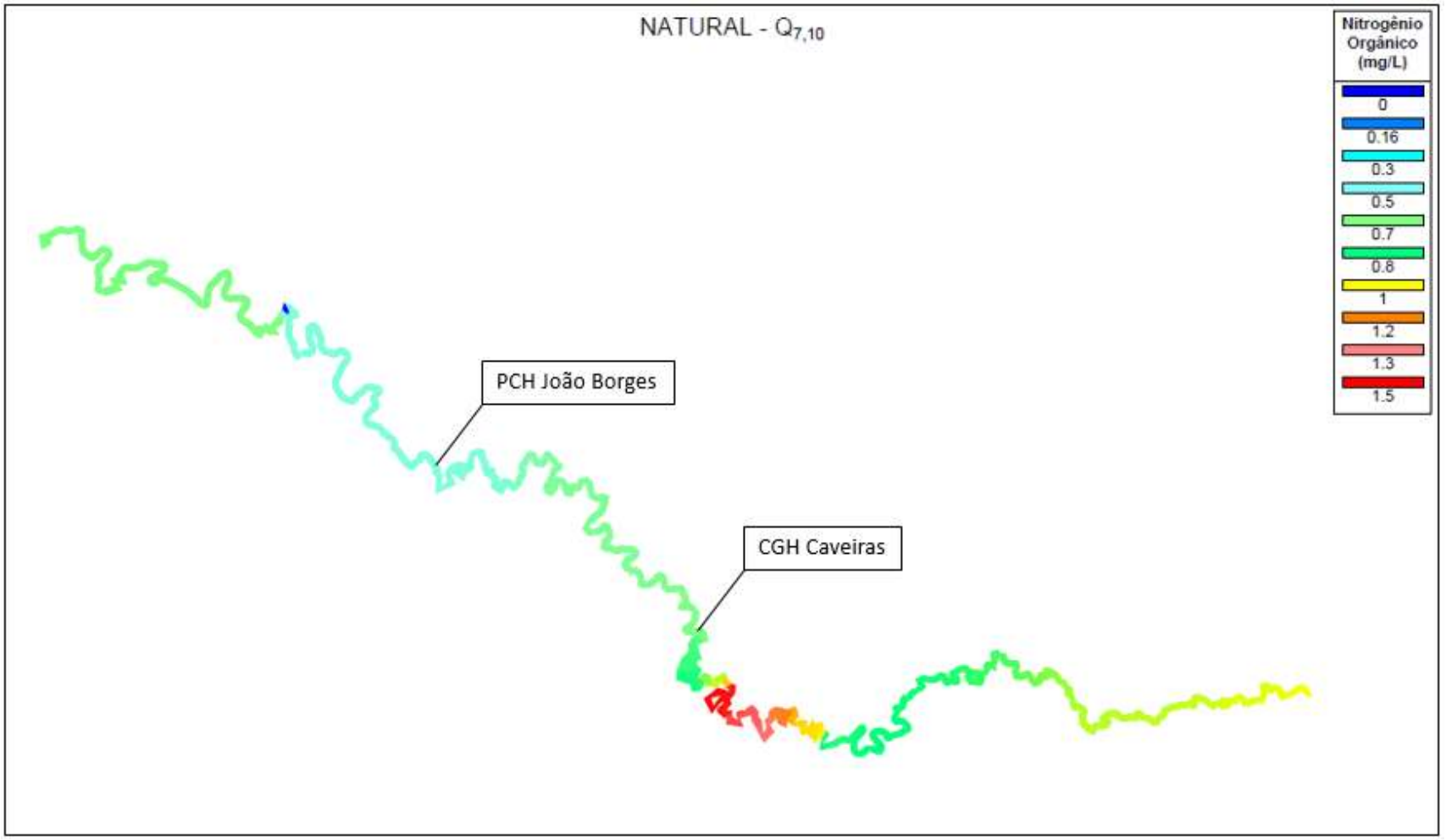
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 581 – DBO – Cenário 00 – $Q_{7,10}$



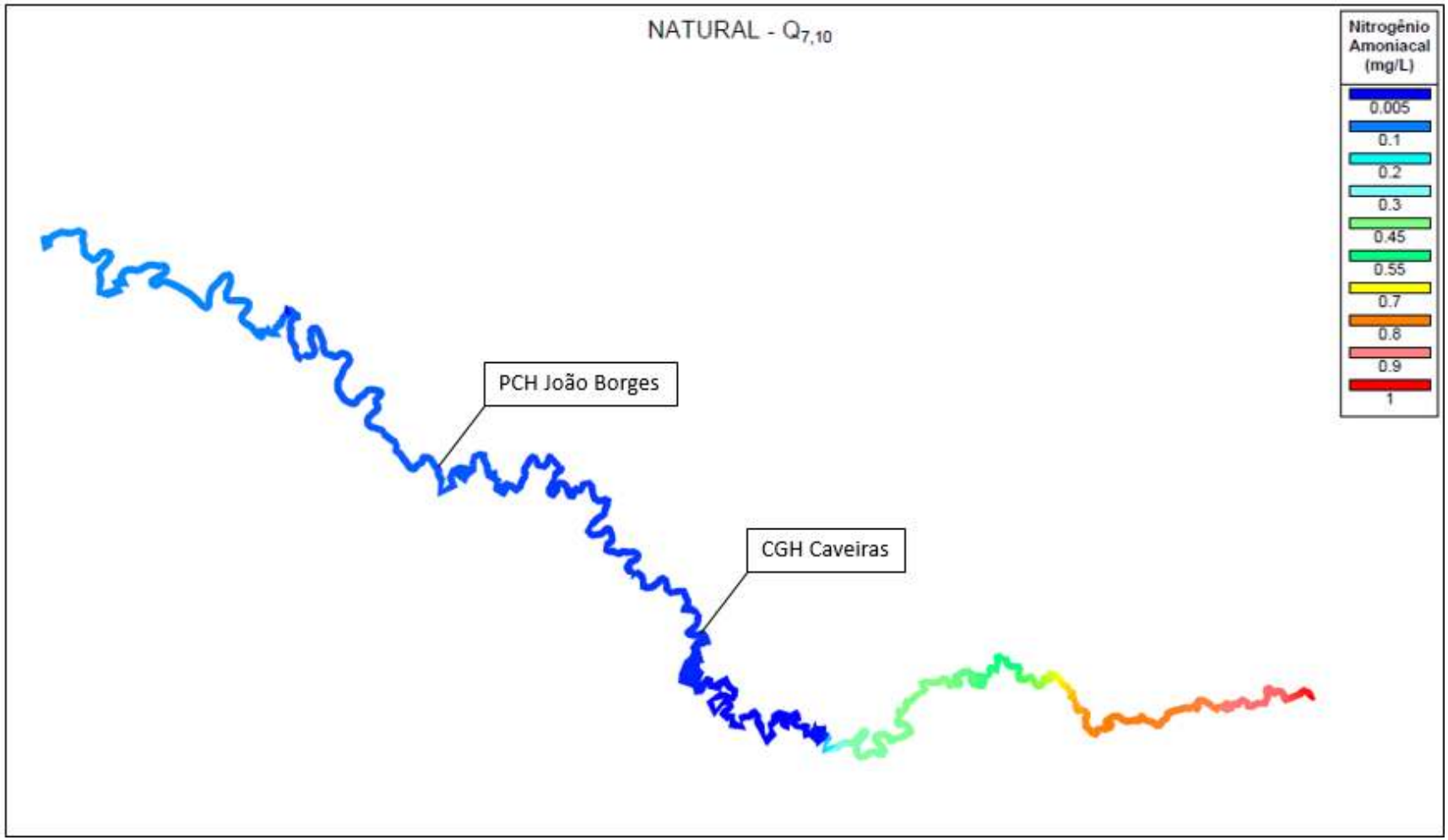
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 582 – Nitrogênio Orgânico – Cenário 00 – Q7,10



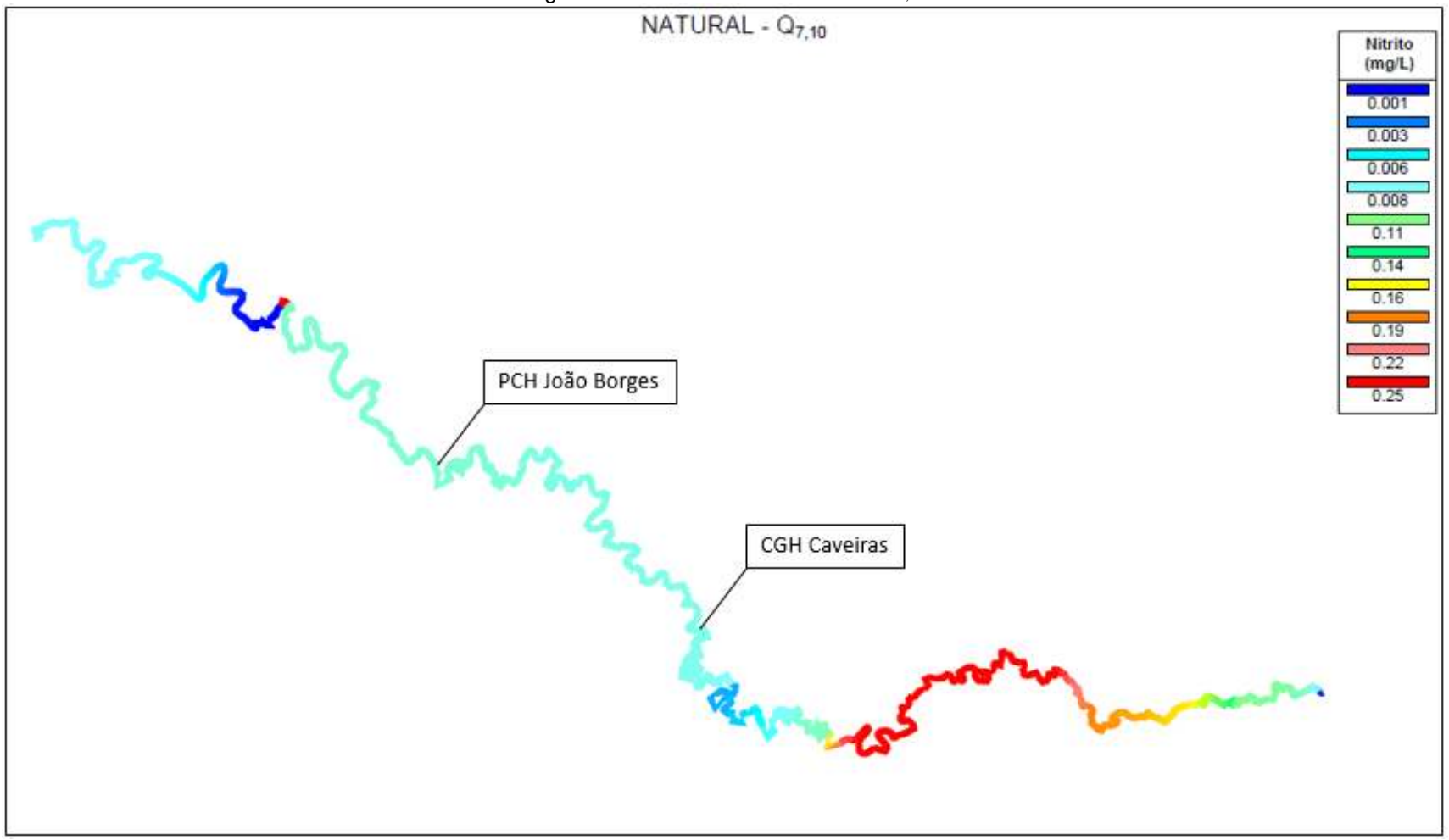
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 583 – Nitrogênio Amoniacal – Cenário 00 – $Q_{7,10}$



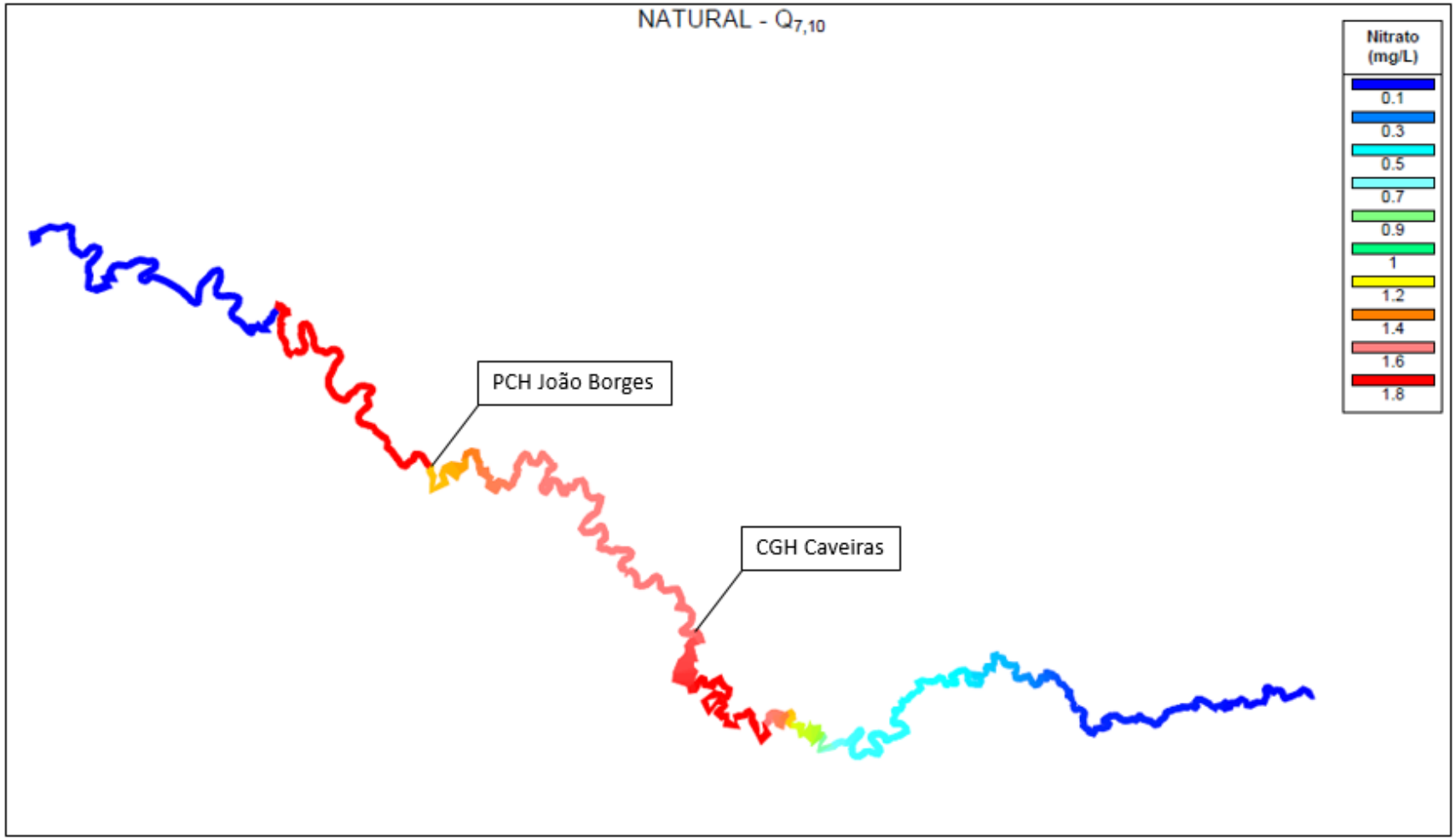
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 584 – Nitrito – Cenário 00 – $Q_{7,10}$



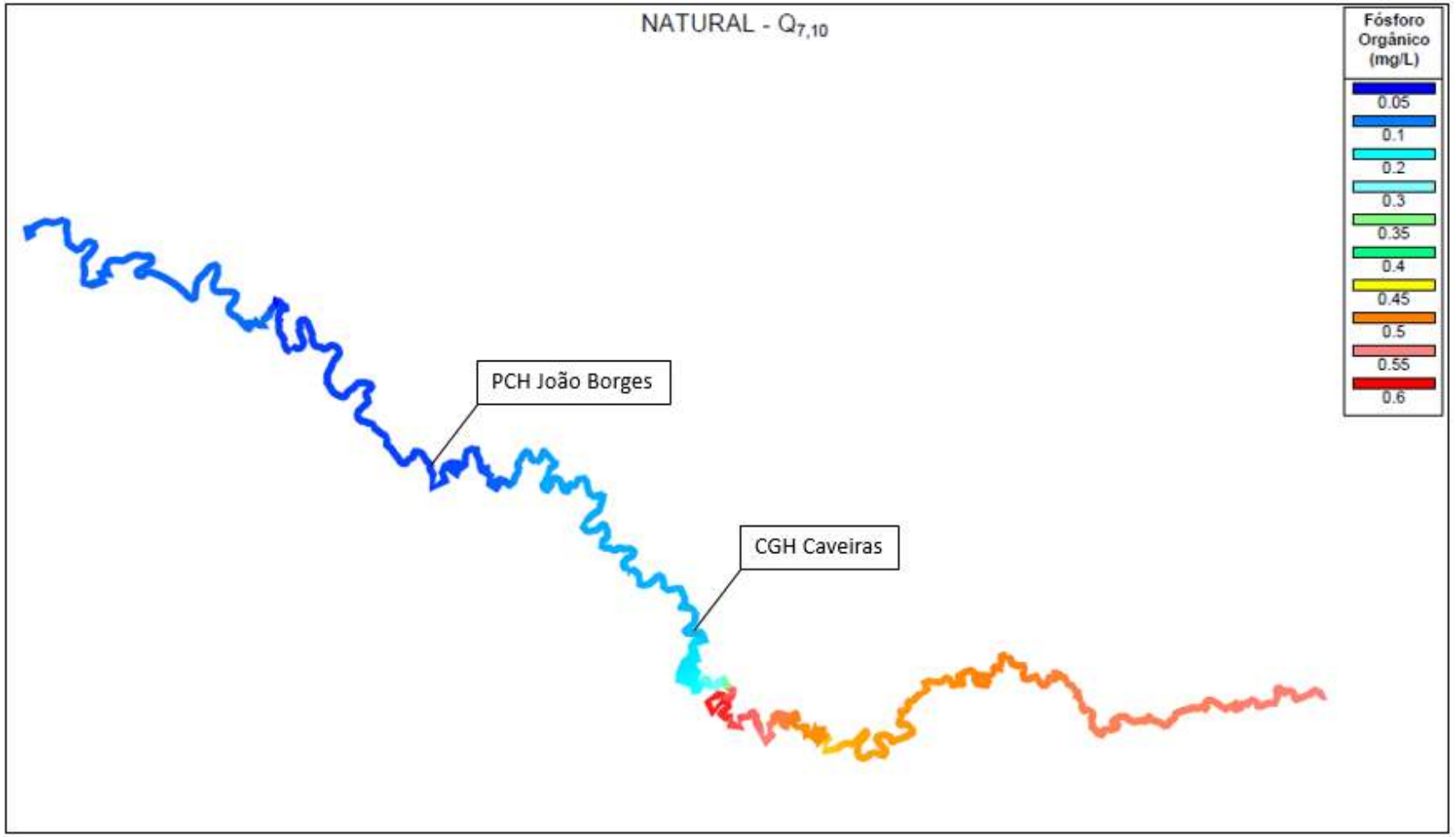
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 585 – Nitrato – Cenário 00 – $Q_{7,10}$



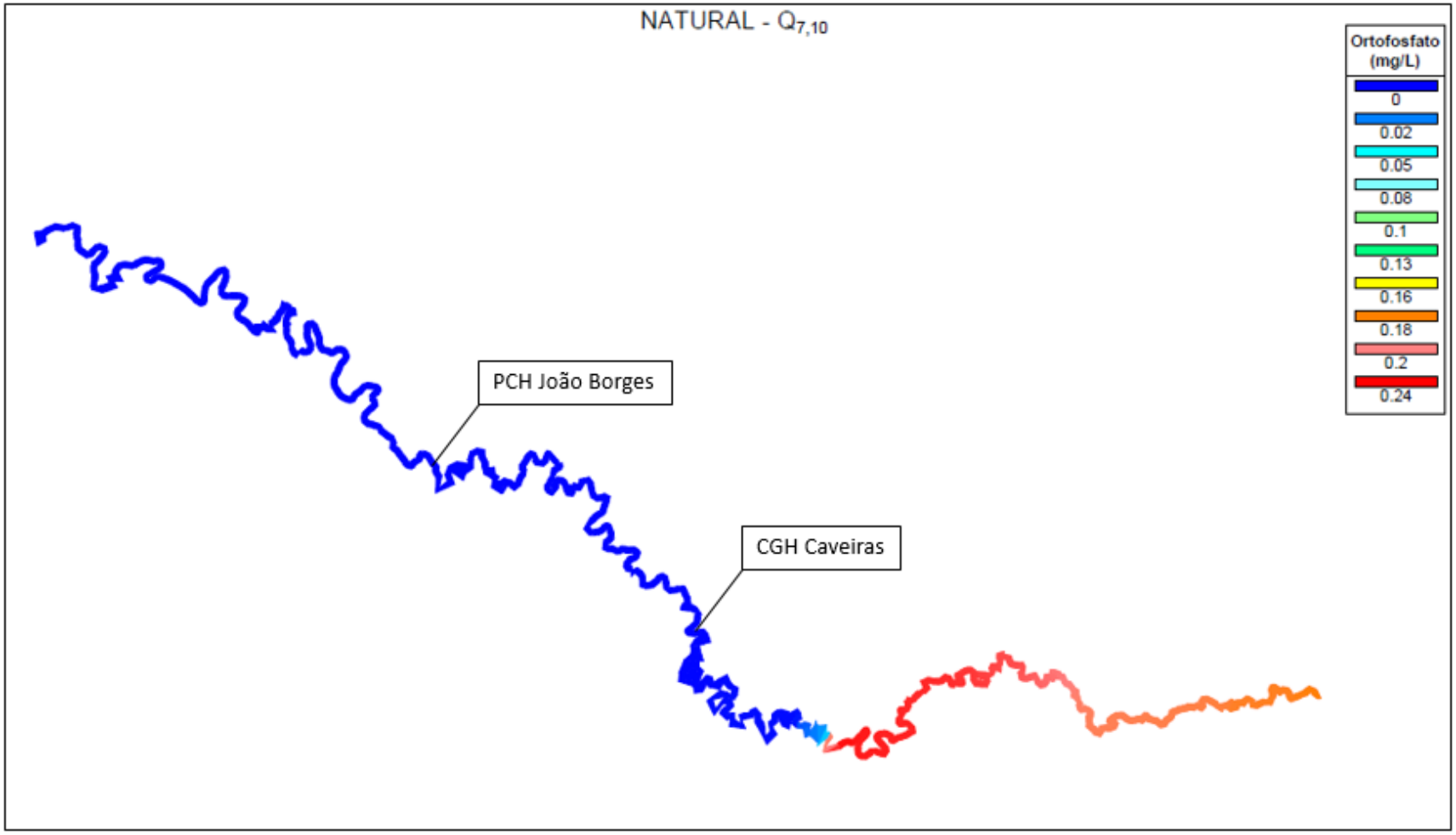
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 586 – Fósforo Orgânico – Cenário 00 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 587 – Ortofosfato – Cenário 00 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

11.4.2 Cenário 01

11.4.2.1 Vazão Média de Longo Termo - Q_{MLT}

A seguir são apresentados os resultados da modelagem de qualidade da água para o Cenário 01, considerando a vazão de referência Q_{MLT}.

Os resultados são apresentados de forma comparativa com as condições naturais (Cenário 00), a fim de verificar a influência da implantação dos barramentos propostos no cenário atual.

Observa-se que, com a implantação dos barramentos no trecho de montante do rio Caveiras, especialmente pela influência do reservatório da PCH A.M. Dias há um aumento na concentração de biomassa de alga. Este aumento na concentração é propagado à jusante e reflete em um aumento na concentração de biomassa de alga no reservatório da CGH Caveiras.

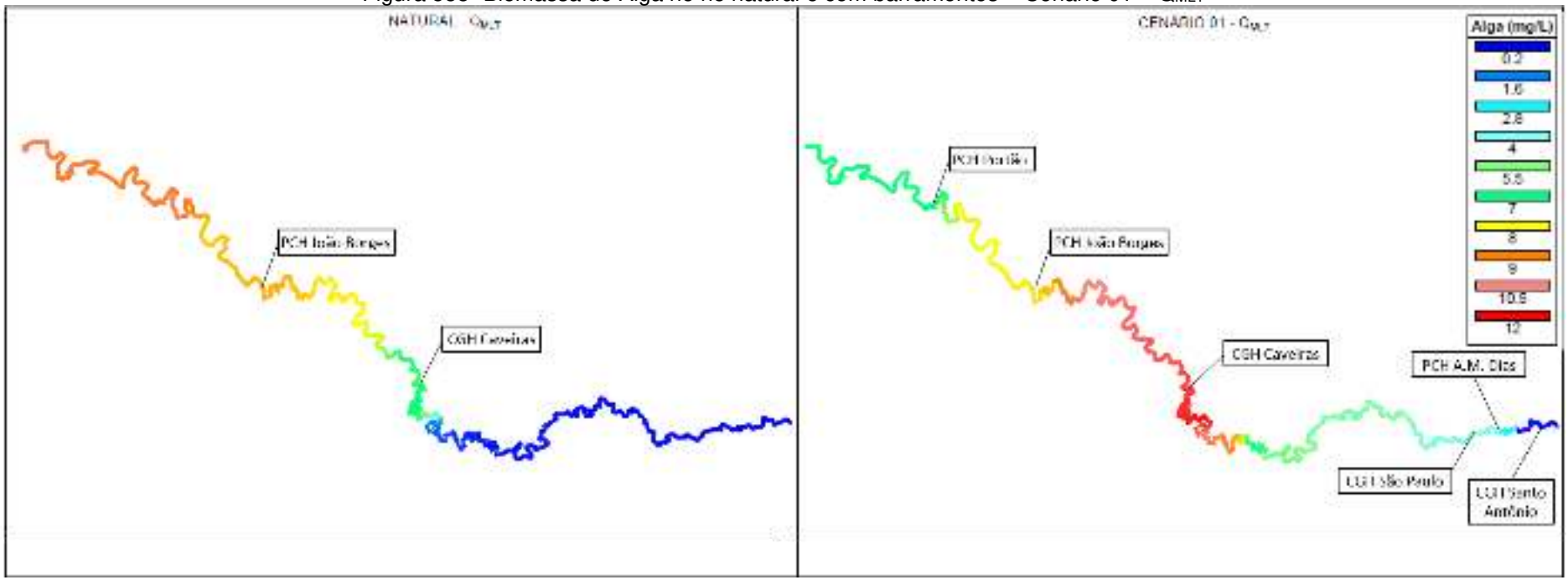
As concentrações de oxigênio dissolvido também apresentaram impacto sob a inserção dos barramentos no trecho de montante do rio Caveiras, demonstrando uma redução na concentração de OD.

As concentrações de DBO, após os 45 dias de autodepuração apresentaram redução significativa ao longo do rio. Adicionalmente, é verificado que a inserção dos barramentos apresenta uma redução da concentração de matéria orgânica quando comparado ao cenário natural. Esta redução é justificada pela criação de ambientes lênticos em que ocorre a redução da velocidade e consequente sedimentação e degradação da matéria orgânica.

Quando avaliada a distribuição espacial da concentração de nitrogênio orgânico, observa-se que os processos que envolvem o ciclo do nitrogênio apresentam-se em diferentes etapas ainda nos 45 dias de simulação. Neste caso, verifica-se que há decaimento na concentração de nitrogênio orgânico no reservatório da PCH A.M. Dias, especialmente devido ao processo de amonificação, ocorrendo um aumento na concentração de nitrito e posteriormente de nitrato (a partir da oxidação do nitrito).

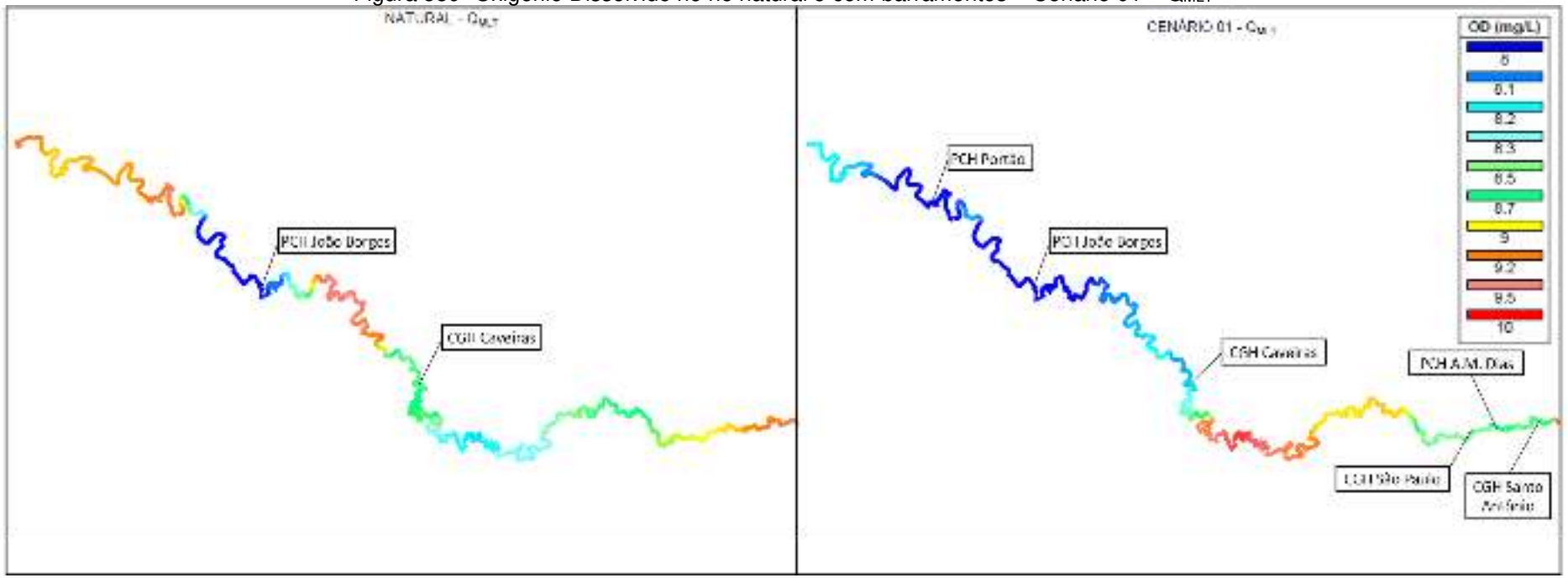
Com a implantação da PCH Portão observou-se um aumento da concentração de nitrogênio orgânico e um aumento da concentração de nitrato.

Figura 588- Biomassa de Alga no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT}



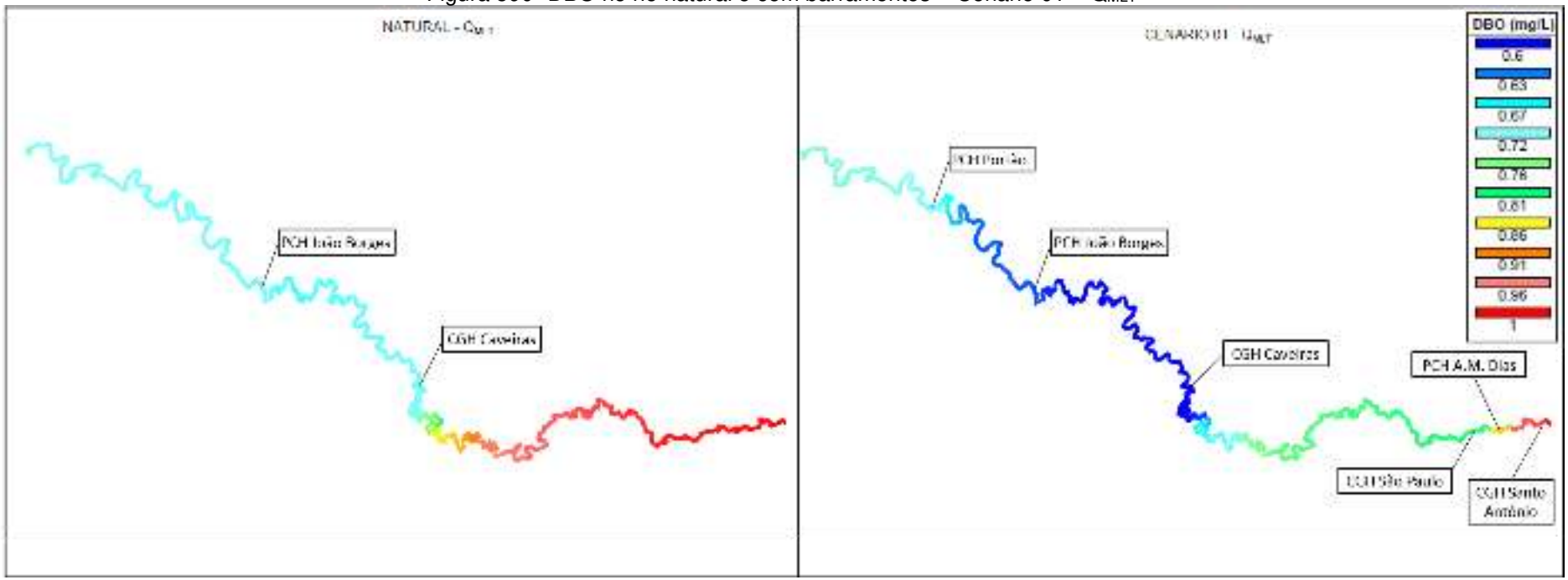
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 589- Oxigênio Dissolvido no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT}



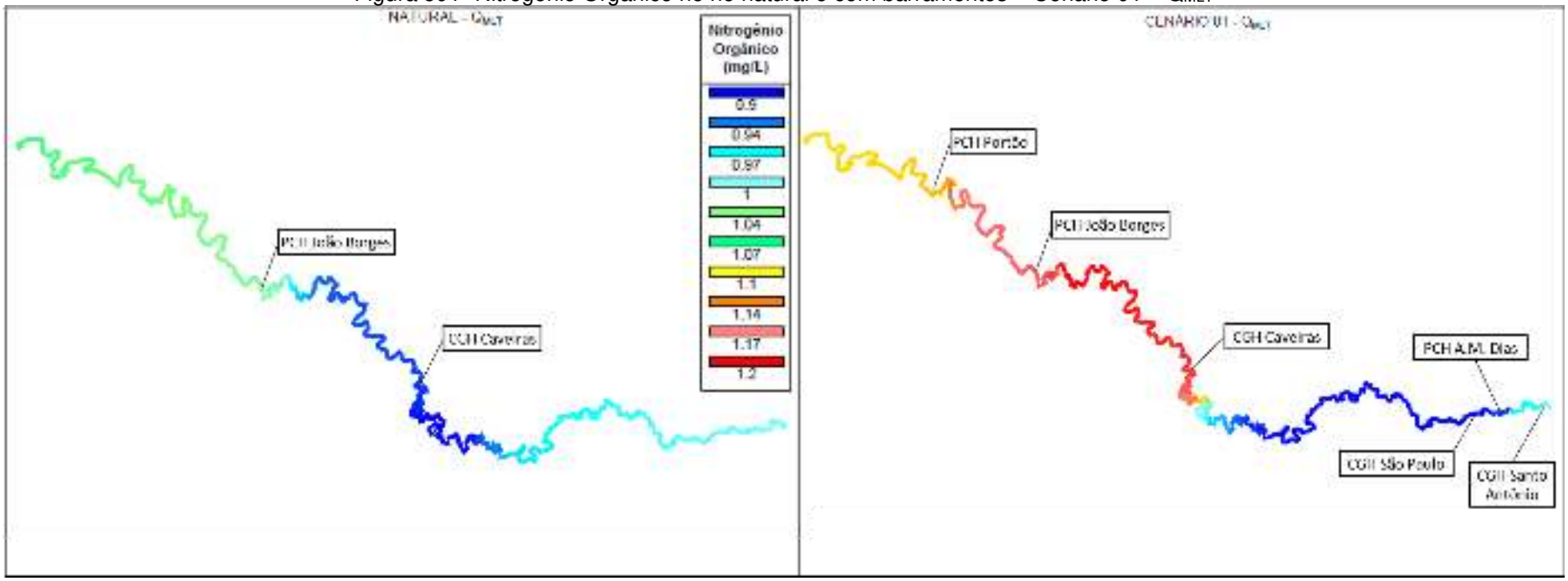
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 590- DBO no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT}



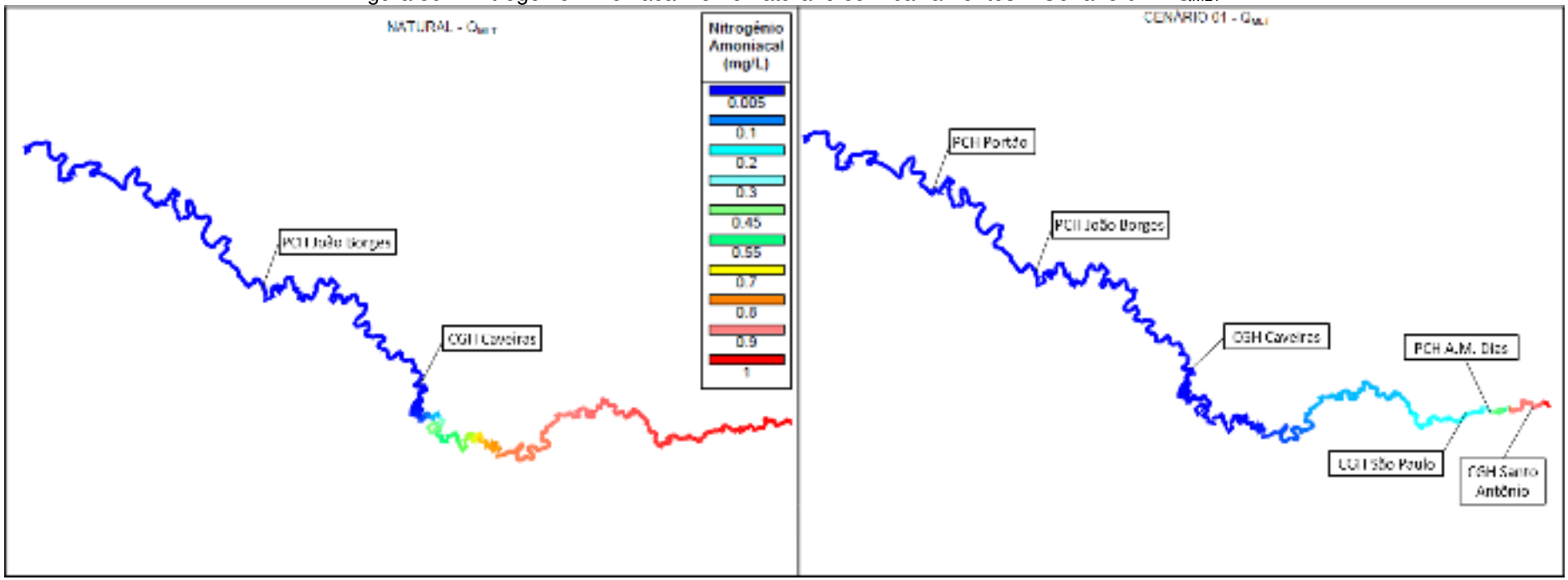
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 591- Nitrogênio Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT}



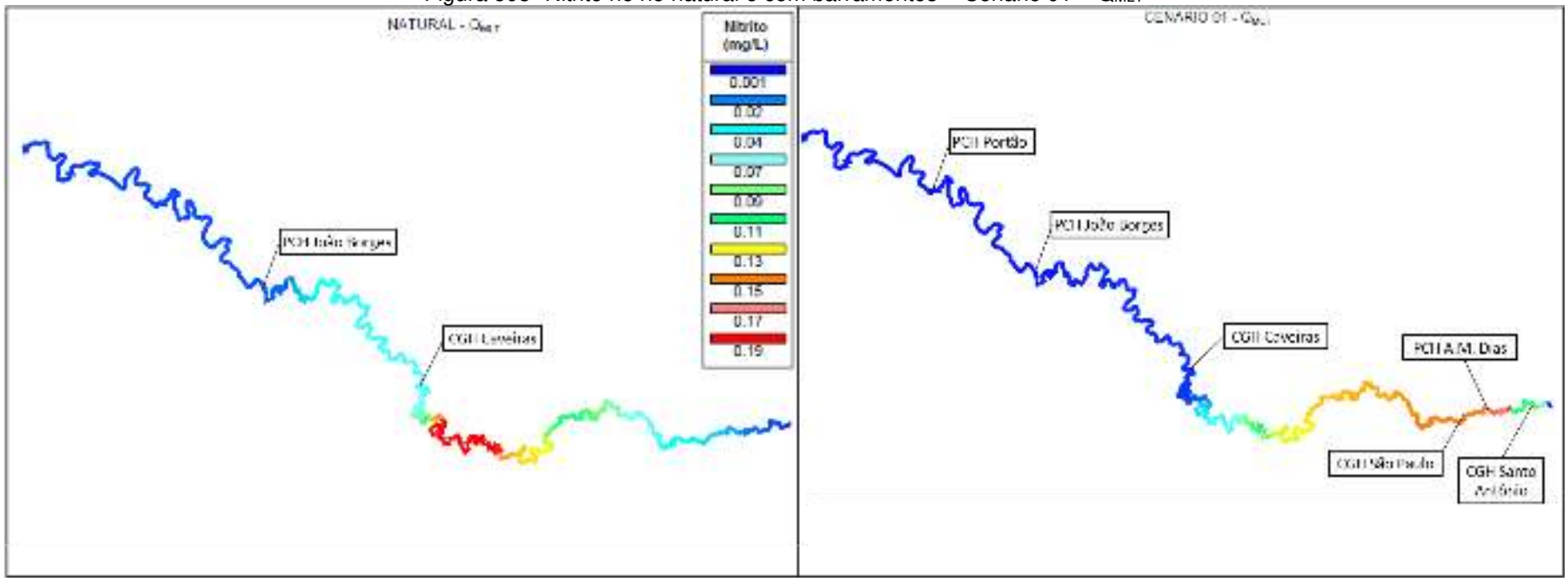
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 592- Nitrogênio Amoniacal no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT}



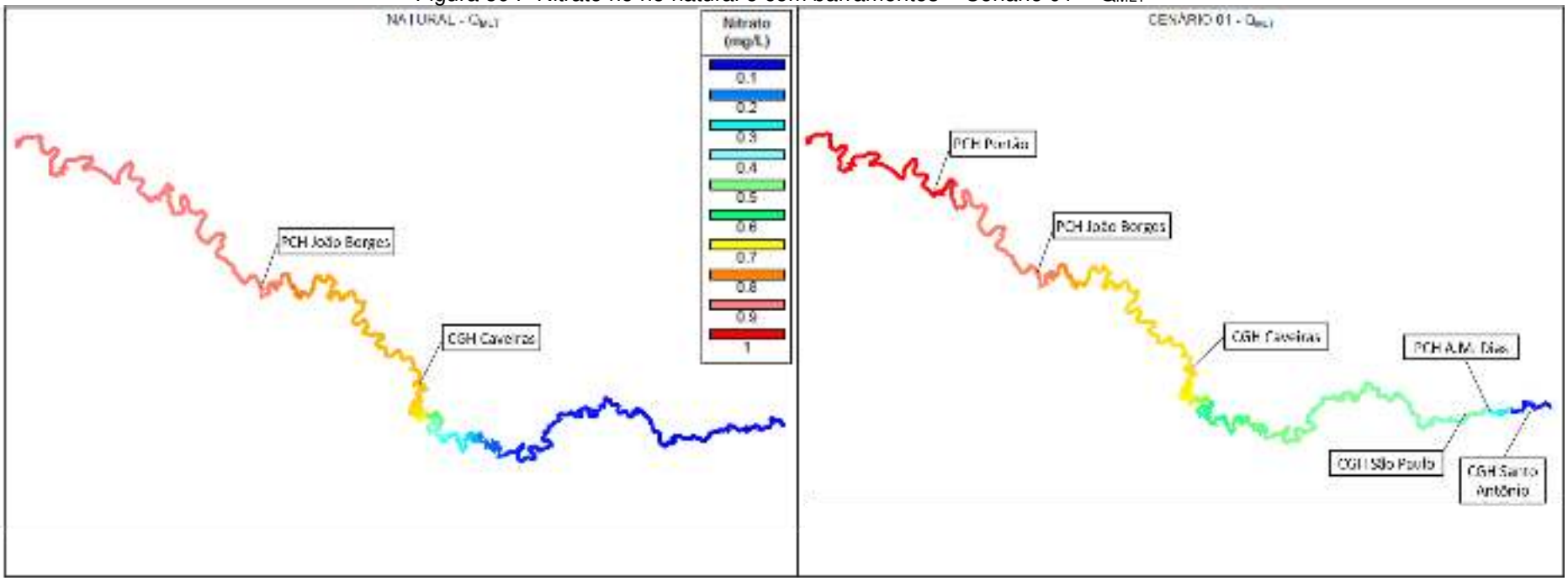
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 593- Nitrito no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT}



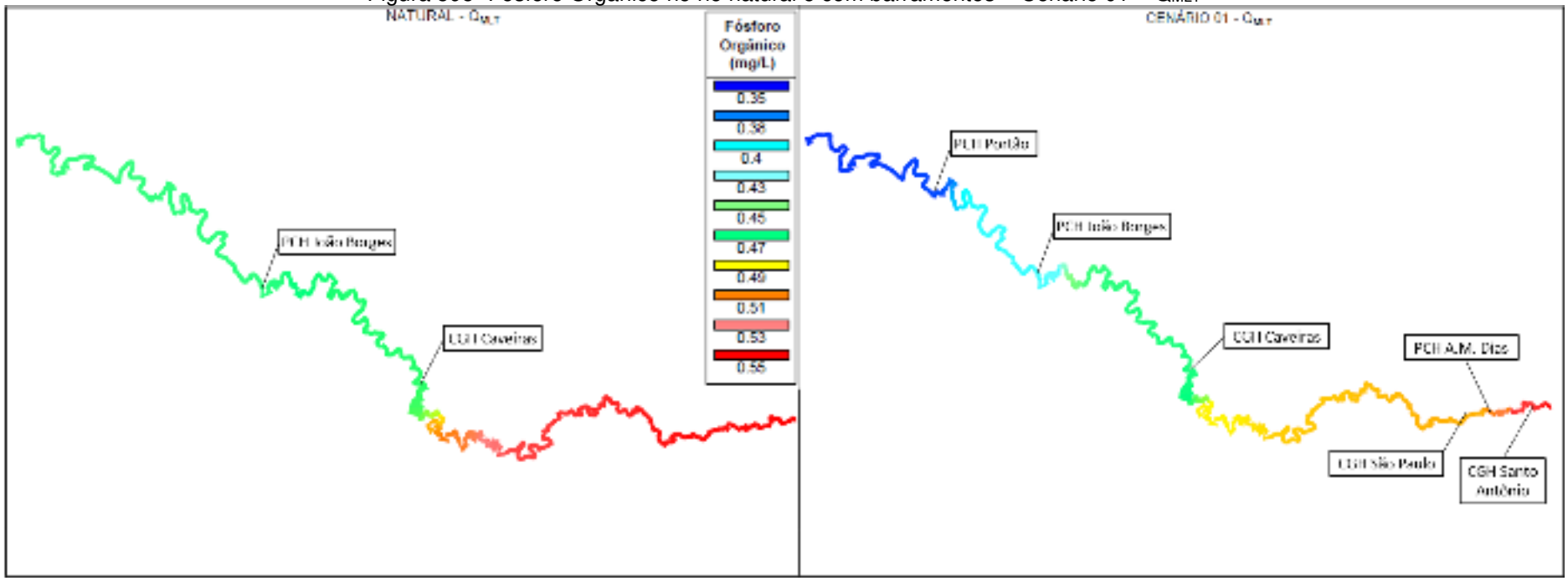
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 594- Nitrato no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT}



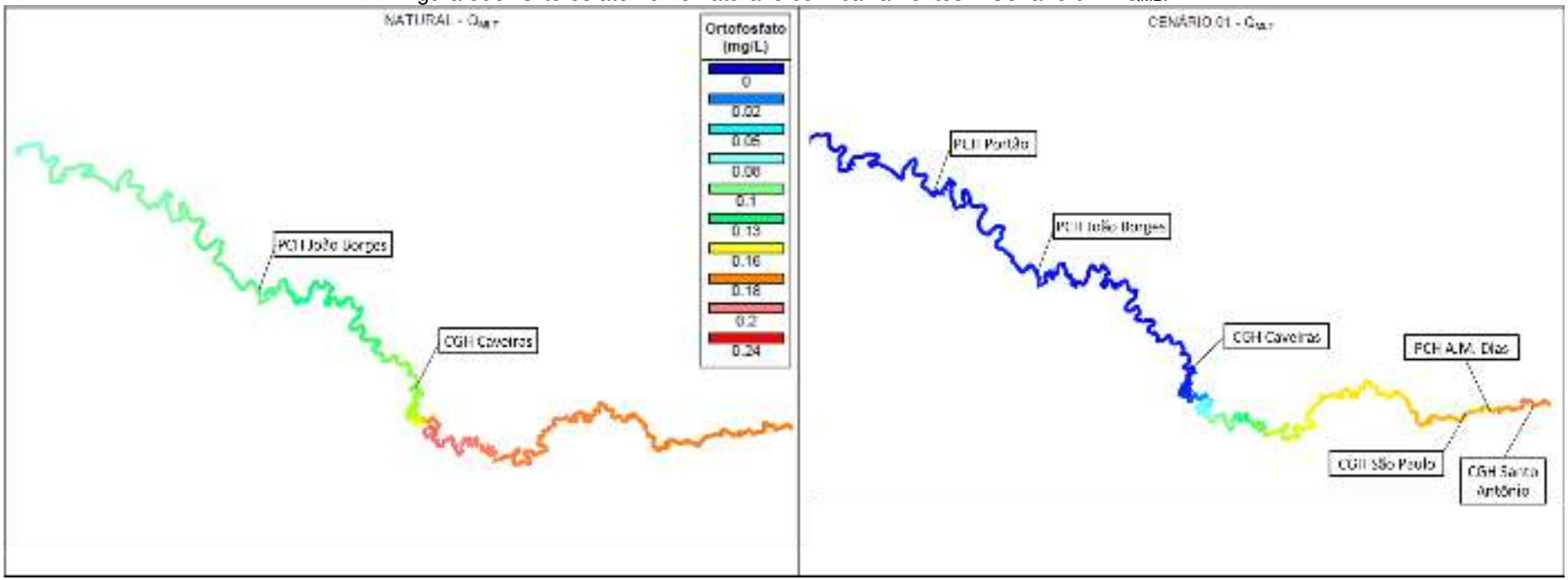
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 595- Fósforo Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT}



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 596- Ortofosfato no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – Q_{MLT}



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

11.4.2.2 Vazão de Estiagem – $Q_{7,10}$

A seguir são apresentados os resultados da modelagem de qualidade da água para o Cenário 01, considerando a vazão de referência $Q_{7,10}$.

A comparação entre os resultados das condições naturais e as concentrações resultantes após a implantação dos aproveitamentos são apresentados nas figuras a seguir. Observa-se que, há uma maior variação sobre as concentrações dos parâmetros na implantação dos barramentos no trecho de montante, especialmente quando considerada a formação do reservatório da PCH A.M. Dias. Este mesmo cenário não é observado para a formação do reservatório da PCH Portão, uma vez que este barramento se situa em uma região que já é predominantemente plana e as concentrações dos dados de entrada já apresentaram condições de qualidade da água boas para esta região.

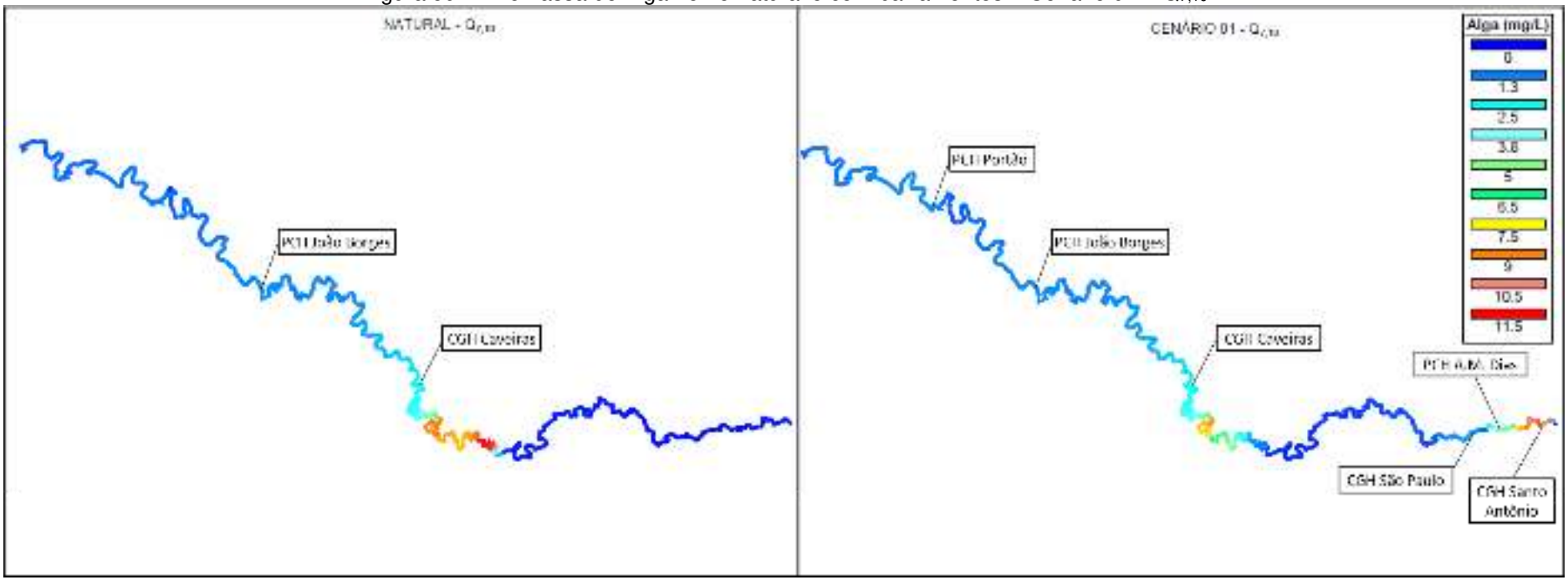
O trecho de montante do rio Caveiras apresenta maior declividade e a inserção dos barramentos representa a mudança mais significativa de um ambiente lótico para um ambiente lêntico, gerando redução das velocidades, consequente redução da concentração de oxigênio dissolvido e criação de um ambiente propício para a proliferação de algas.

Para o parâmetro DBO, observou-se redução das concentrações com a implantação dos barramentos de montante, justificado pela formação de ambientes que favorecem a sedimentação e decomposição da matéria orgânica.

Com a implantação dos barramentos, verificou-se um aumento nas concentrações de nitrogênio orgânico, indicando aumento da deposição de matéria orgânica nitrogenada.

Para as os parâmetros fósforo orgânico e ortofosfato observou-se uma redução das concentrações. Entretanto, salienta-se que, após os 45 dias de simulação ocorreu significativa autodepuração destes componentes.

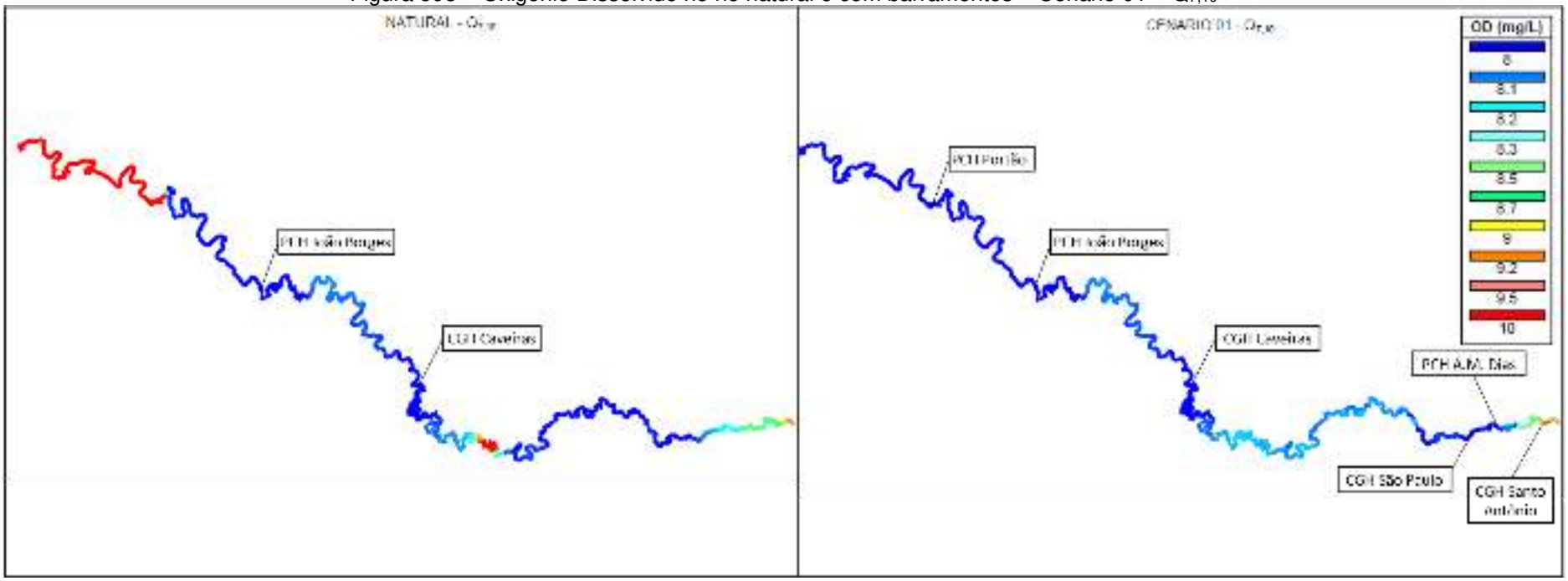
Figura 597 - Biomassa de Alga no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2737
desenvolvergestaoambiental

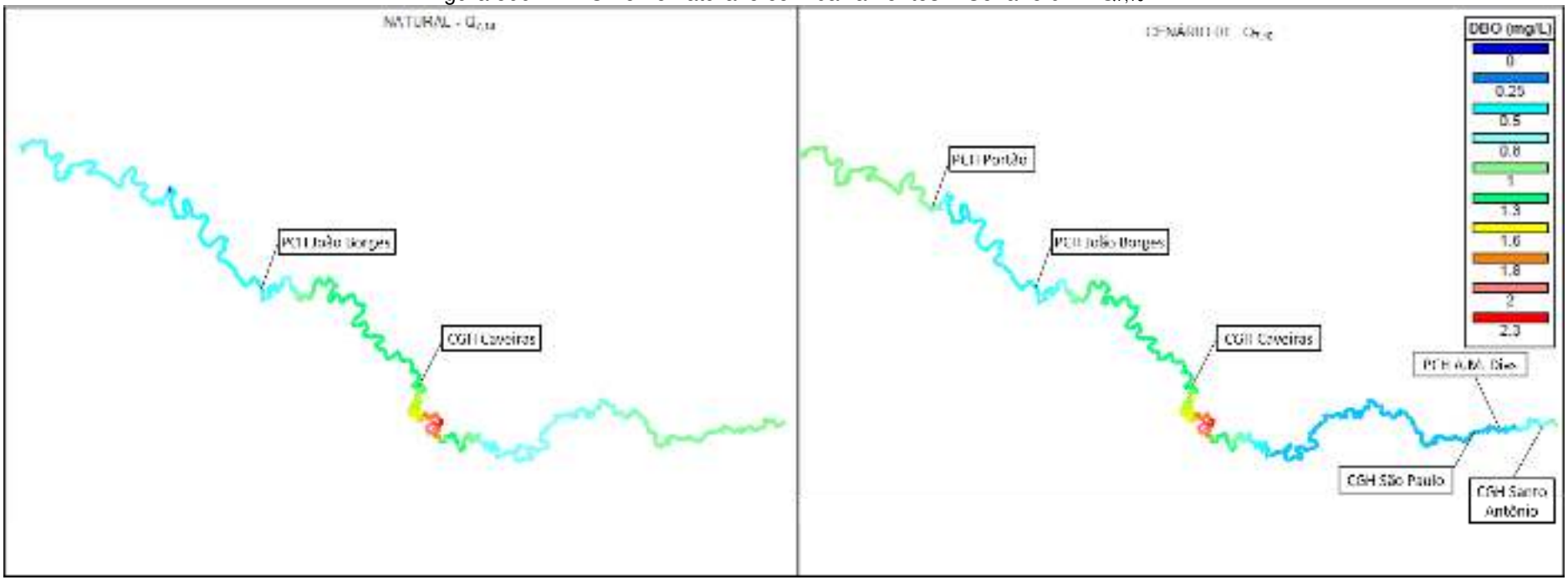
Figura 598 – Oxigênio Dissolvido no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

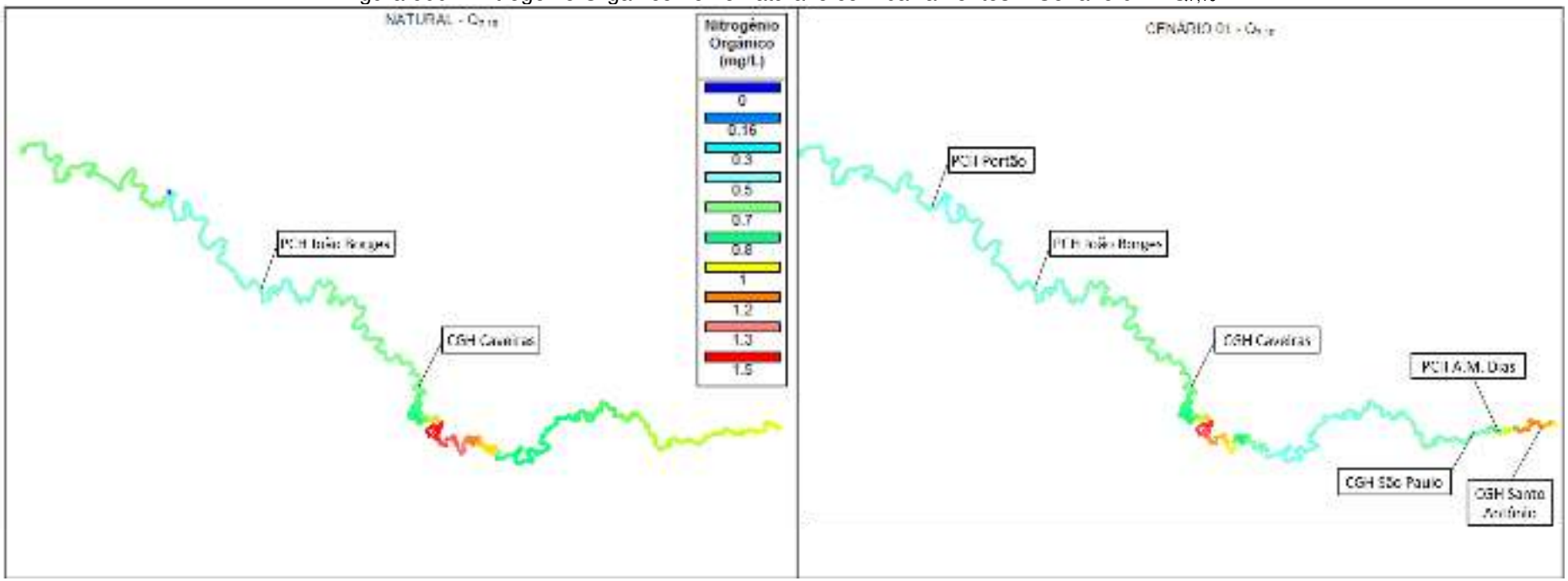
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 599 – DBO no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$



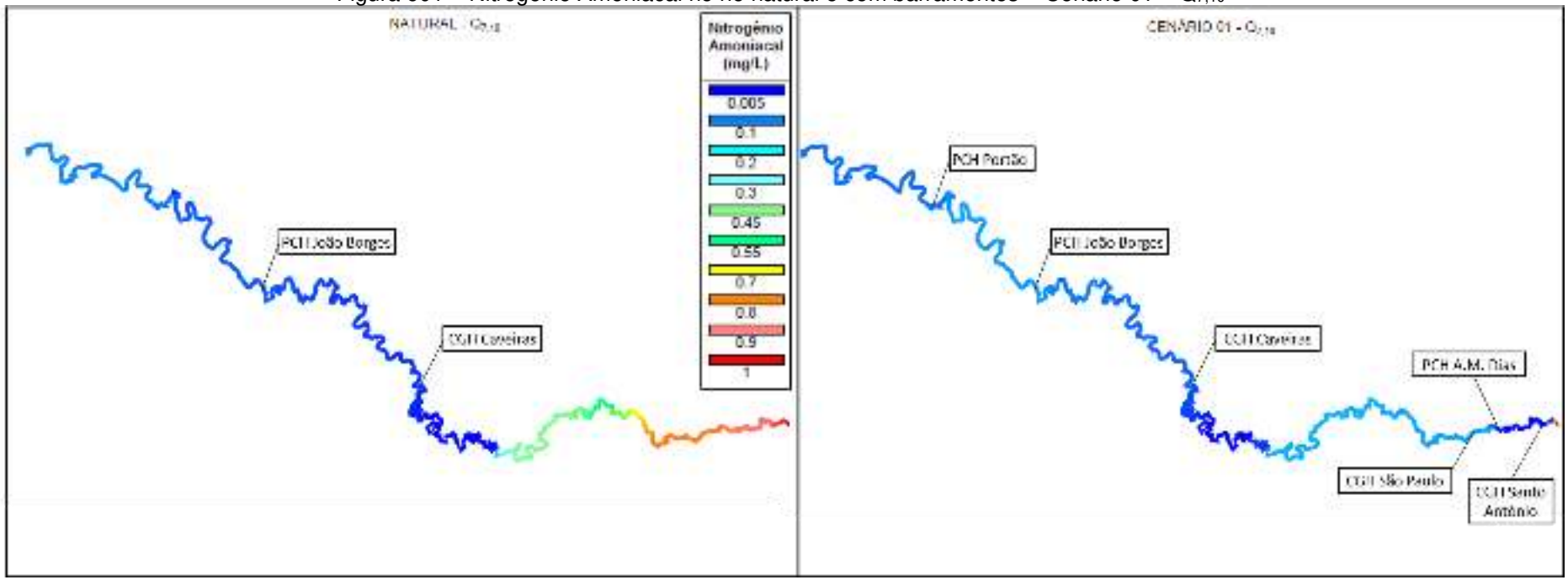
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 600 – Nitrogênio Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$



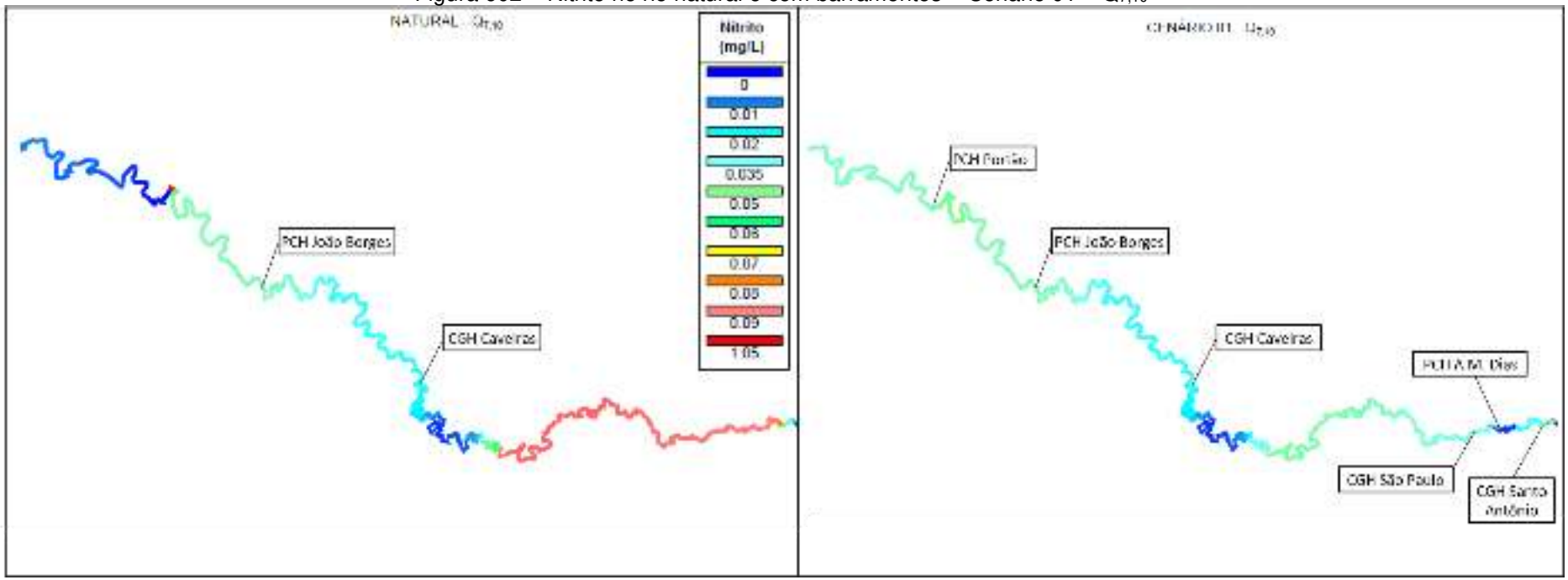
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 601 – Nitrogênio Amoniacal no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

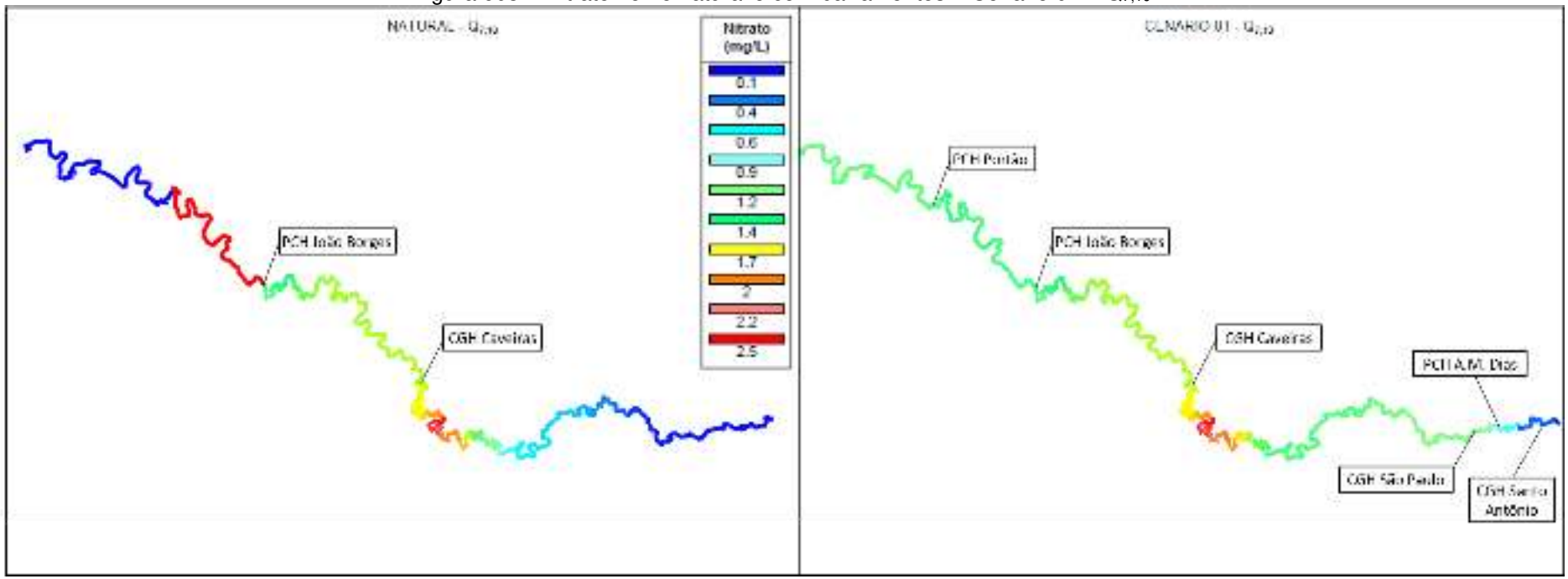
Figura 602 – Nitrito no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

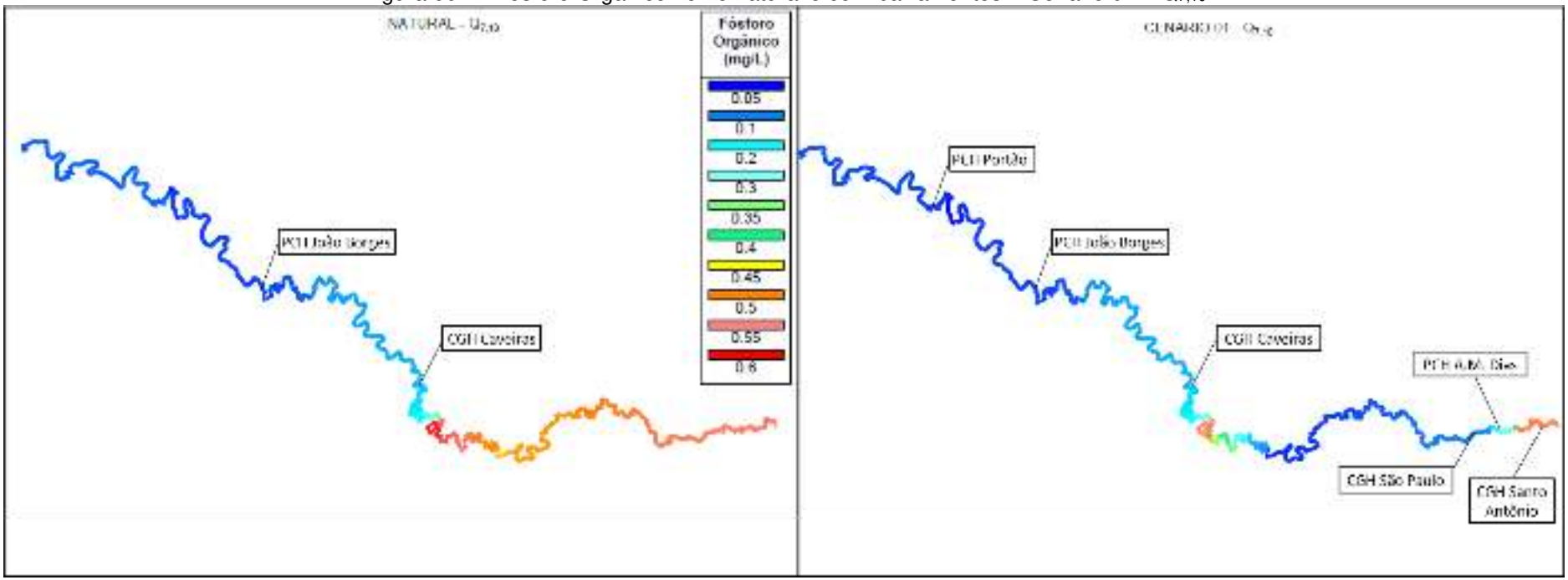
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 603 – Nitrato no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$



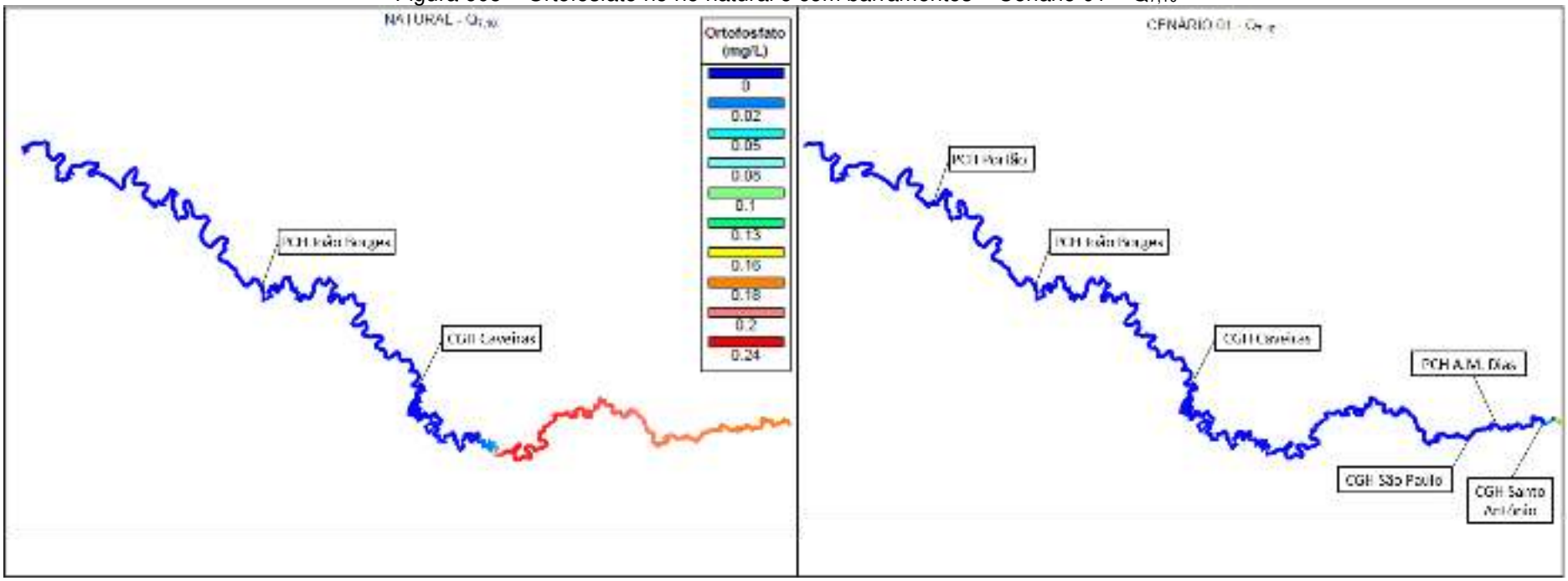
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 604 – Fósforo Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 605 – Ortofosfato no rio natural e com barramentos – Cenário 01 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

11.4.3 Cenário 02

11.4.3.1 Vazão Média de Longo Termo - Q_{MLT}

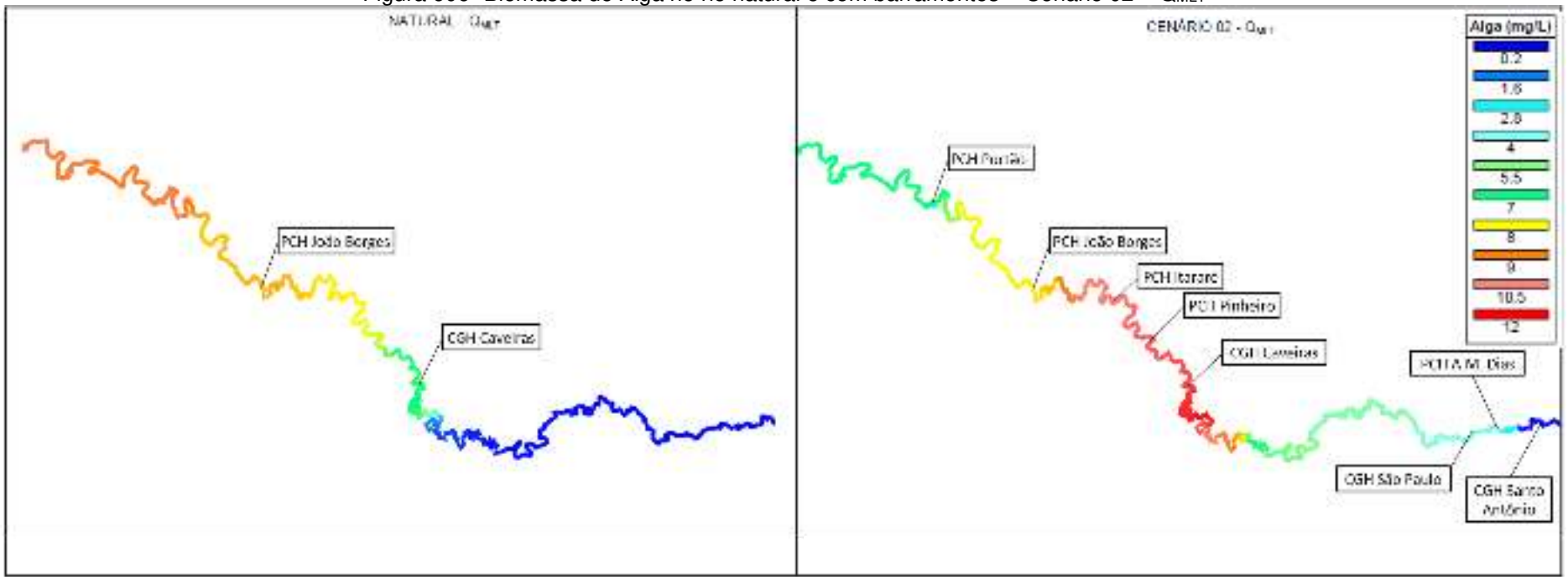
A seguir são apresentados os resultados da modelagem de qualidade da água para o Cenário 02, considerando a vazão de referência Q_{MLT}.

Os resultados são apresentados de forma comparativa com as condições naturais (Cenário 00), a fim de verificar a influência da implantação dos barramentos propostos no cenário atual.

De forma adicional ao Cenário 01, avaliou-se os impactos da implantação da PCH Pinheiro e PCH Itararé nos parâmetros de qualidade d'água. Observou-se que, de forma cumulativa, com a implantação destes dois empreendimentos não há alteração nos parâmetros de qualidade d'água quando comparados ao Cenário 01.

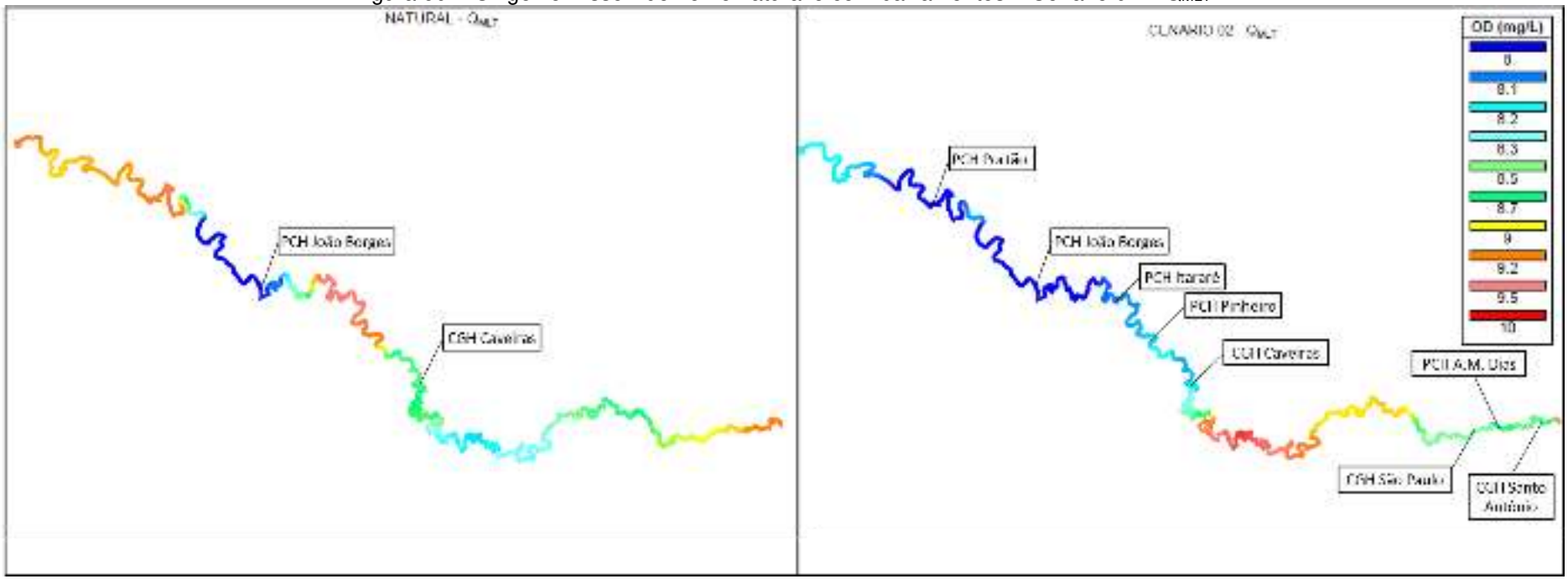
Nas figuras que apresentam o comparativo entre o Cenário 00 (Natural) e o Cenário 02, é possível identificar as mesmas alterações cumulativas indicadas para o Cenário 01 sem a implantação da PCH Pinheiro e PCH Itararé. Cabe ressaltar que os barramentos destes empreendimentos apresentam alturas pequenas e os reservatórios foram considerados com uma interferência intermediária quando avaliados em sua extensão e variação de velocidade nos Estudos de Remanso.

Figura 606- Biomassa de Alga no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT}



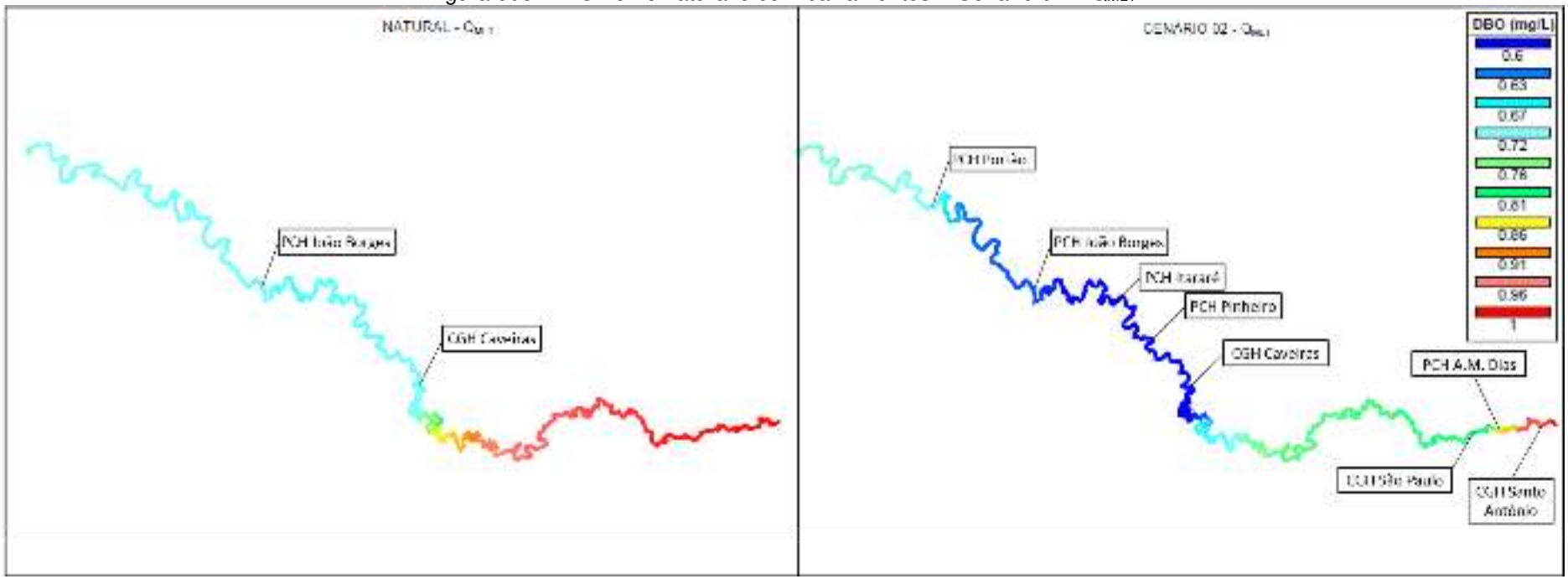
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 607- Oxigênio Dissolvido no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT}



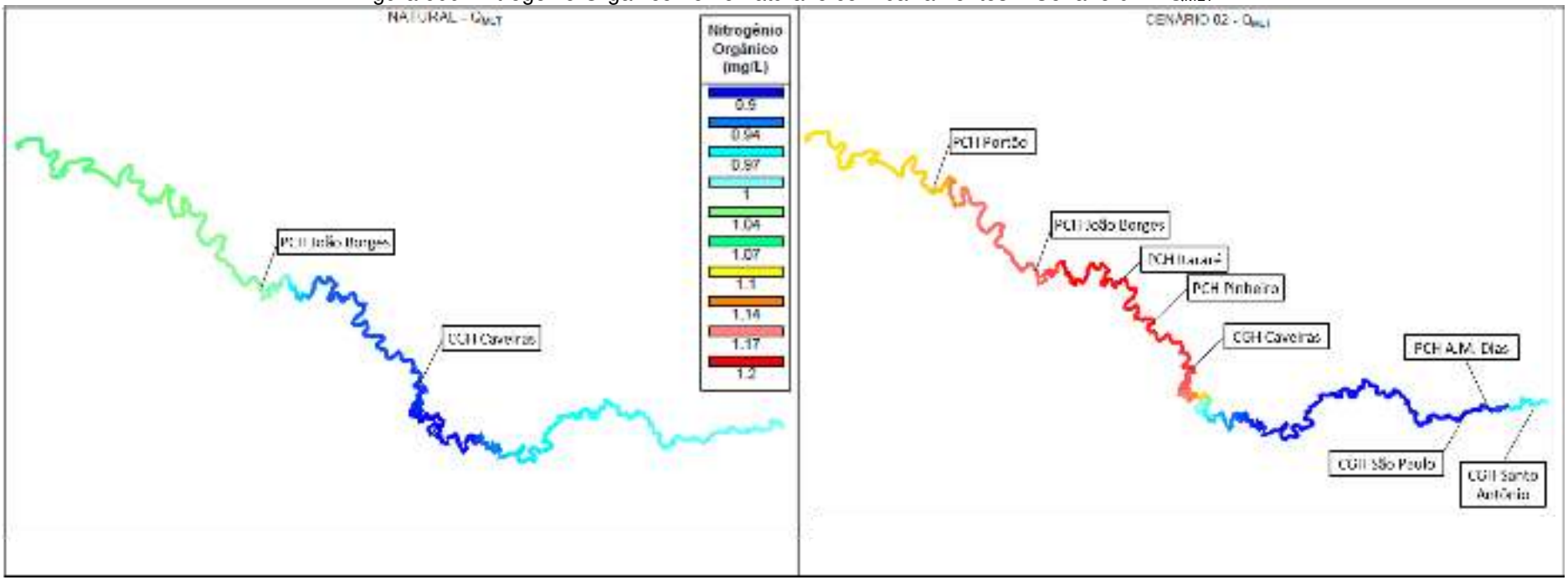
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 608- DBO no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT}



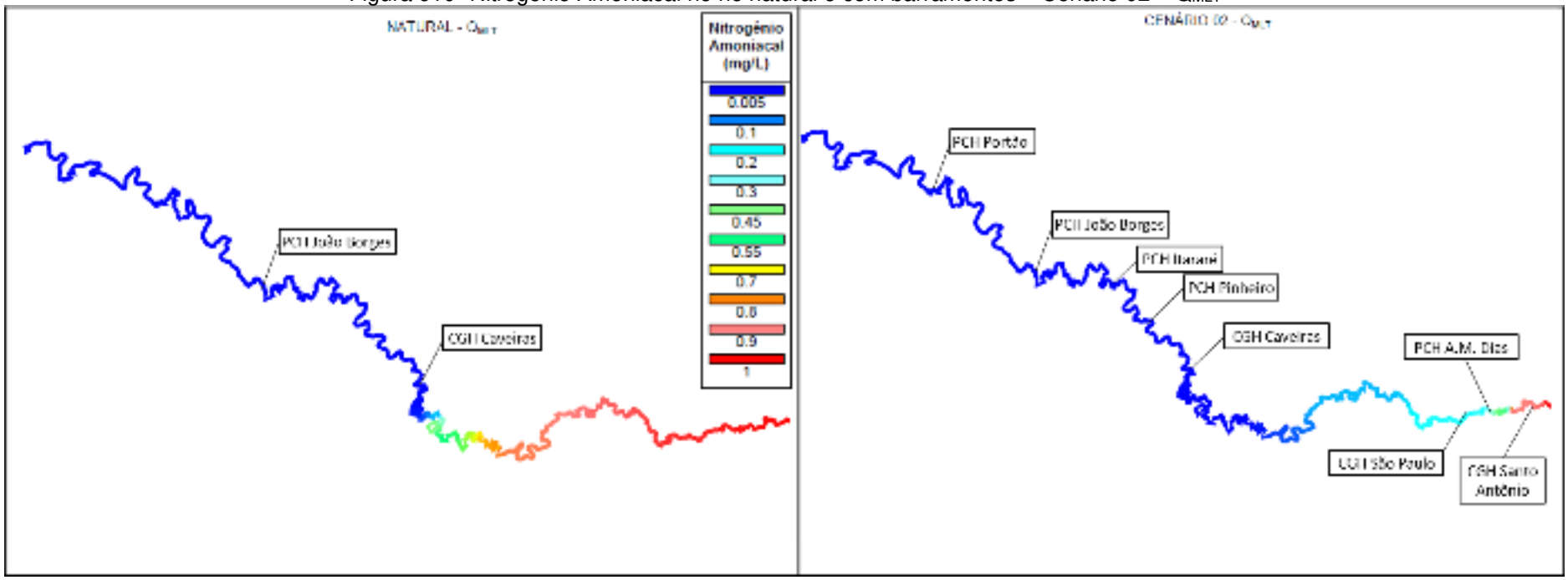
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 609- Nitrogênio Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT}



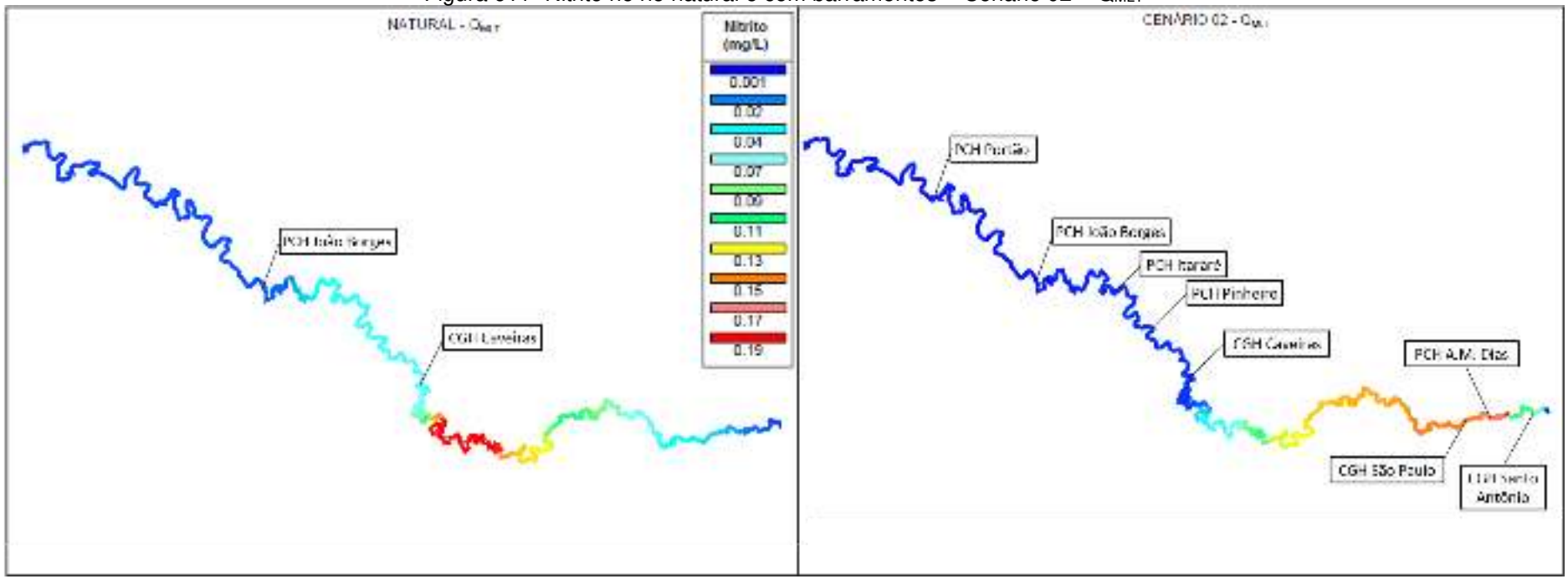
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 610- Nitrogênio Amoniacal no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT}



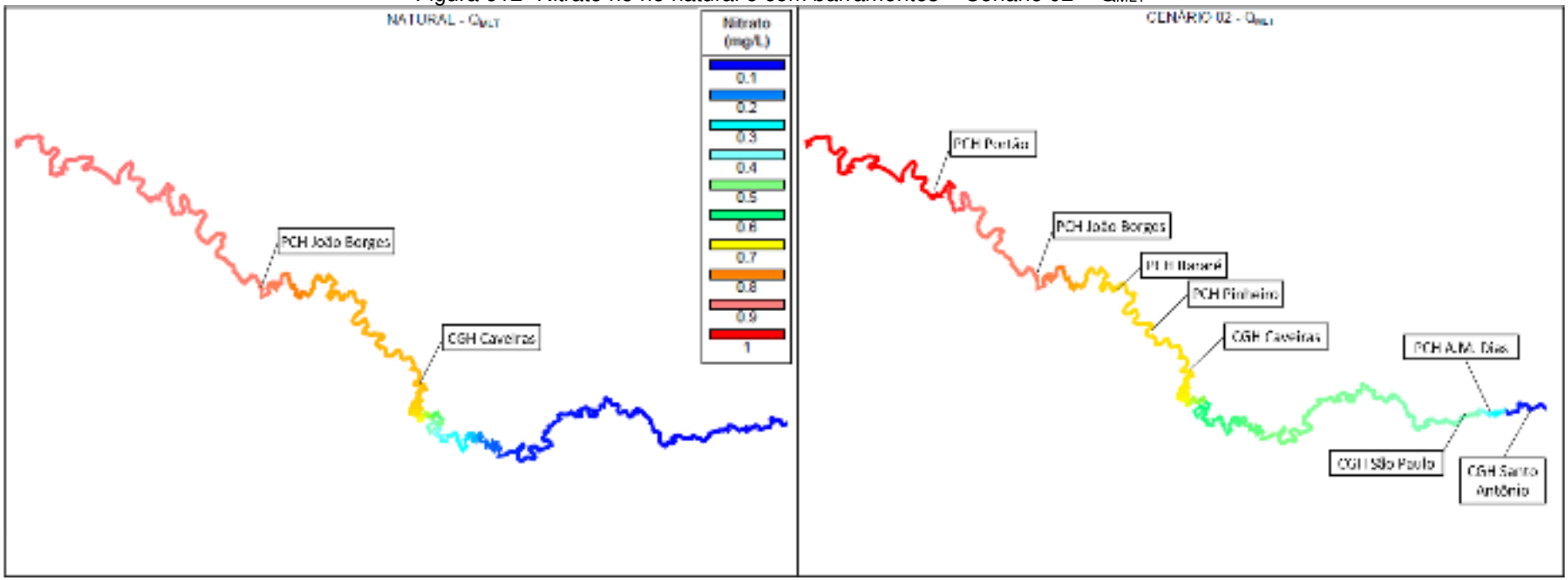
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 611- Nitrito no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT}



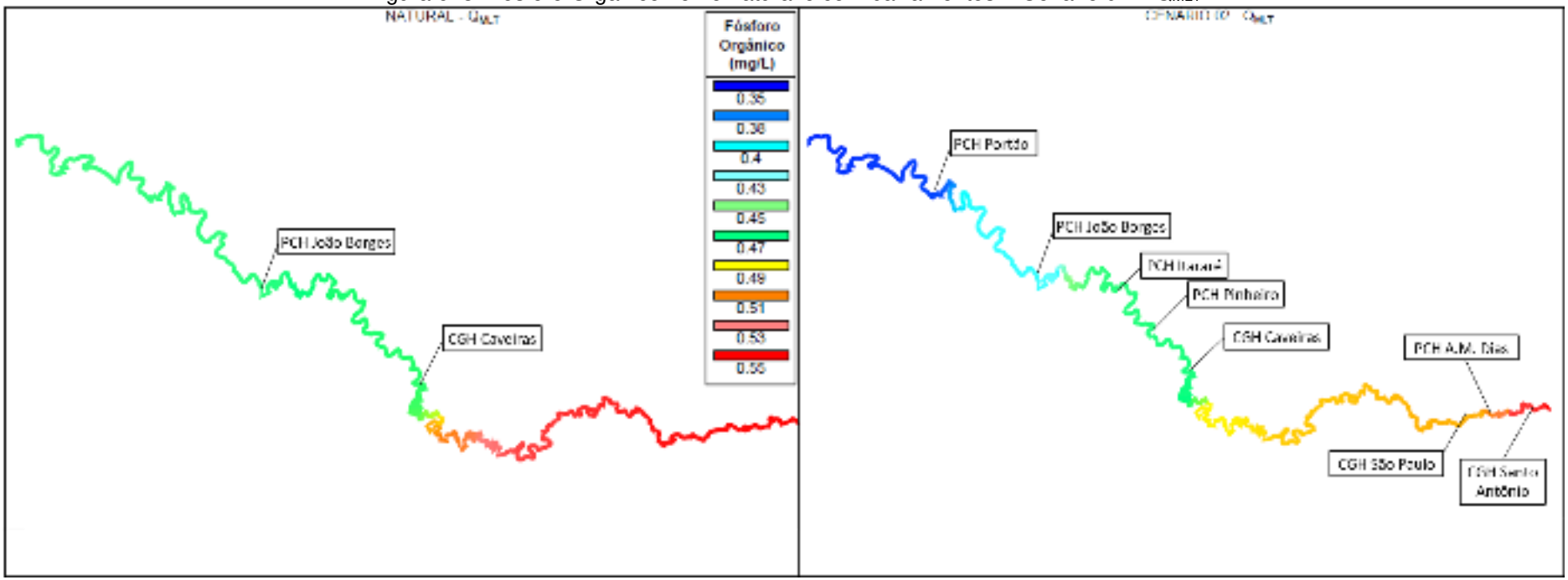
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 612- Nitrato no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT}



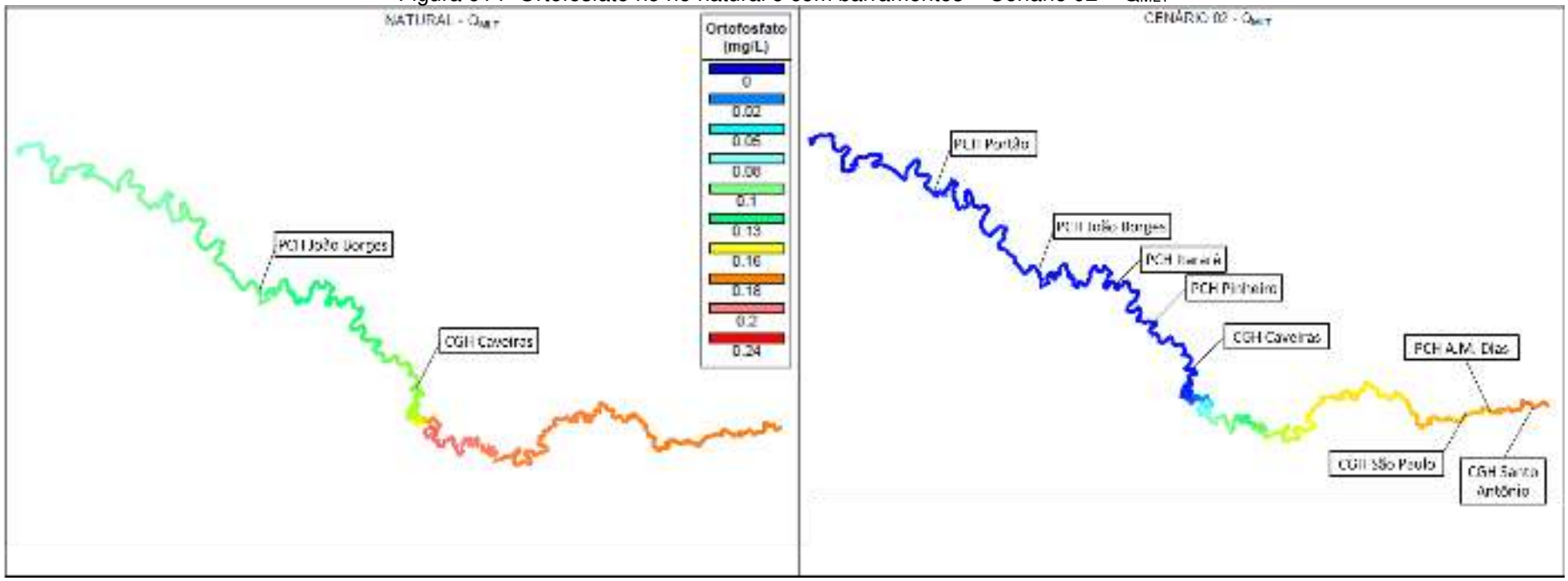
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 613- Fósforo Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT}



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 614- Ortofosfato no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – Q_{MLT}



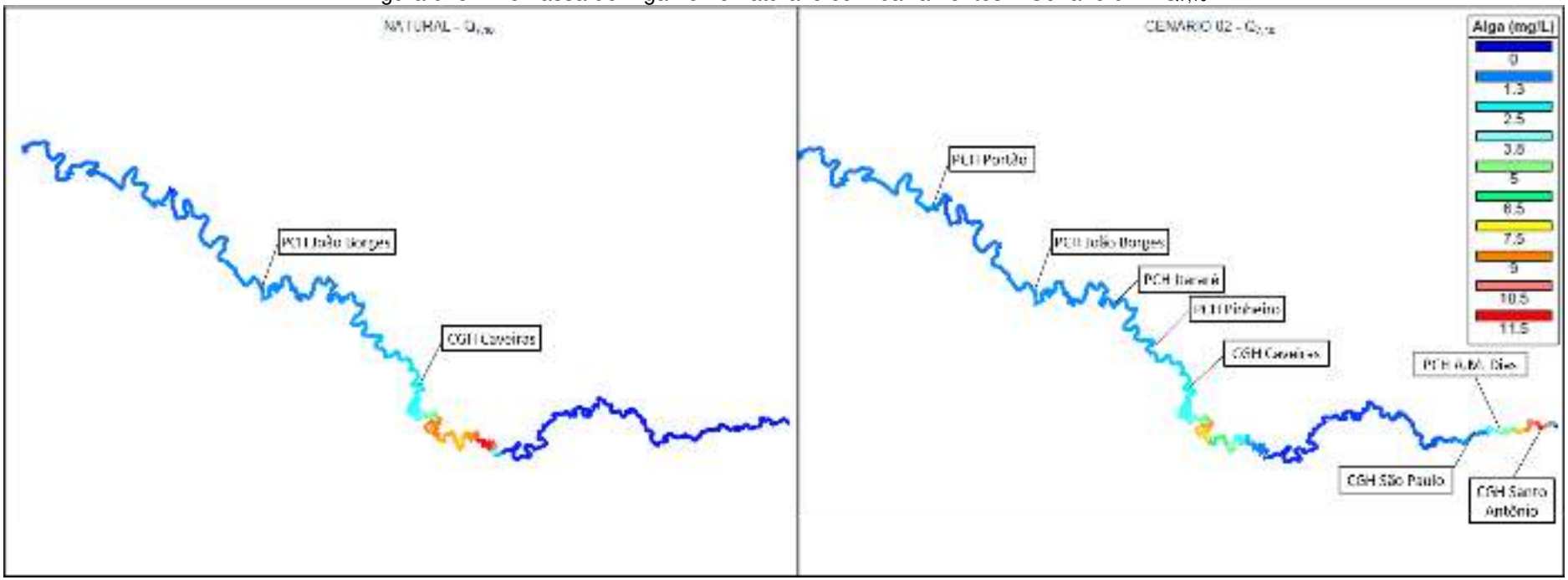
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

11.4.3.2 Vazão de Estiagem – $Q_{7,10}$

Na sequência são apresentadas as figuras com os resultados dos impactos cumulativos nos parâmetros de qualidade da água para o Cenário 02, considerando a vazão $Q_{7,10}$.

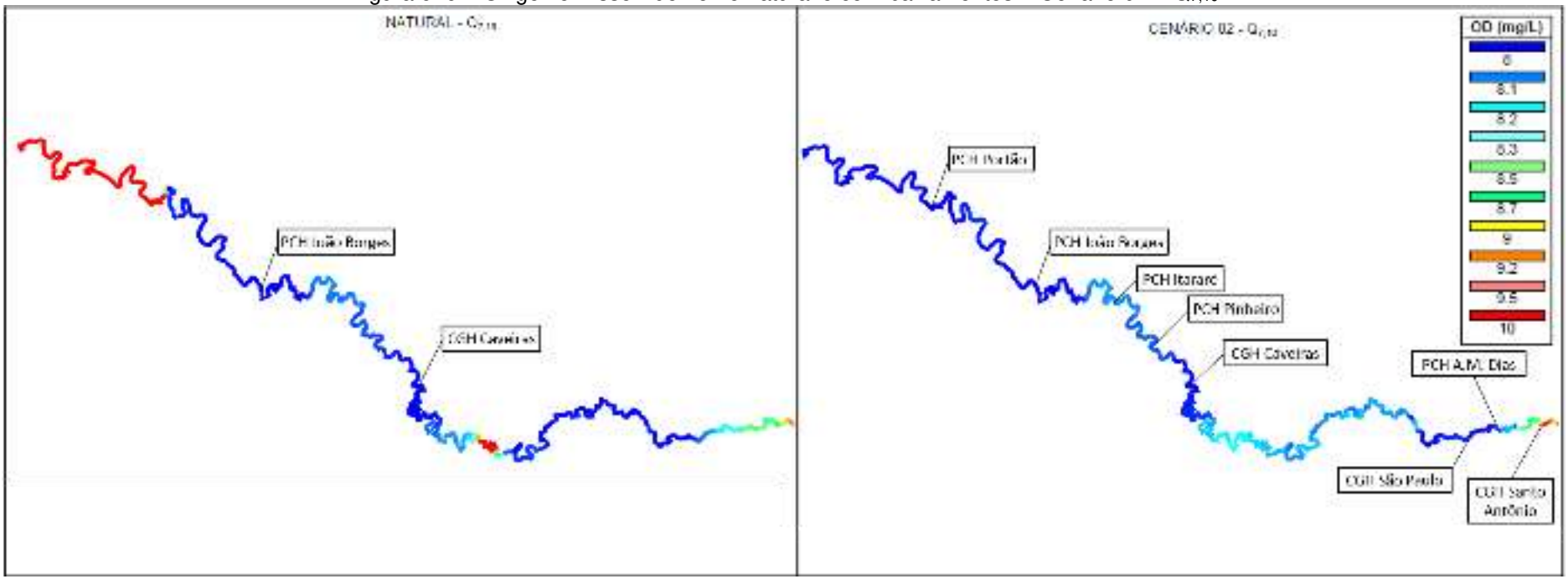
De maneira similar ao comparativo apresentado para a vazão Q_{MLT}, observou-se que, comparado ao Cenário 01 em que não há a implantação dos empreendimentos PCH Pinheiro e PCH Itararé, não há alteração das concentrações dos parâmetros neste trecho. Os resultados indicam, que ainda para a vazão de estiagem, a implantação destes dois barramentos não representa um impacto cumulativo para o rio Caveiras.

Figura 615 - Biomassa de Alga no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$



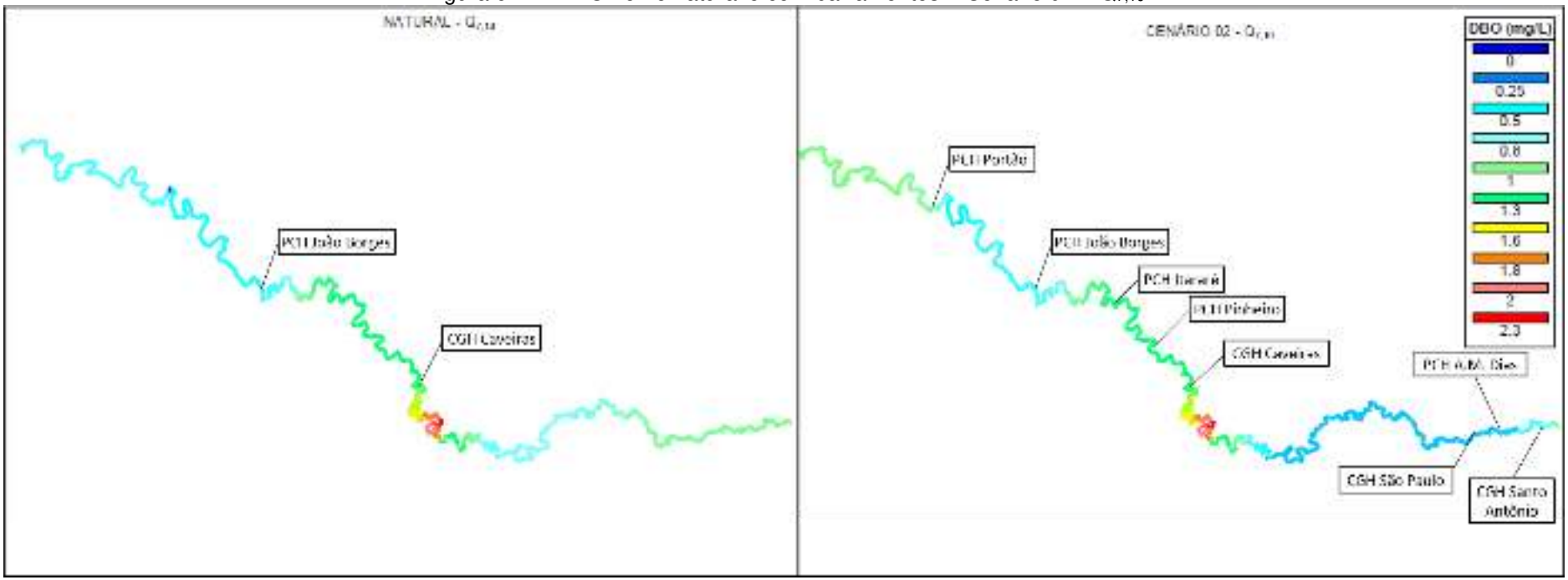
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 616 – Oxigênio Dissolvido no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$



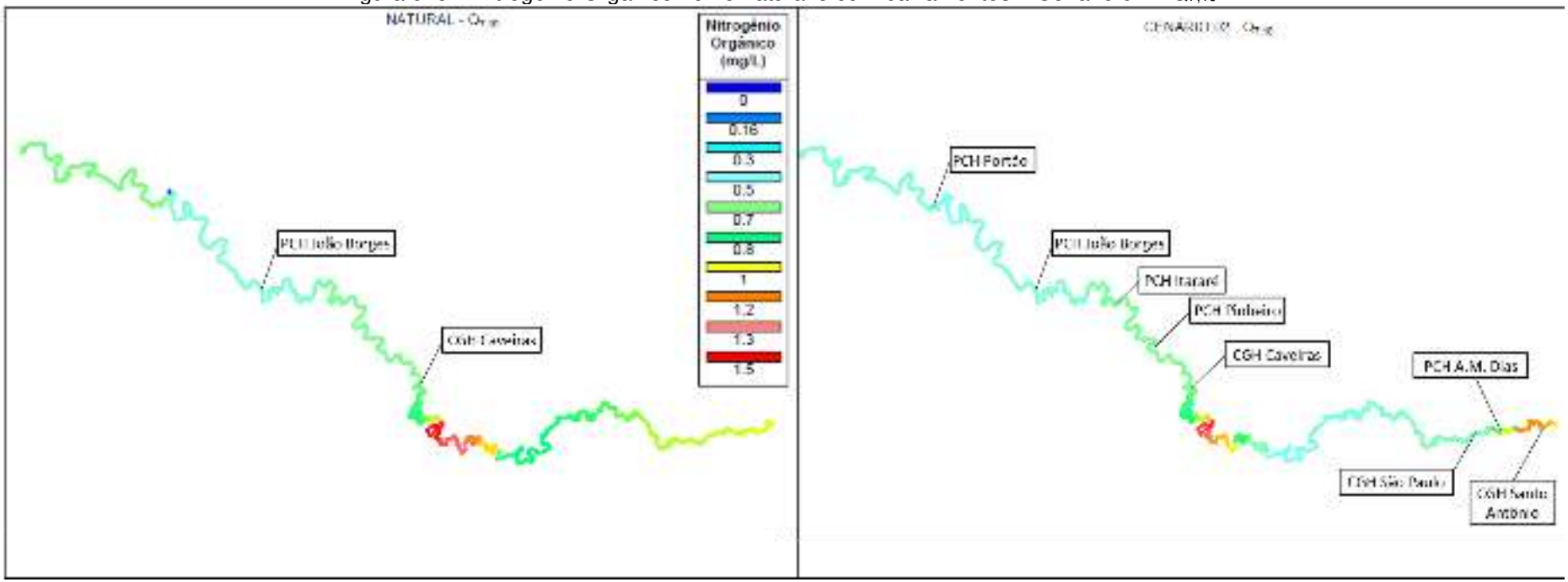
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 617 – DBO no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$



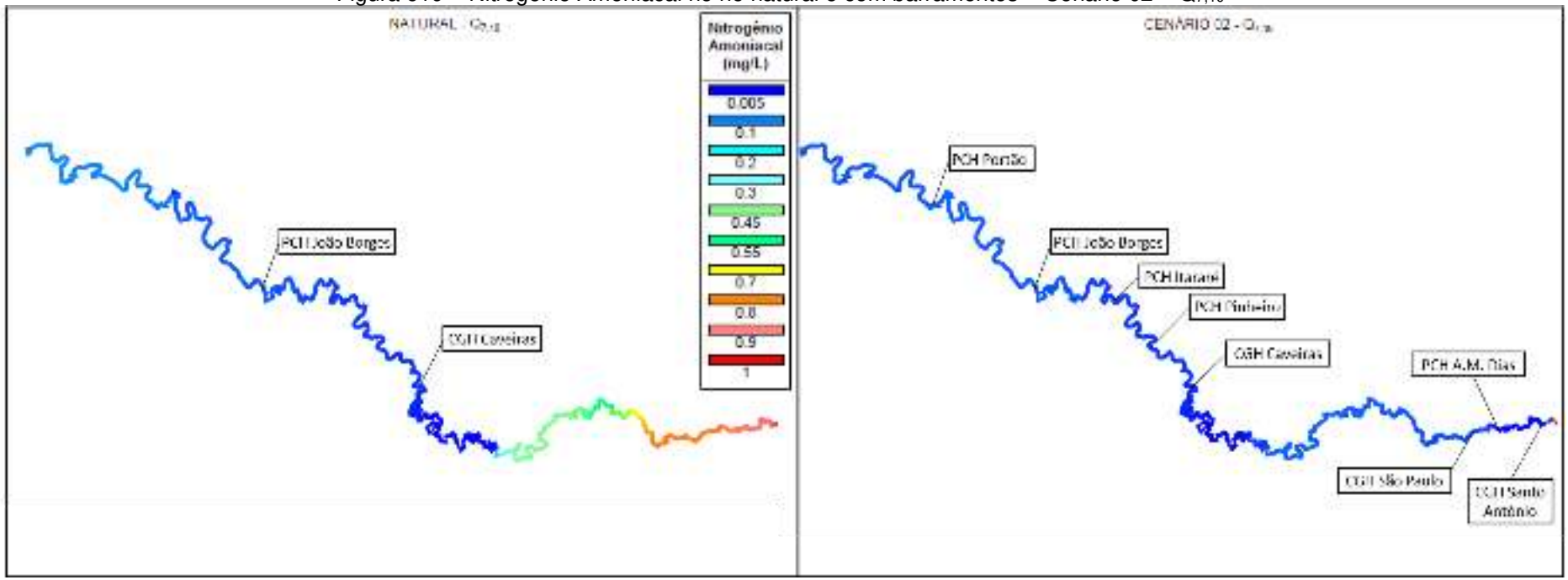
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 618 – Nitrogênio Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$



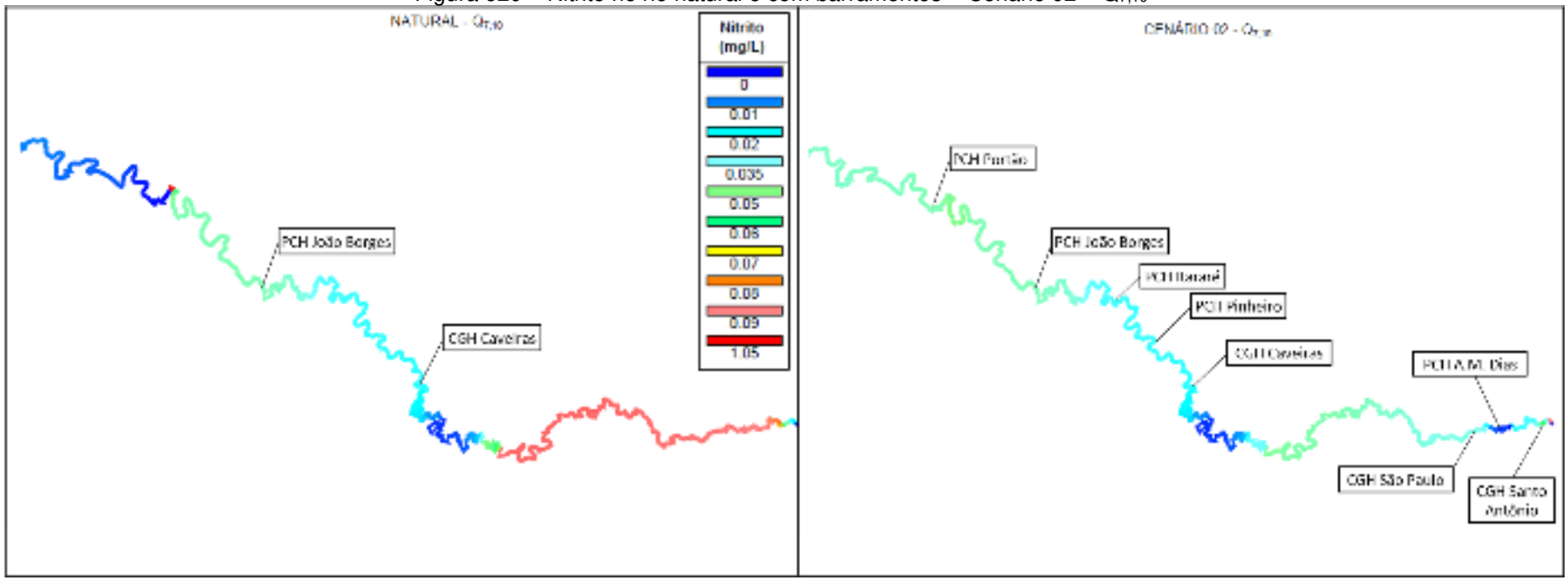
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 619 – Nitrogênio Amoniacal no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$



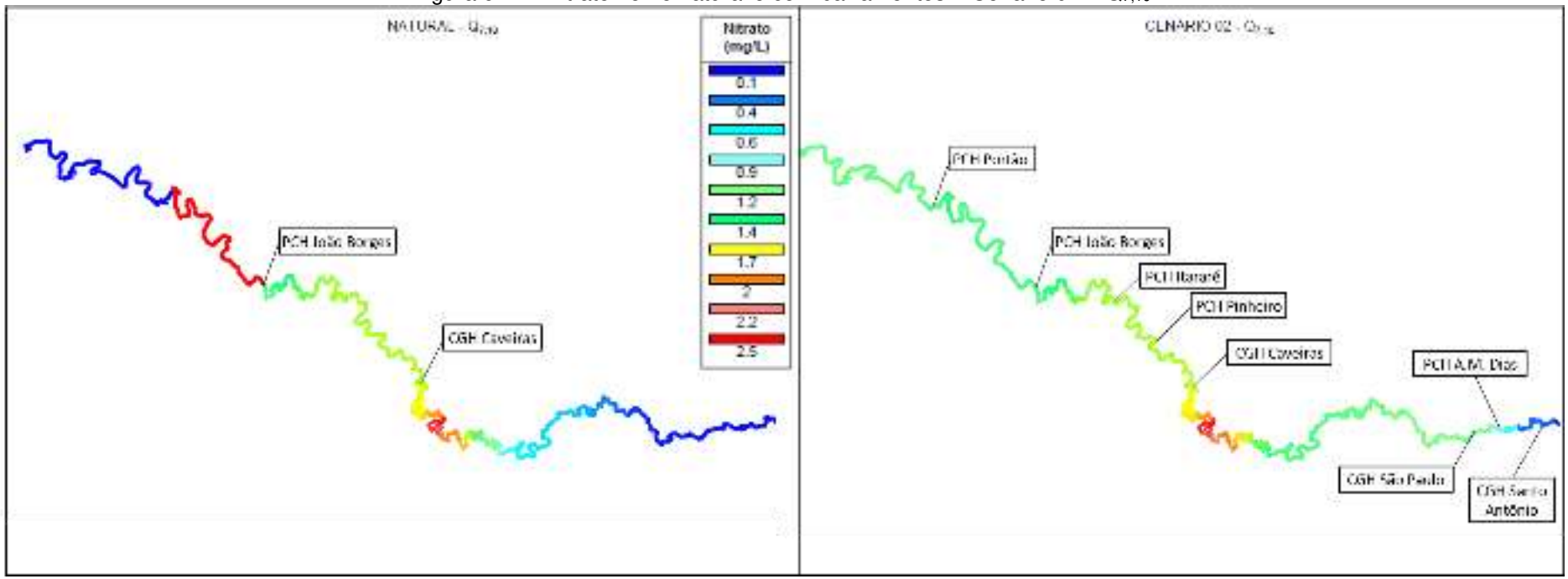
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 620 – Nitrito no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$



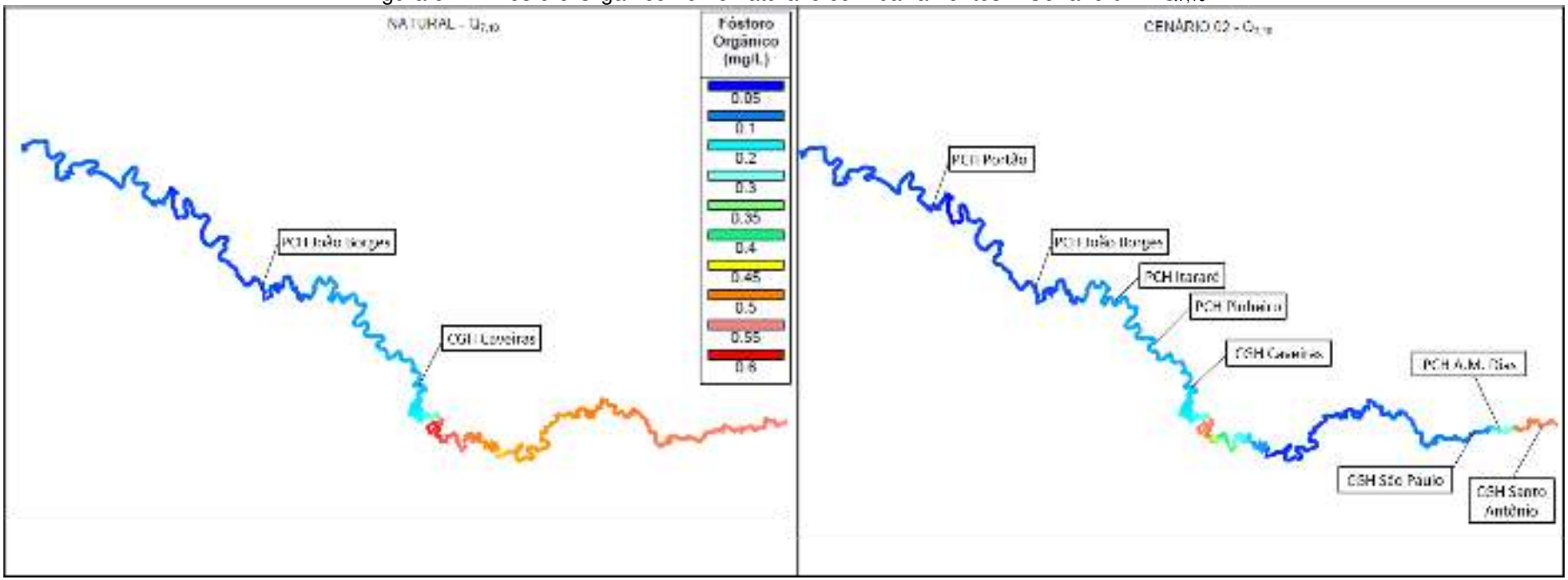
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 621 – Nitrato no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$



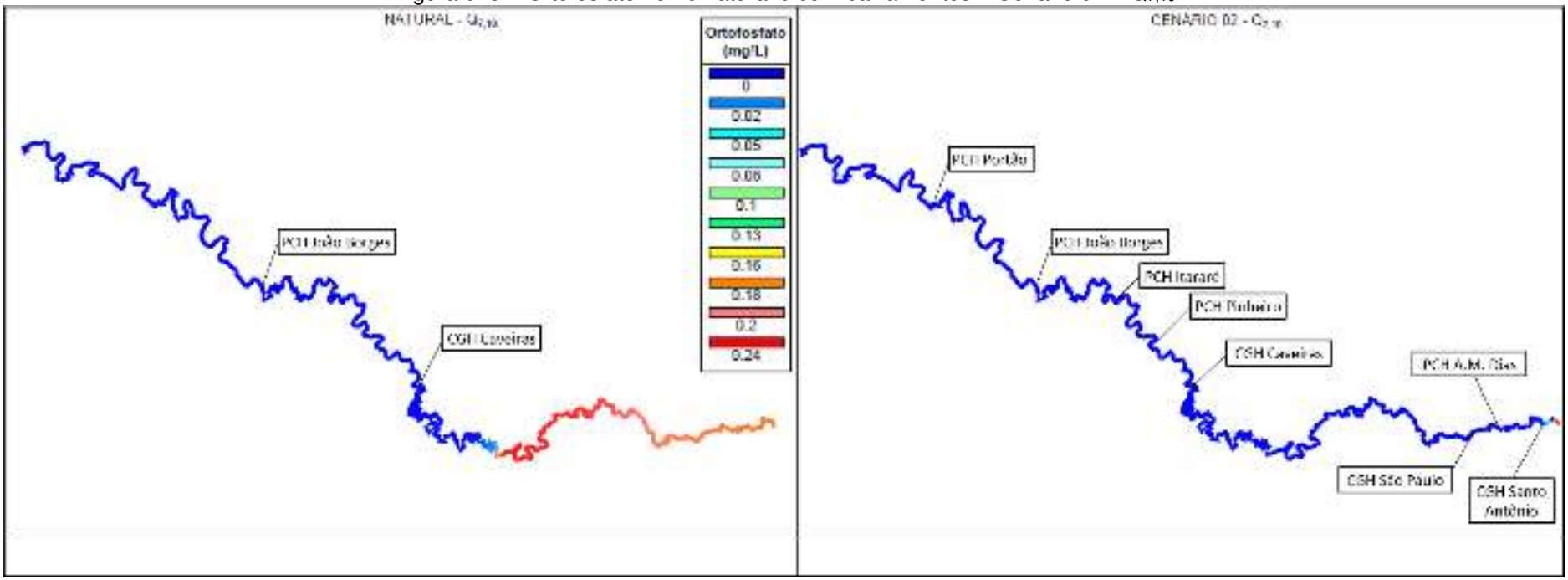
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 622 – Fósforo Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 623 – Ortofosfato no rio natural e com barramentos – Cenário 02 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

11.4.4 Cenário 03

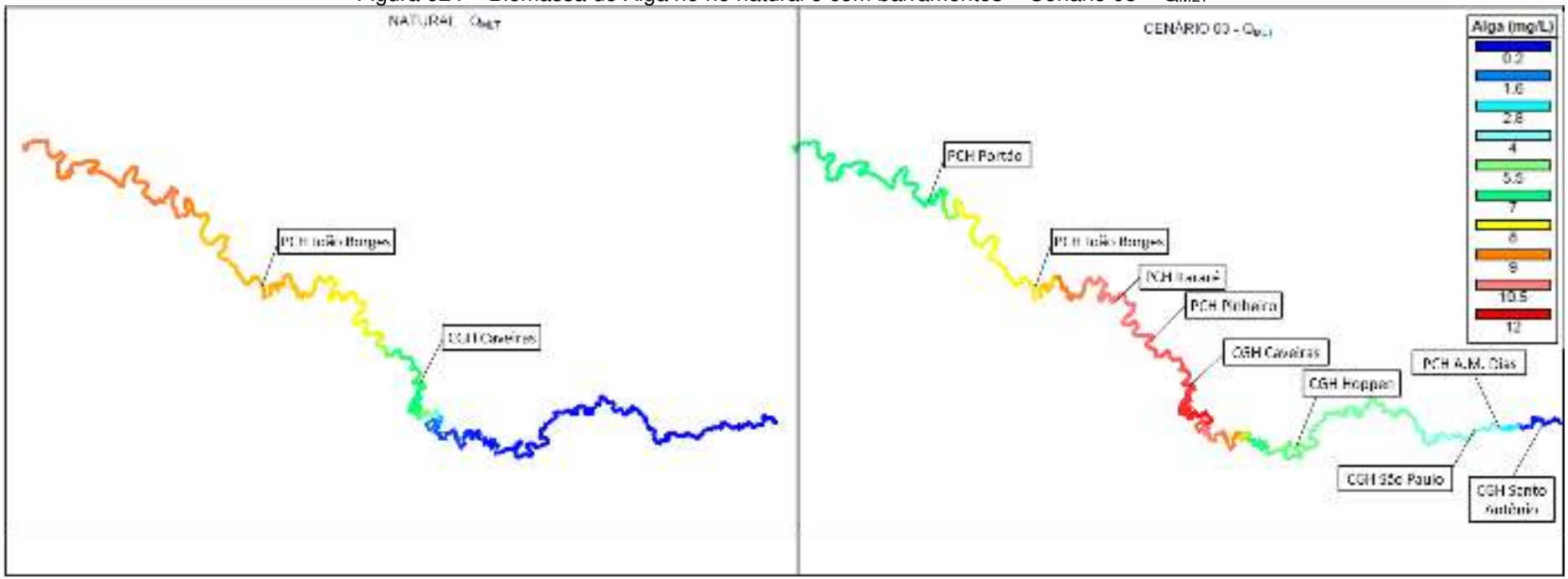
11.4.4.1 Vazão Média de Longo Termo - Q_{MLT}

A seguir são apresentados os resultados da modelagem de qualidade da água para o Cenário 03, considerando a vazão de referência Q_{MLT}.

O Cenário 03 avalia a adicional implantação da CGH Hoppen, em relação ao Cenário 02. Sendo assim, observou-se a partir dos resultados que a implantação da CGH Hoppen não altera significativamente nenhum parâmetro de qualidade de água de forma cumulativa, quando comparado ao Cenário 01.

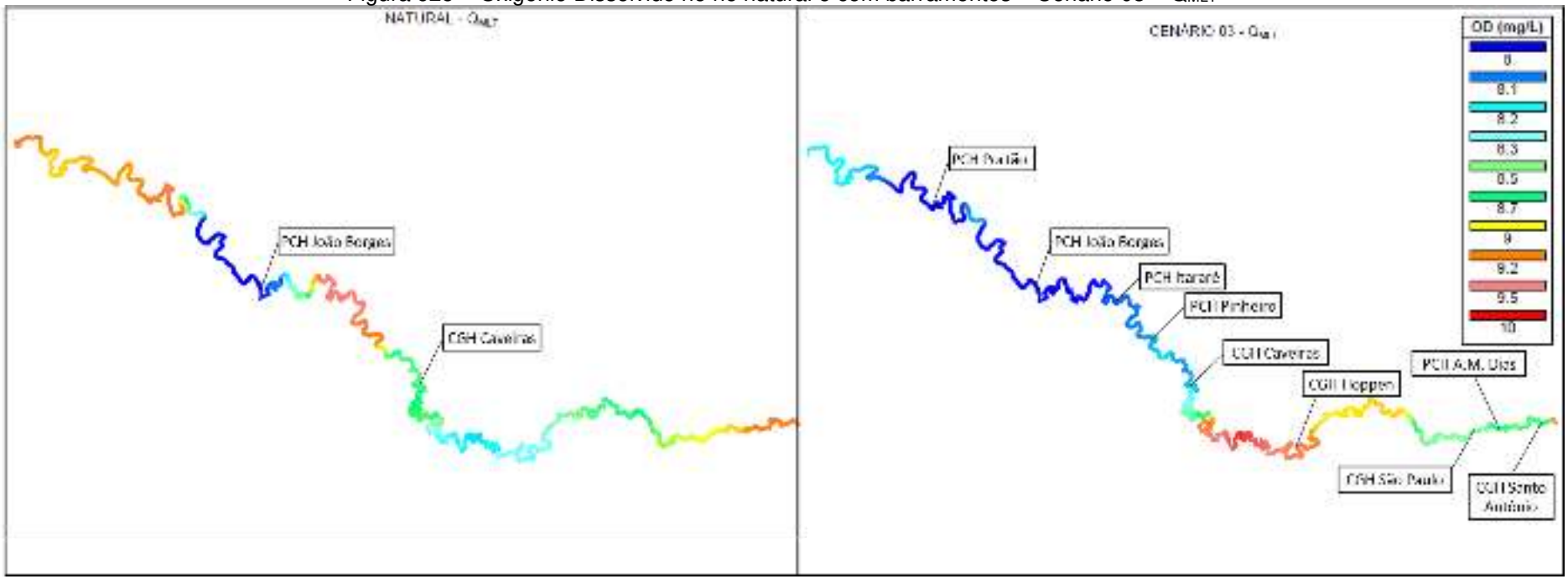
A CGH Hoppen está situada em uma região predominantemente plana, na qual a redução das velocidades não apresenta uma grande amplitude. Adicionalmente, a CGH Hoppen está situada entre o trecho a montante da CGH Caveiras e a jusante do centro urbano de Lages. Neste trecho, foram inicialmente identificadas as piores condições de qualidade da água (trecho em que ocorre os picos de concentrações iniciais), sendo influenciado principalmente pelos parâmetros de qualidade a montante determinados pela influência das contribuições e alterações provenientes da área urbana de Lages e à jusante, pela dimensão do reservatório da CGH Caveiras.

Figura 624 – Biomassa de Alga no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}



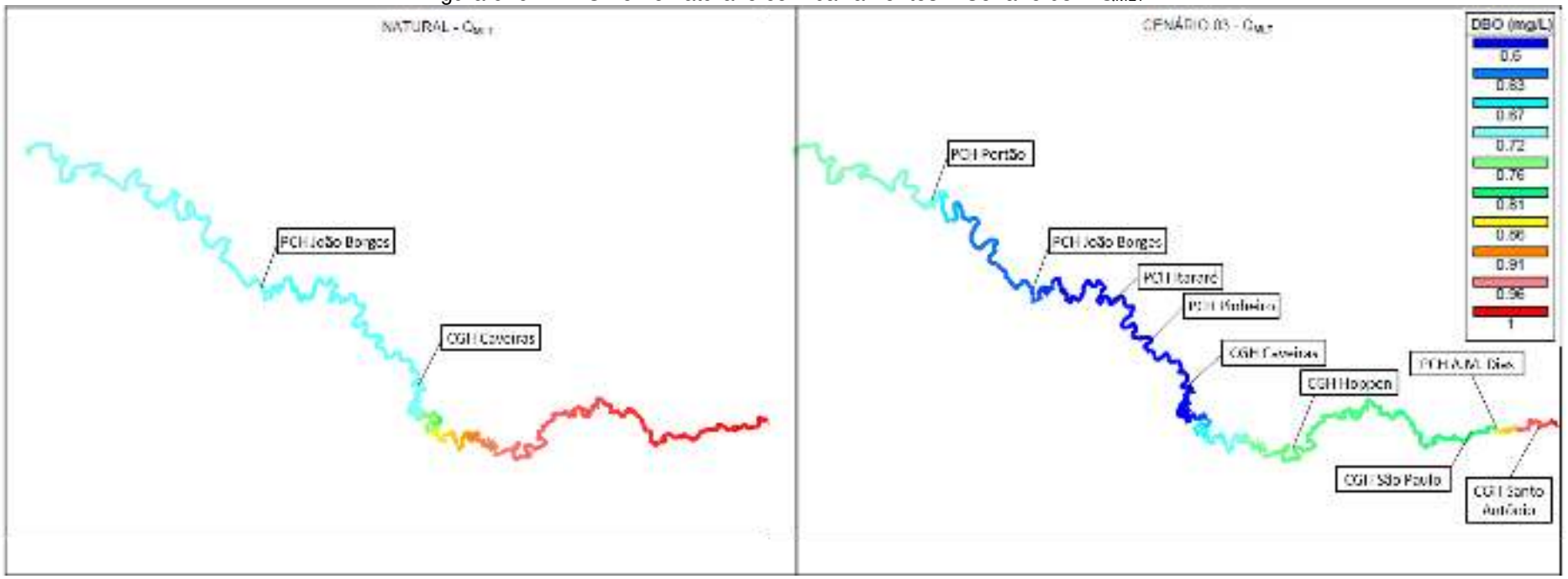
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 625 – Oxigênio Dissolvido no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}



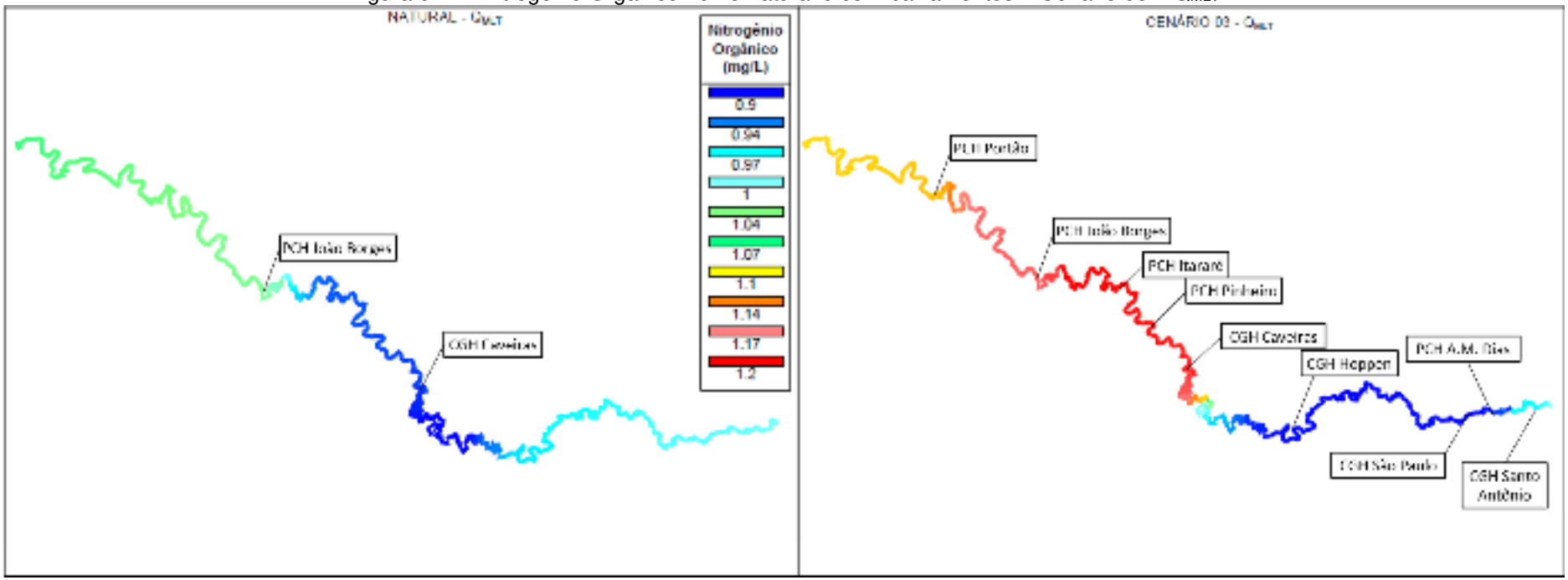
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 626 – DBO no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}



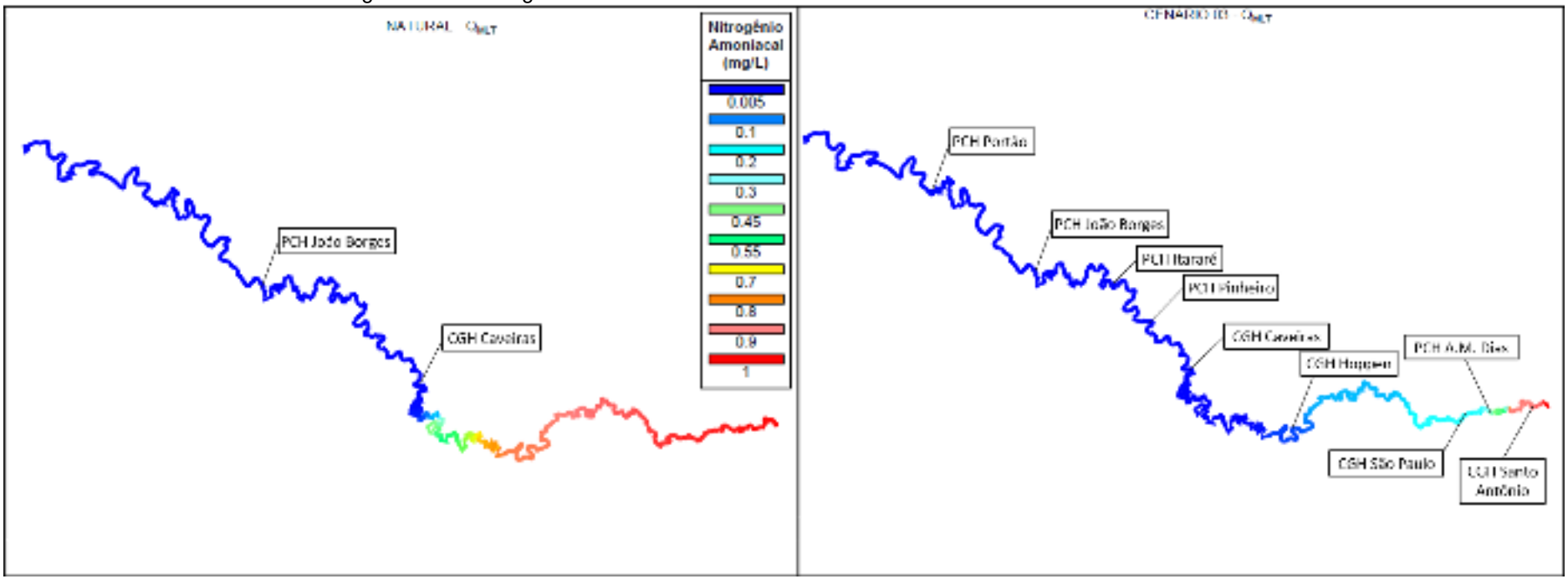
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 627 – Nitrogênio Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}



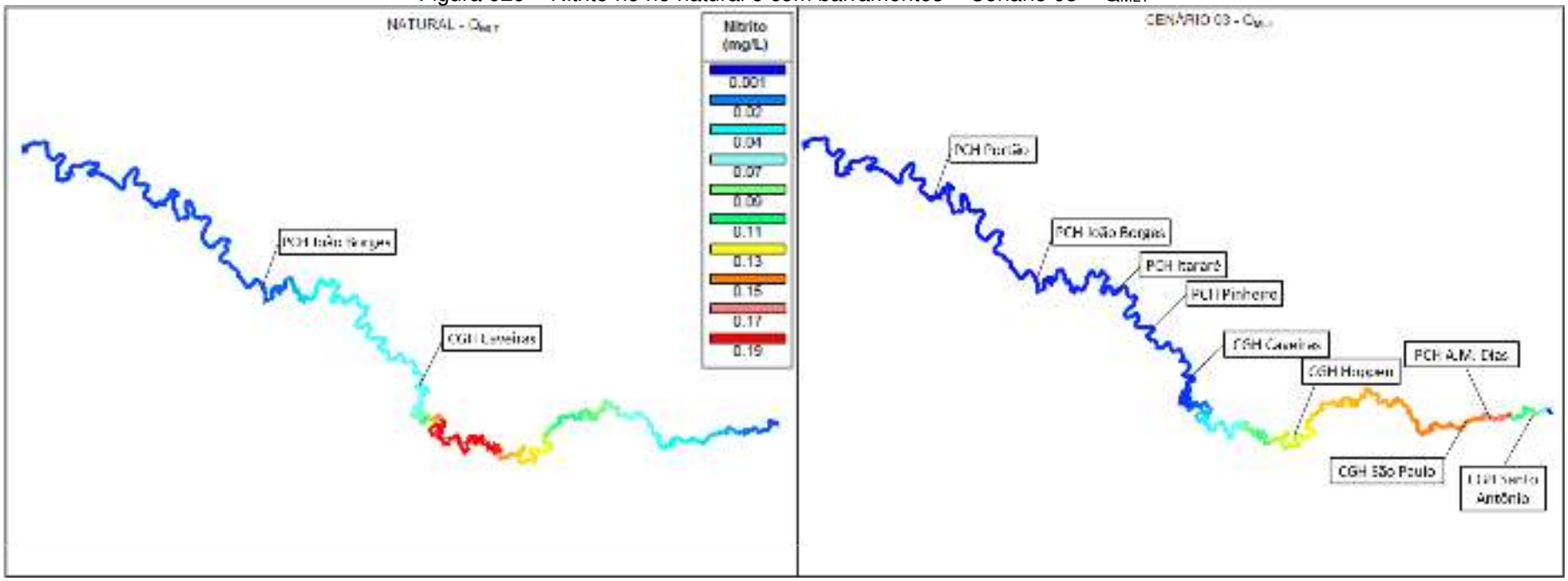
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 628 – Nitrogênio Amoniacal no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}



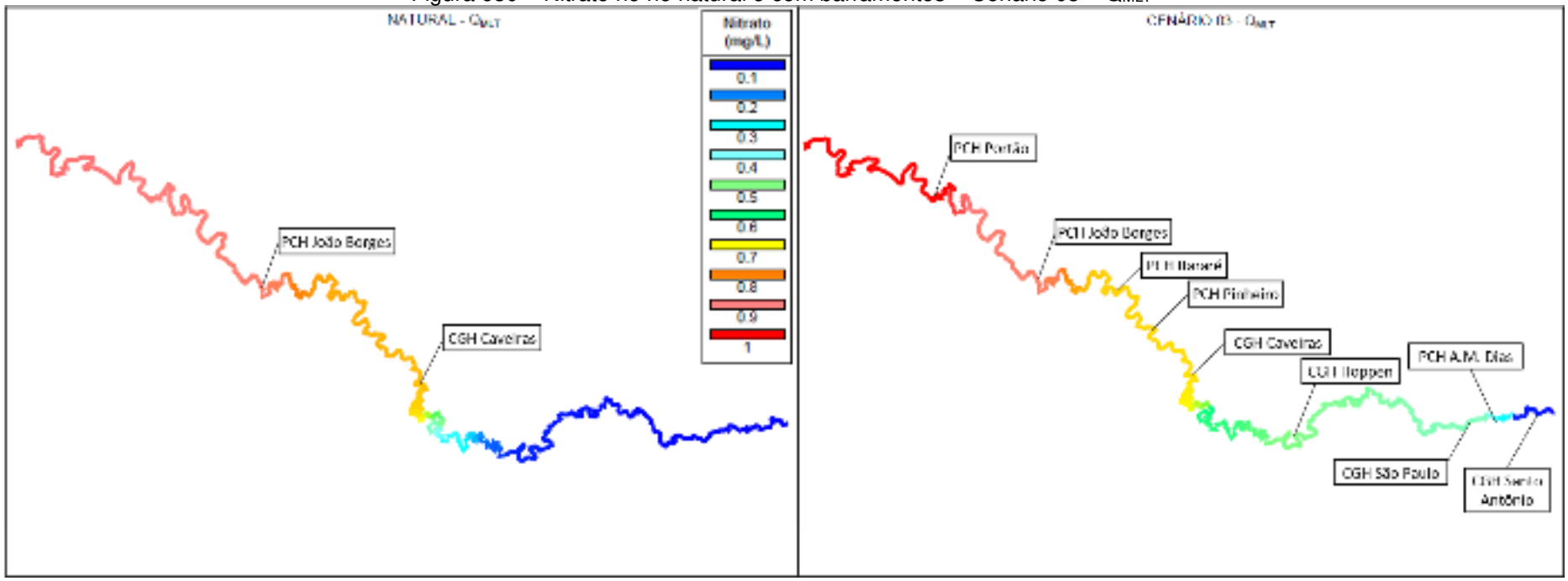
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 629 – Nitrito no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}



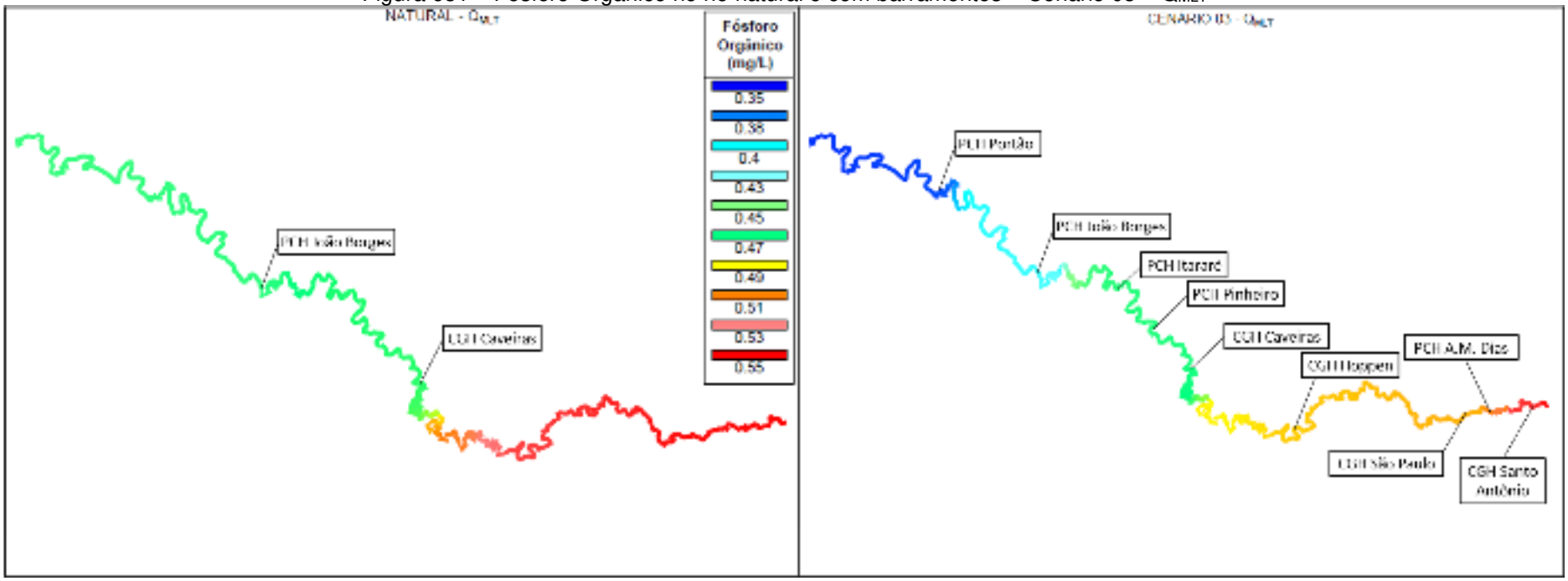
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 630 – Nitrato no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}



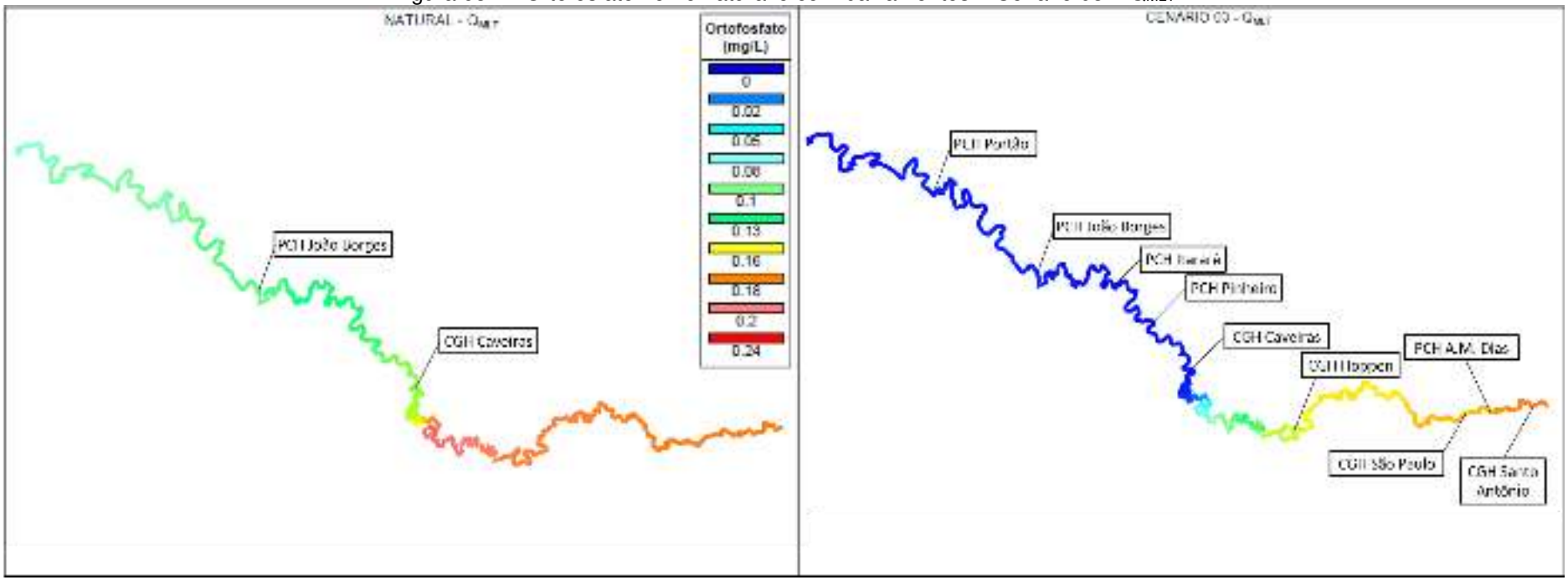
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 631 – Fósforo Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 632 – Ortofosfato no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – Q_{MLT}



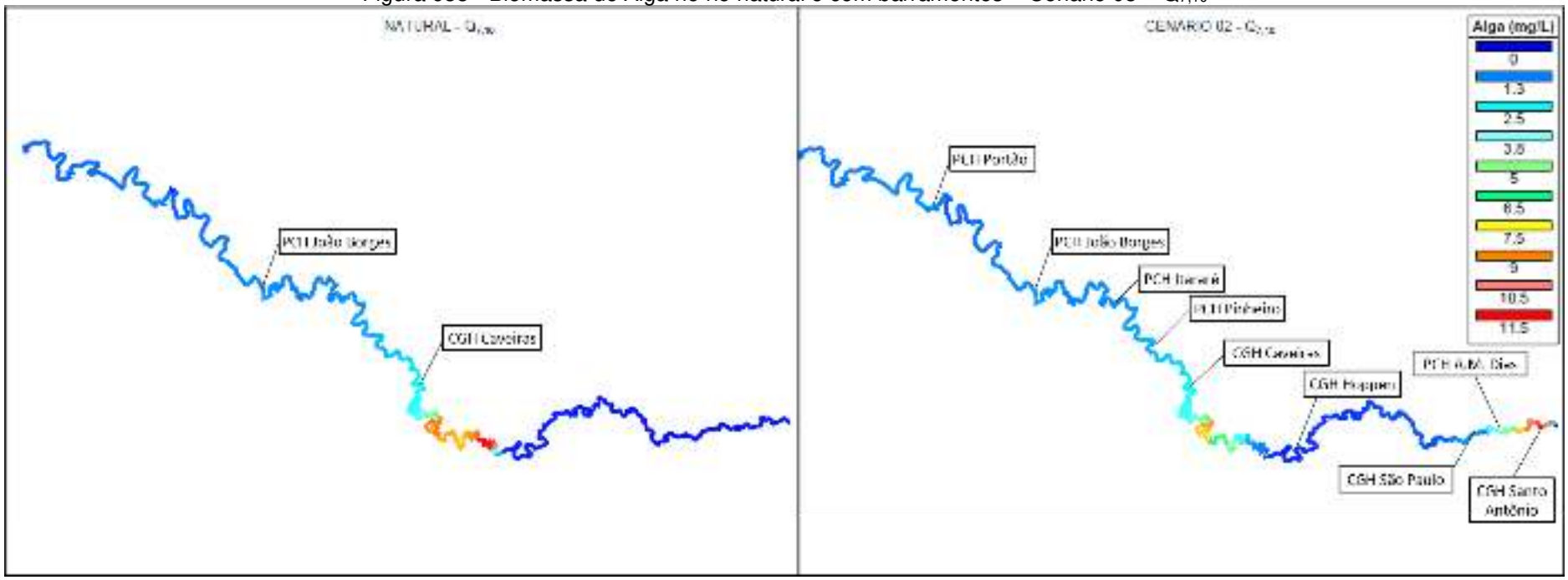
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

11.4.4.2 Vazão de Estiagem – $Q_{7,10}$

A seguir são apresentados os resultados da modelagem de qualidade da água para o Cenário 03, considerando a vazão de referência $Q_{7,10}$.

Igualmente a análise realizada para a vazão Q_{MLT}, observou-se que, ainda para a vazão de estiagem, o impacto cumulativo e sinérgico nos parâmetros de qualidade da água gerados pela implantação da CGH Hoppen não é significativo. A distribuição espacial das concentrações apresenta o mesmo padrão obtido sem a implantação deste barramento.

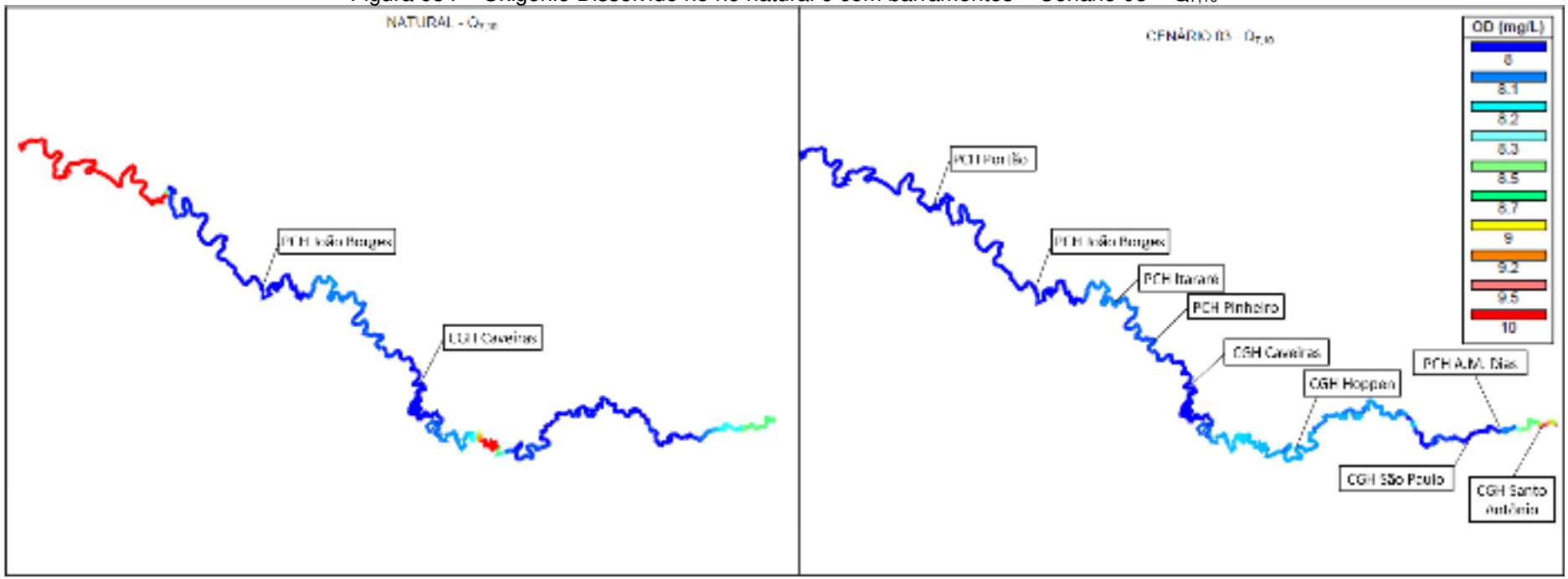
Figura 633 - Biomassa de Alga no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

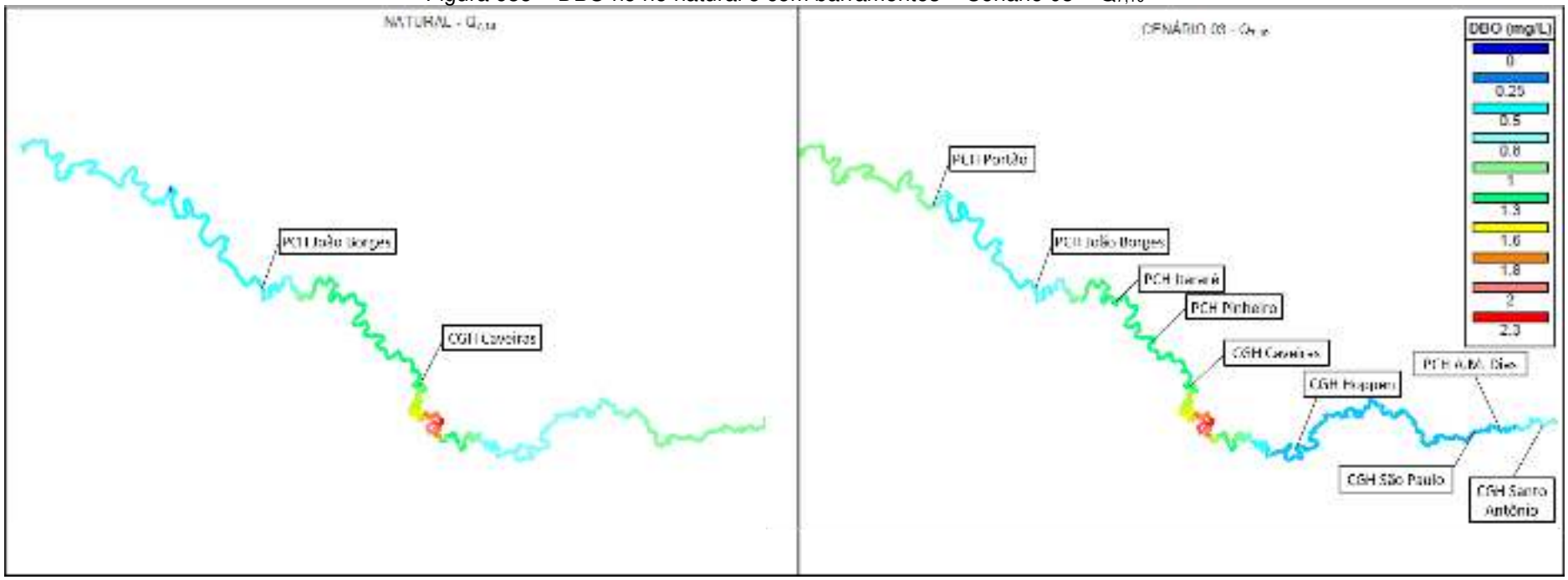
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 634 – Oxigênio Dissolvido no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$



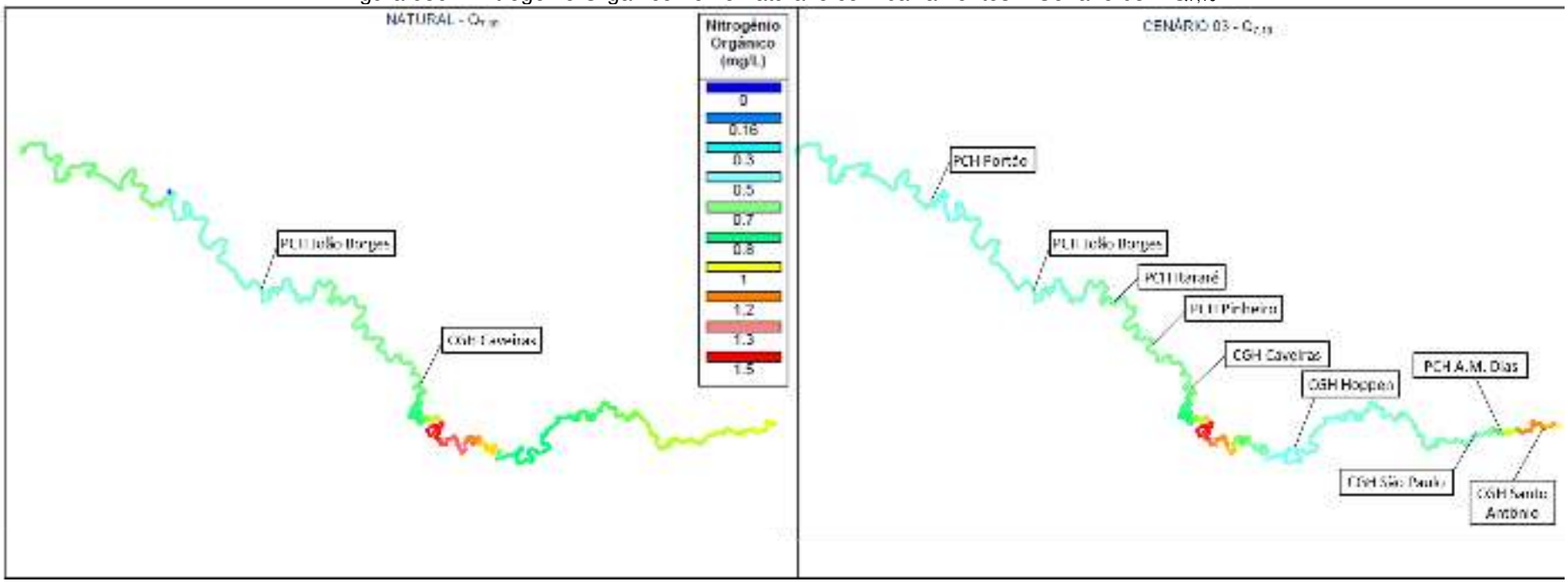
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 635 – DBO no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

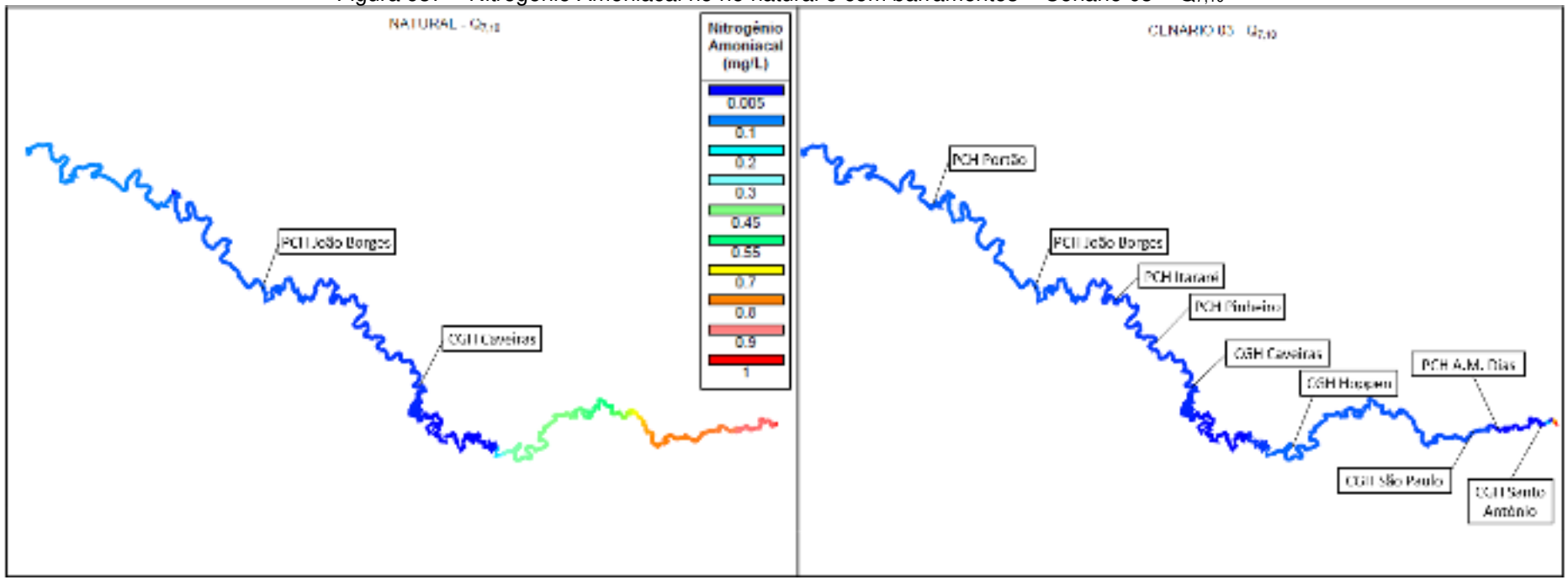
Figura 636 – Nitrogênio Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

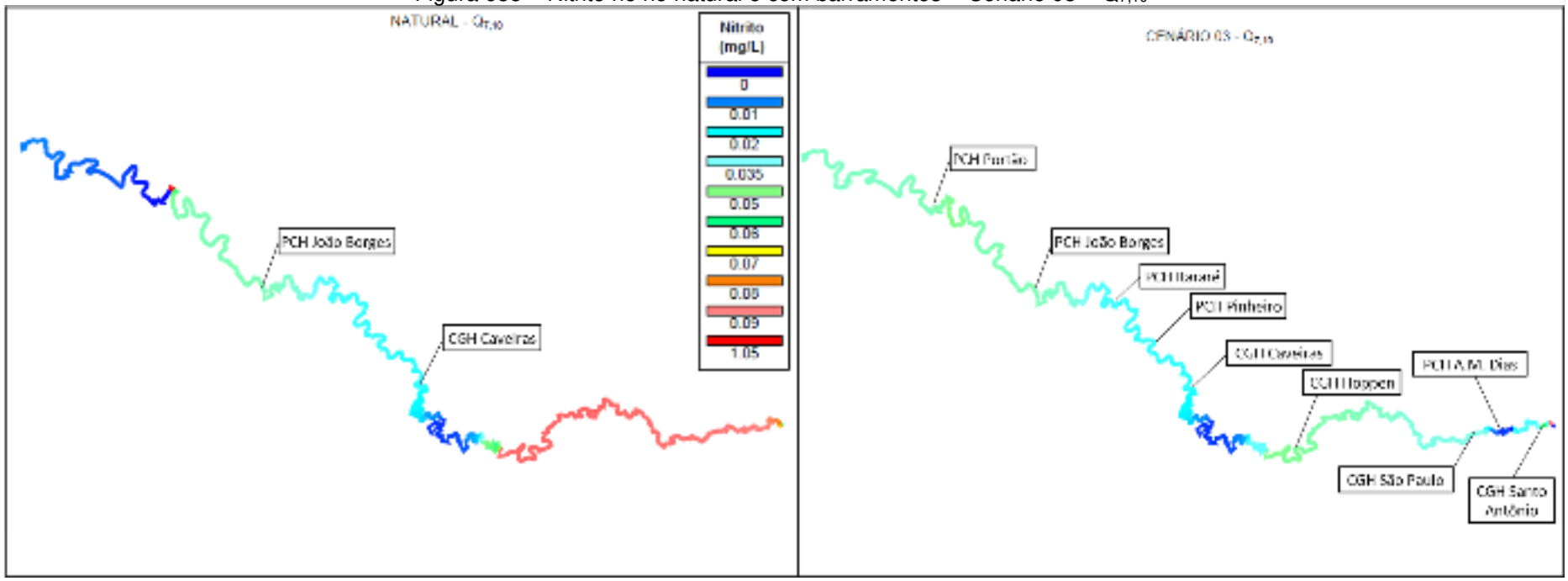
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2737
desenvolvergestaoambiental

Figura 637 – Nitrogênio Amoniacal no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

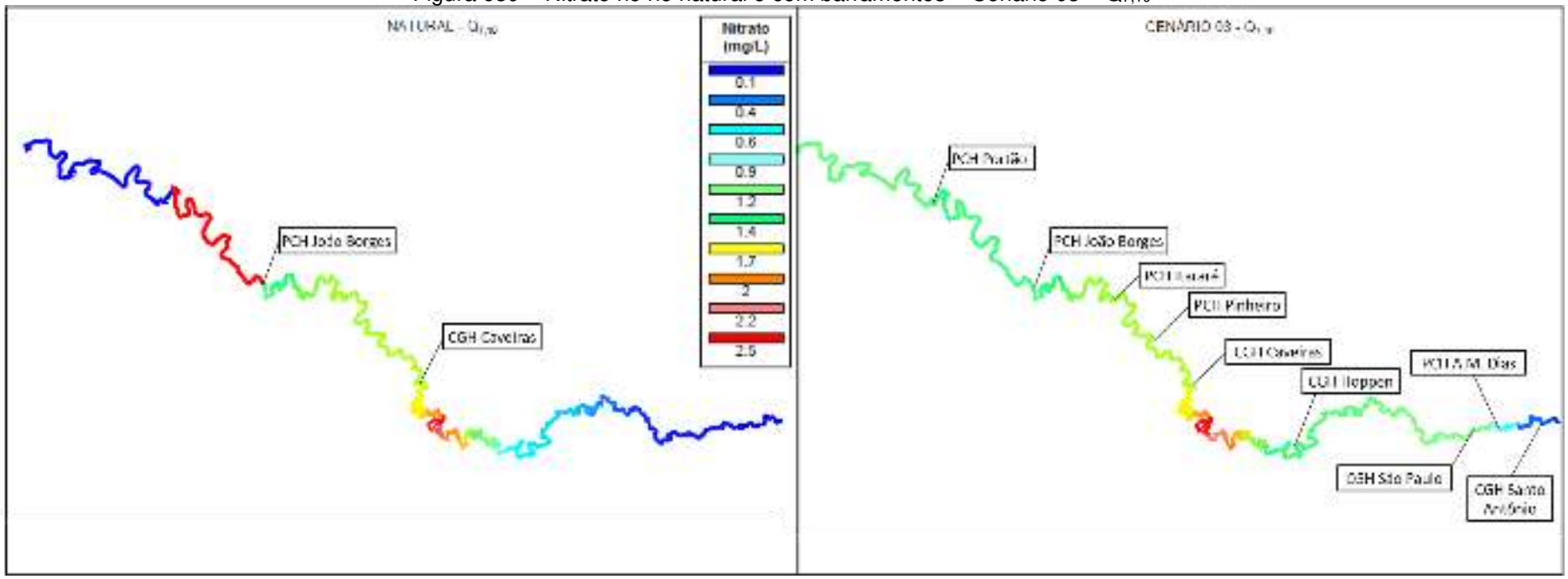
Figura 638 – Nitrito no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

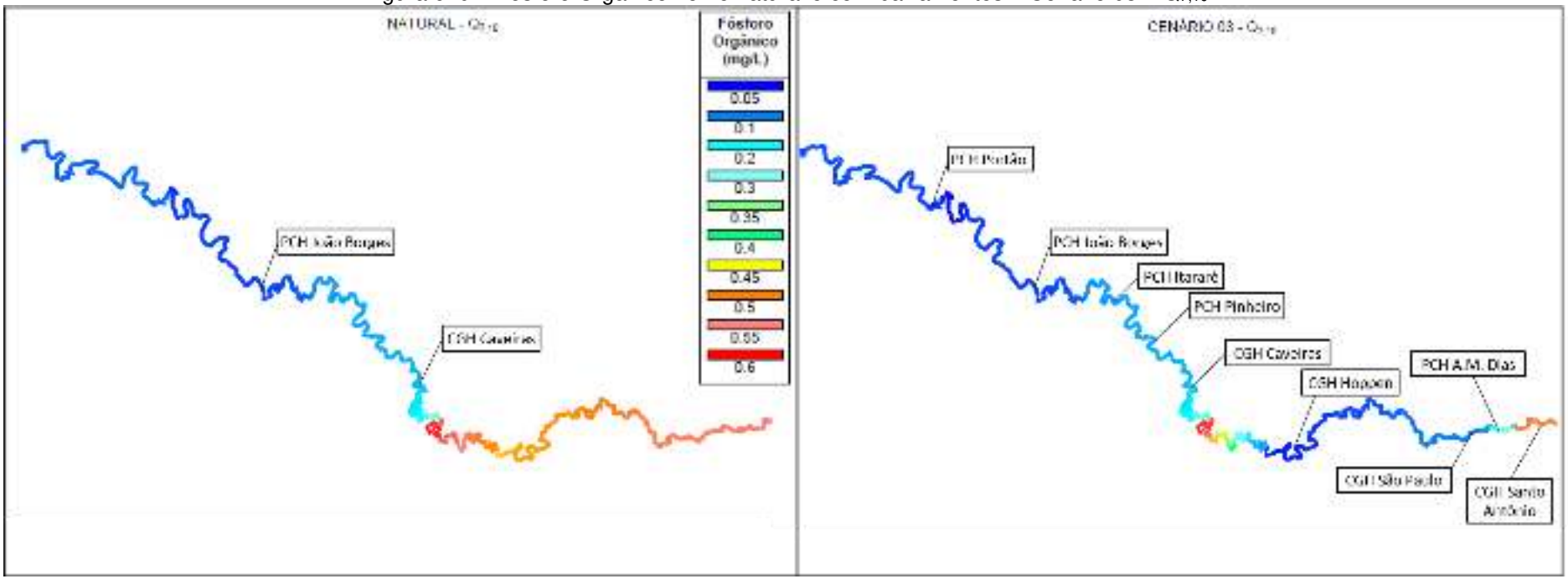
desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99927-2232
desenvolvergestaoambiental

Figura 639 – Nitrato no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$



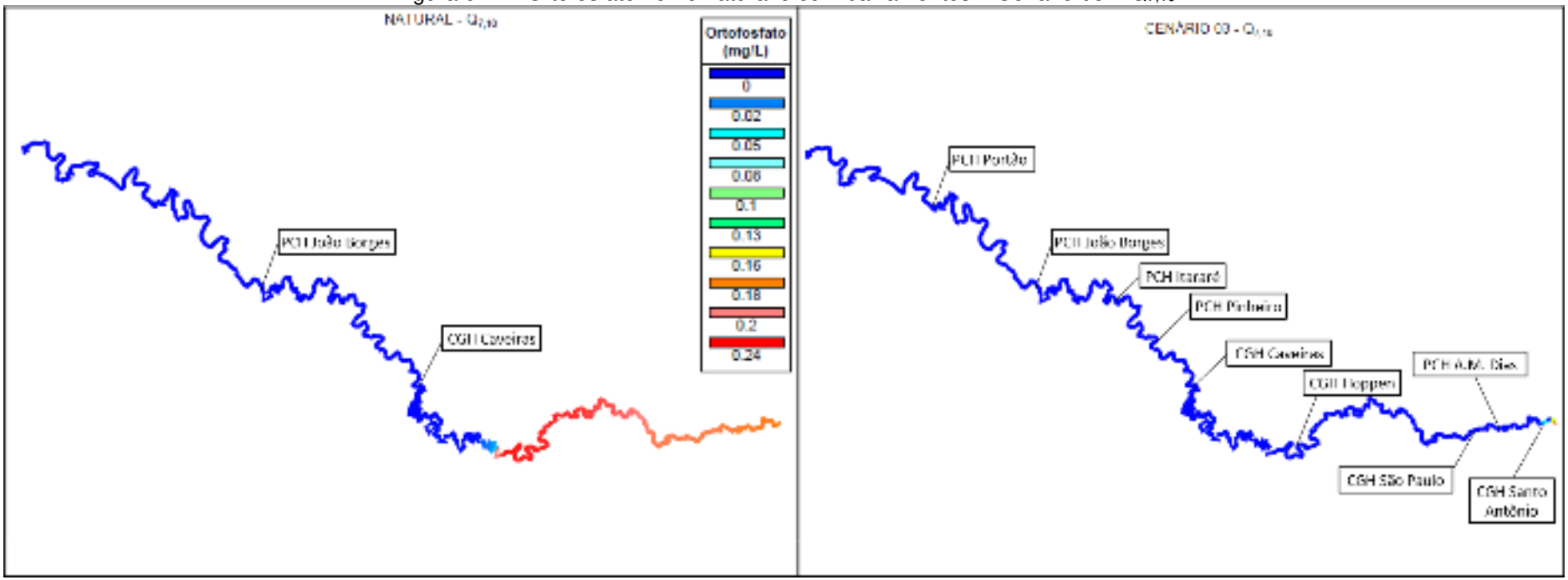
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 640 – Fósforo Orgânico no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 641 – Ortofosfato no rio natural e com barramentos – Cenário 03 – $Q_{7,10}$



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

11.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados da modelagem de qualidade da água representam a influência da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos nas concentrações dos parâmetros analisados. A aplicação do modelo unidimensional permitiu a estimativa da condição inicial através da inserção das concentrações nos pontos amostrais levantados em campo, e, posteriormente a comparação com os cenários futuros a partir da inserção dos barramentos no modelo e da simulação das reações de dispersão e autodepuração do rio.

Ressalta-se que, em virtude das premissas adotadas para compor os dados de entrada e considerando as limitações do modelo adotado, os resultados obtidos devem ser interpretados como um panorama geral do comportamento dos parâmetros de qualidade da água conforme as condições hidrodinâmicas do rio Caveiras. Observa-se que apesar dos resultados representarem uma estimativa das alterações na qualidade da água sem a consistência e detalhamento necessários para uma avaliação pontual, estes apresentam um indicador das alterações cumulativos e sinérgicos dos empreendimentos nas condições de qualidade da água, sendo adequado ao atendimento do objetivo da Avaliação Integrada.

Em uma análise geral comparativa entre as concentrações médias estimadas para a condição atual (Cenário 00) e as concentrações futuras após a implantação dos barramentos, foi possível identificar que a influência dos aproveitamentos hidrelétricos sobre a qualidade da água está intrínseca tanto à extensão dos reservatórios bem como às características de dispersão dos contaminantes determinadas pelos parâmetros hidrodinâmicos específicas dos locais de implantação destes aproveitamentos.

Avaliando-se os resultados para os 04 cenários simulados e para ambas vazões de referência, constata-se que, a interferência ocasionada nas condições de qualidade da água limita-se principalmente à implantação dos empreendimentos

previstos no Cenário 01, com destaque para a PCH A.M. Dias, a qual apresentou maior alteração nas concentrações dos parâmetros comparada ao cenário atual.

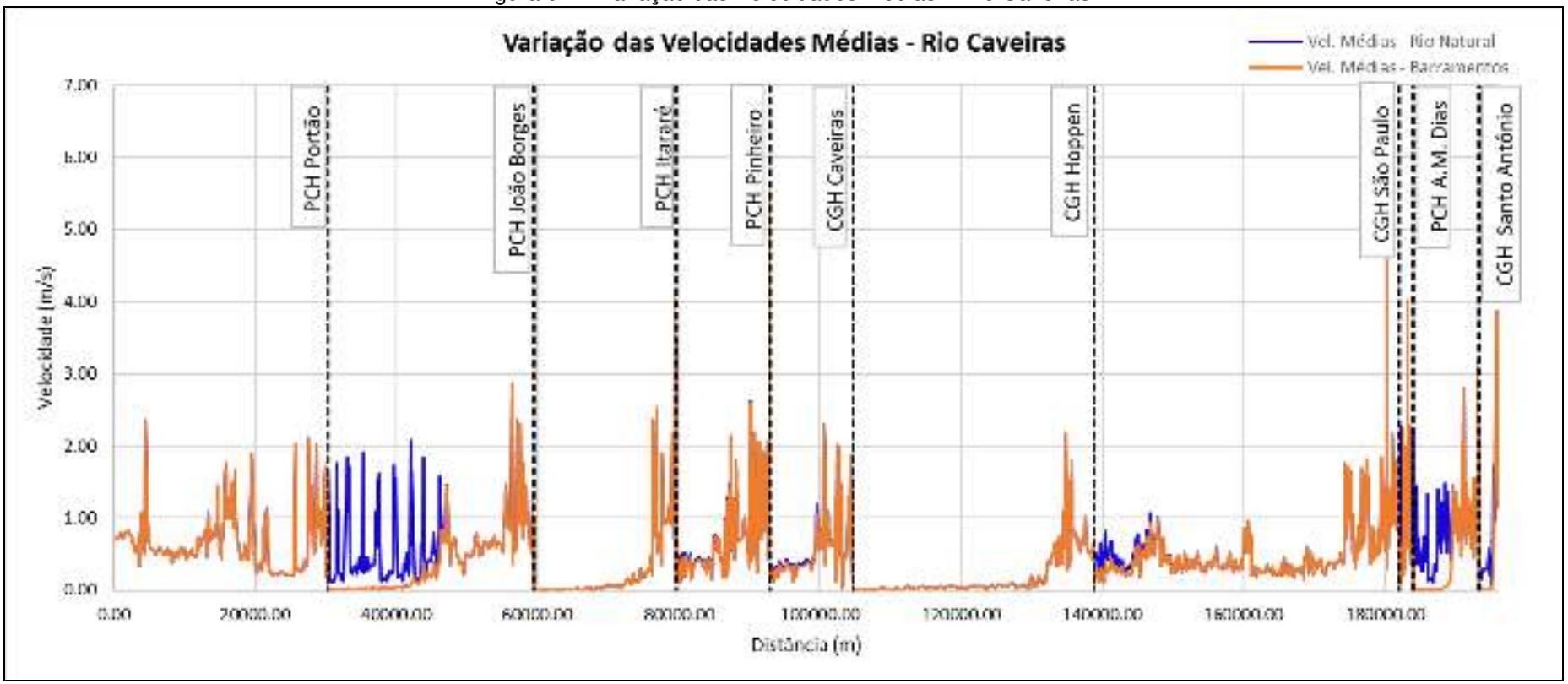
Na maioria dos parâmetros, o impacto cumulativo e sinérgico se propaga a jusante. No que se refere à concentração de DBO e nitrogênio orgânico, este impacto é positivo para o trecho que compreendido entre a jusante da CGH São Paulo e a montante da CGH Caveiras, em que essas concentrações apresentaram uma redução, devido a formação de ambientes de sedimentação e decomposição da matéria orgânica.

Em todos os cenários observou-se que a maior alteração evidente nos parâmetros de qualidade de água, quando avaliada a distribuição espacial das concentrações, já ocorre no cenário atual ao longo do trecho do reservatório da CGH Caveiras.

Observa-se ainda, que os resultados após 45 dias indicaram uma alta capacidade de renovação das águas, quando observado o decaimento das concentrações neste período.

Para o Cenário 02 e Cenário 03, que avaliaram a alteração da implantação da PCH Pinheiro, PCH Itararé e CGH Hoppen, observou-se que estes empreendimentos não representam impacto cumulativo e sinérgico significativo na qualidade da água ao longo do rio Caveiras.

Figura 642- Variação das Velocidades Médias – Rio Caveiras



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

12 ANÁLISE AMBIENTAL MULTICRITÉRIO

Diferentemente dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) ou Estudo Ambiental Simplificado (EAS) que são realizados em uma magnitude local, focado nas características e impactos provenientes de um único empreendimento, a AIBH busca avaliar os efeitos sinérgicos dos conflitos ambientais a nível de bacia hidrográfica para um conjunto de empreendimentos que desejam ser instalados em um mesmo curso hídrico.

Sendo a AIBH um instrumento de planejamento ambiental que visa recomendar a otimização de uma gestão ambiental da bacia, é aplicado a análise multicritério a fim de contribuir no suporte de decisão, baseada em uma série de critérios ou indicadores. São combinados diversos critérios no intuito de resultar em uma pontuação final que irá representar quais são as áreas mais suscetíveis a determinadas alterações no ambiente.

No texto que segue, são apresentadas as análises e avaliações relativas aos principais conflitos identificados para a bacia do rio Caveiras, os quais, irão corroborar na definição de estratégias e ações que viabilize, dentro dos distintos processos licenciatórios, os estudos de impacto referente aos empreendimentos hidrelétricos projetados no rio Caveiras.

12.1 METODOLOGIA

A fim de determinar áreas suscetíveis a determinadas alterações no ambiente ao longo da bacia, a metodologia utilizada para a AIBH é a análise multicritério, na qual definem-se indicadores de qualidade ambiental tanto do meio físico, biótico e socioambiental relevantes que possam ser afetados pelos empreendimentos propostos.

Os resultados da avaliação multicritério são decorrentes de uma média ponderada, na qual a pontuação integra diversos fatores analisados. Ressalta-se que a metodologia aplicada se difere de Avaliações Ambientais Integradas destinadas para grandes Bacias, pois a escala da bacia do rio Caveiras é muito

inferior em relação à outras, como a do Uruguai. Além disso, o porte dos empreendimentos analisados também são menores e seguem os mesmos procedimentos administrativos para seu licenciamento, por tratarem-se de CGH's e PCH's. Portanto, a Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) e o Mapeamento de Sensibilidade (MS) são etapas complementares que resultaram nos dados da Análise Multicritério.

Por mais que a Bacia do rio Caveiras possua características homogêneas que permitem sua identificação como uma unidade hidrográfica, há também distintas áreas, com características e comportamentos distintos quando submetidas à instalação de aproveitamentos hidrelétricos, os quais serão evidenciados nesse capítulo. Abaixo tem-se um esquema de como irá ser realizada essa análise.

Figura 643 - Esquema - Metodologia da Análise Multicritério



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Primeiramente é definido os indicadores mais relevantes, que possam levar a alterações significativas no âmbito de bacia, assim como critérios de sensibilidade que caracterizem locais mais frágeis a determinadas situações. Estes serão quantificados em unidades amostrais ao longo da bacia e projetados para diferentes cenários. Desse modo, é aplicada uma Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) ao

longo da bacia do rio Caveiras, que irá mensurar as áreas mais sensíveis à alterações nos indicadores ambientais, por um processo chamado de Mapeamento de Sensibilidade. Essas etapas complementam-se e demonstram as diferenças mais marcantes nas características de distintas áreas que pertencem à mesma bacia.

É a partir da comparação entre os cenários que se tem uma base sólida para poder indicar as alterações ambientais esperadas em cada um dos cenários, bem como realizar recomendações baseadas nesses resultados.

12.1.1 Unidades Amostrais

De acordo com o que foi caracterizado ao longo do estudo, pode-se visualizar certas características homogêneas ao longo da bacia hidrográfica do rio Caveiras, entretanto, quando estas são submetidas à possíveis alterações causadas pela implantação de aproveitamentos hidrelétricos deve ser levado em consideração a sensibilidade do local de acordo com a variável de alteração associada.

Neste sentido, quando se trata da avaliação de áreas suscetíveis a mudanças ao longo da bacia hidrográfica, é necessário compreender que os conflitos se manifestam de formas distintas em diferentes locais; e diferentes locais possuem sensibilidades dissemelhantes a determinadas alterações do ambiente. Nesse contexto, foi realizada a compartimentação da bacia hidrográfica do Caveiras em sub-bacias, conhecidas nesse estudo como Unidades Amostrais de Análise (UA).

A compartimentação gerou dez UA, definidas de acordo com o fluxo de drenagem do rio, sendo que dez destas correspondem à bacia incremental dos aproveitamentos no mesmo curso de água. A escolha pelo uso de bacias incrementais se dá pelo fato que estas representam superfícies definidas com uma separação física, onde o sentido de propagação dos fenômenos ambientais é conhecido, e essencialmente representam as áreas onde as alterações dos aproveitamentos serão sentidas.

12.1.2 Cenários

Como a AIBH é um elemento de planejamento ambiental, é fundamental que o estudo vá além da compilação das condições ambientais atuais da bacia, e amplie-se sobre possíveis condições futuras resultantes das ações tomadas no horizonte de curto prazo.

Tratando-se de aproveitamentos hidrelétricos que visam ser implantados no rio Caveiras, os cenários foram estabelecidos de acordo com a etapa em que se encontram perante à ANEEL e órgão ambiental. Destaca-se que as usinas em operação estão presentes em todos os cenários, visto que contemplam parte do cenário atual e são altamente improváveis de serem desativadas.

Os cenários estão caracterizados na tabela abaixo.

Figura 644 - Cenários de Análise

CENÁRIO 0		
Aproveitamentos hidrelétricos	**Argumento**	
PCH João Borges	Este cenário considera o atual status encontrado ao longo do rio Caveiras, em que há apenas dois empreendimentos em operação.	
CGH Caveiras		
CENÁRIO 1		
Aproveitamentos hidrelétricos	**Estágio**	**Argumento**
CGH Santo Antônio	LAP Solicitada	Este cenário considera os empreendimentos que estão em operação, assim como aqueles com processo aberto e em tramitação junto a ANEEL e IMA/FATMA, indicando maior potencial de instalação dos mesmos.
PCH AM Dias	LAP Solicitada	
PCH São Paulo	LAP Solicitada	
CGH Caveiras	Operação	
PCH João Borges	Operação	
PCH Portão	LAI Concedida (vencida)	
CENÁRIO 2		
Aproveitamentos hidrelétricos	**Estágio**	**Argumento**
CGH Santo Antônio	LAP Solicitada	Este cenário considera os empreendimentos que estão em operação, assim como aqueles com processo em tramitação apenas junto a ANEEL, além daqueles com processos junto ao IMA/FATMA, indicando, os quais apresentam potencial de instalação.
PCH AM Dias	LAP Solicitada	
PCH São Paulo	LAP Solicitada	
CGH Caveiras	Operação	
PCH Pinheiro	Despacho ANEEL	
PCH Itararé	Despacho ANEEL	
PCH João Borges	Operação	
PCH Portão	LAI Concedida (vencida)	

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

CENÁRIO 3	
Aproveitamentos hidrelétricos	**Argumento**
CGH Santo Antônio	Este cenário contempla todos os empreendimentos propostos, com algum processo tramitando ao IMA e/ou ANEEL, bem como aqueles em operação e com eixo disponível (mas com interesse por parte de empreendedores).
PCH AM Dias	
PCH São Paulo	
CGH Hoppen	
CGH Caveiras	
PCH Pinheiros	
PCH Itararé	
PCH João Borges	
PCH Portão	

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

12.1.3 Análise e Mapeamento de Sensibilidade

A Análise de Sensibilidade (AS) é avaliada de acordo com as variáveis que caracterizam o estado atual de conservação da bacia, ou seja, com a presença de apenas dois aproveitamentos hidrelétricos em operação. A sensibilidade irá indicar os elementos mais susceptíveis a alteração e que consequentemente, podem ser potencializados pela inserção dos futuros empreendimento.

Resumidamente, a sensibilidade representa quão suscetíveis as unidades amostrais são em relação à determinadas alterações – apresentadas neste capítulo como indicadores. A partir dela, é possível se basear no dado do peso relativo de cada indicador no cálculo do resultado da análise multicritério. Dessa forma, quanto maior a sensibilidade que um indicador apresentar, maior o peso quando for realizado o cálculo da pontuação de cada cenário para uma determinada área amostral.

O indicador e o peso de sensibilidade respectivo, deu-se de acordo com o diagnóstico feito por dados primários e dados secundários apresentados ao longo dessa Avaliação Ambiental Integrada, assim como discussões da equipe multidisciplinar responsável pelo estudo.

Para cada fator de sensibilidade analisado individualmente, foi estabelecido grau de ponderação, critérios de referência, permitindo uma escala de quantificação definida, conforme apresentado na tabela abaixo.

12.1.4 Indicadores Ambientais

A fim de avaliar os impactos sinérgicos dos empreendimentos em escala de bacia hidrográfica, foram definidos indicadores ambientais a partir de uma análise multidisciplinar entre os técnicos especialistas responsáveis pelo estudo da presente AIBH, de modo a representar as principais possíveis interferências no âmbito ambiental, físico e socioeconômico afetadas pela instalação dos empreendimentos hidrelétricos.

Os indicadores são definidos de maneira em que se possa representar como resultado final, os efeitos ocorrentes sobre a área da bacia de forma sintetizada, objetiva e de fácil compreensão. Interpolados, os indicadores apresentam a caracterização do meio ambiente em resposta à diferentes cenários, fornecendo subsídios para a interpretação de dados ambientais. Seu resultado é elaborado a partir das respectivas variáveis de análise, que são critérios restritivos que possuam disponibilidade de representação cartográfica.

1) Presença de espécies de fauna ameaçadas de extinção

A supressão da vegetação em determinados intervalos pode levar a um afastamento da fauna local, especialmente das ameaçadas, haja visto que em um cenário de curto e médio prazo, seu habitat estaria reduzido, com uma possível recuperação a longo prazo a partir da recomposição das áreas destinadas a APP dos propostos empreendimentos, onde há maior probabilidade de conectividade entre os remanescentes florestais isolados, conforme apresentado no estudo de Ecologia da Paisagem.

De acordo com os levantamentos a campo de fauna terrestre (dados primários e secundários), verificou-se a presença de espécies ameaçadas de extinção próximos as áreas da possível instalação dos aproveitamentos hidrelétricos propostos. Portanto, para caracterizar locais mais sensíveis à alterações destes habitats, definiu-se pesos de acordo com o grupos faunístico encontrado tanto por dados primários levantados a campo, quanto dados secundários apresentados ao longo deste estudo. A diferença entre grupos se dá pelo possível impacto a estas,

uma vez que a perda de habitat pode refletir de forma distinta. A exemplo disto, a supressão de uma faixa de vegetação pode levar a perda de sítios de nidificação ou alimentação de aves, as quais podem de forma rápida deslocar-se para outras áreas próximas que suporte suas necessidades ecológicas, ao ponto que para a mastofauna e especialmente a herpetofauna (baixo potencial de locomoção), as perdas podem se tornar mais difíceis de serem contornadas. Para a ictiofauna, a alteração do curso hídrico (lótico para lêntico), além da compartimentação imposta pelos barramentos impedindo o livre trânsito das populações de peixes, pode levar a uma rápida redução da riqueza com a eliminação local de várias espécies. Tais considerações justificam a variação quanto a sensibilidade.

O critério determinado para este indicador é a quantificação de vegetação nativa de cada bacia incremental, em um buffer de 200 metros ao longo do rio Caveira, haja visto que na implantação de um aproveitamento hidrelétrico, poderá haverá supressão dessa vegetação, ou de uma parcela desta.

2) <u>Ambientes suscetíveis à alteração na qualidade das águas</u>

A alteração na qualidade da água pode iniciar de maneira direta a partir da instalação dos barramentos até a fase de operação, sendo esperado o acúmulo de compostos nos reservatórios e sedimento, alterando a dinâmica e composição biológica aquática. Este conflito é diretamente influenciado pela construção e formação dos reservatórios, pois neles haverá uma maior concentração e acúmulo de nutrientes, que ocasionará um aumento da produtividade de fitoplâncton.

Para sensibilidade desse indicador, utilizou-se dois critérios:

1) Ambientes que já sofreram alterações, haja visto que ambientes naturais apresentam maior sensibilidade em relação à ambientes com alterações recentes, como é ocaso da PCH João Borges que foi implantada no rio Caveiras em anos recentes. Assim como, um local com alteração mais antiga, como a CGH Caveiras, que já causou uma alteração. Caso esta usina seja repotencializada algum dia, por exemplo, o impacto será menor

do que o fato de implantar uma nova usina em um trecho do rio que nunca foi mexido.

2) Índice de Qualidade da Água, a partir de dados mensurados em campo. O pior cenário se enquadra em índices de IQA inferiores à 19.

O Critério de mensuração foi a porcentagem de trecho livre em cada unidade amostral entre os empreendimentos, pois a qualidade da água é proporcional às dimensões do trecho de rio natural que passa a ser parte de um reservatório ou de um trecho de vazão de reduzida. Assim, foi estabelecido intervalos relativos á área da sub-bacia, sendo que quanto maior for o trecho que passa condição de escoamento natural, mais a pontuação deve refletir essas alterações.

3) Presença de espécies de flora que sejam ameaçadas

A supressão da cobertura vegetal é necessária para a construção das estruturas e reservatórios ao longo da bacia, onde muitas vezes podem ser encontradas espécies sob algum risco de ameaça. A alteração ambiental ocorrerá nas áreas de supressão e regiões de interferência no curso hídrico de cada empreendimento. A perda de cobertura vegetal, associada à perda de diversidade genética, culminam em um efeito gargalo de perda de diversidade biológicas em áreas exclusivas da Floresta Ombrófila Mista.

Portanto, para este indicador, o critério avaliado é a porcentagem de mata nativa presente nos respectivos cenários em um buffer de 200 metros do rio Caveiras. A fim de representar áreas mais representativas a serem suprimidas e que possuam espécies ameaçadas de extinção de acordo com o levantamento a campo apresentado ao longo deste estudo, o peso de sensibilidade foi avaliado de acordo com o número de espécies ameaçadas de flora encontrados in loco.

4) Ambientes suscetíveis à redução da variabilidade genética para a ictiofauna

A redução da variabilidade genética para a ictiofauna ocorre principalmente em virtude de mudanças em cursos hídricos com a formação de reservatórios, os quais em sua maioria, impõe uma divisão das espécies de ictiofauna à nível montante e jusante, reduzindo assim, a variabilidade genética.

O aumento de obstáculos intransponíveis nos cursos de água, como a implantação de barramento somadas as barreiras naturais (cachoeiras ou quedas), podem potencializar a redução de variabilidade genética e provável eliminação de espécies, impedindo que ocorra comunicação entre populações de jusante e montante em empreendimentos sem sistemas de transposição funcional.

Como há estudos que apresentam a capacidade da ictiofauna em atravessar pequenas quedas de água naturais, especialmente em períodos de cheias, foi considerado como parâmetros de análise na definição deste indicador, a presença de obstáculos ao longo do rio Caveiras (quedas naturais acima de 5 metros e barramento). Quanto mais obstáculos, menor é a chance de as espécies de ictiofauna deslocarem-se no sentido jusante/montante, reduzindo assim a capacidade de troca gênica de um determinado curso hídrico.

Para a sensibilidade deste indicador foi considerado a quantidade de riqueza de espécies de ictiofauna ao longo dos trechos a partir de dados primários, ou seja, locais com maior número de riqueza são mais sensíveis às alterações nos ambientes.

5) Perda de áreas destinadas para fins comerciais/produtivos

Os conflitos de uso da terra estão relacionados às questões de ordem ecológica e social. Para um estudo realizado em escala local, que não é o caso da AIBH, estes conflitos são melhor detalhados. Entretanto, levando-se em consideração uma escala a nível bacia hidrográfica, foco principal deste estudo, é notável que algumas áreas podem perder seu potencial de uso do solo atualmente destinado para subsistência, cultivo familiar, cultivo de espécies exóticas (pinus e eucalipto), latifúndios, bem como para a pecuária, para se tornar área destinada a APP ou lago dos aproveitamentos hidrelétricos propostos para o rio Caveiras.

Este indicador foi definido principalmente, devido à presença de grandes áreas com cultivo agrícola observadas pela equipe técnica que foi a campo próximo à alguns locais onde estão previstas a instalação de alguns empreendimentos. Considerando que essas atividades possam ser as atividades de subsistência de determinadas populações, definiu-se como peso de sensibilidade, o Valor Acrescentado Bruto (VAB) advindo da agricultura, pois quanto mais a economia depender da agricultura, mais sensível a área é à perda de terras agrícolas.

12.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A atribuição dos pesos para cada fator de sensibilidade foi determinada a partir de uma análise específica de acordo com seu respectivo indicador, e consenso após discussões técnicas entre os especialistas que compõem a equipe técnica desta AIBH. Os mesmos foram determinados entre uma escala de 0 a 1, considerando que quanto mais próximo de 1, maior é a sensibilidade do indicador em relação à determinadas mudanças.

Abaixo estão apresentados os resultados e discussões do mapeamento de sensibilidade, fator determinante para ponderar os critérios dos indicadores em uma etapa posterior, assim como os resultados e fatores utilizados para caracterizá-los em tabelas.

• Sensibilidade/Indicador 1

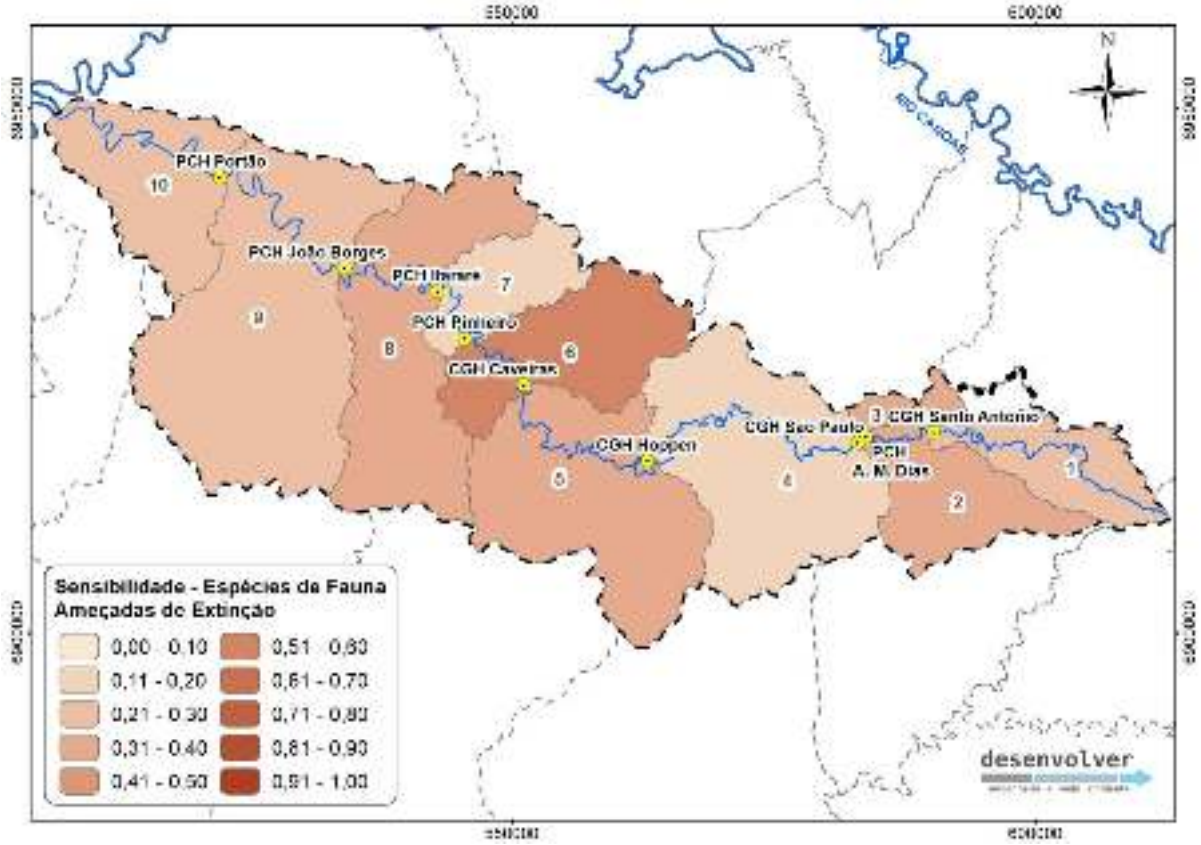
Este indicador de sensibilidade, esteve associado a área de mata nativa no entorno do curso hídrico em um buffer de 200 m, indicando que os grupos faunísticos tendem a ter menor sensibilidade em locais com maior área de mata nativa. Em relação aos diferentes grupos faunísticos, as aves, pela condição de se locomover com maior agilidade, foram consideradas menos sensíveis a perda de habitat quando comparadas à herpetofauna ou mastofauna. De acordo com o mapeamento de sensibilidade, locais mais sensíveis a esse indicador estão concentrados a partir da porção central (sub-bacia 6, até a foz), ou seja, o trecho a jusante do barramento da CGH Caveiras.

Tabela 186 - Associação sensibilidade/indicador 1 - Fauna

Análise/Mapeamento de sensibilidade		Indicador Ambiental	Critério
Grupos faunísticos ameaçados de extinção levantados por dados primários (peso 0,8) e dados secundários (peso 0,2)	Pesos	Presença de espécies ameaçadas de extinção	Porcentagem de mata nativa em um buffer de 200 metros
Avifauna	0,1		Quanto maior a quantidade de área de mata nativa, mais favorável é o ambiente para os grupos faunísticos
Herpetofauna	0,3		
Mastofauna	0,2		
Ictiofauna	0,4		

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Figura 645 - Mapeamento de Sensibilidade – Grupos faunísticos ameaçados de extinção



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

• Sensibilidade/Indicador 2

Para a análise de áreas suscetíveis a alteração na qualidade da água, foi considerado que, quanto mais alto o valor do IQA, melhor é a qualidade da água e consequentemente mais sensível a alguma alteração. Além disso, foi considerado que locais que já sofreram alteração a longo do tempo, possuem menor

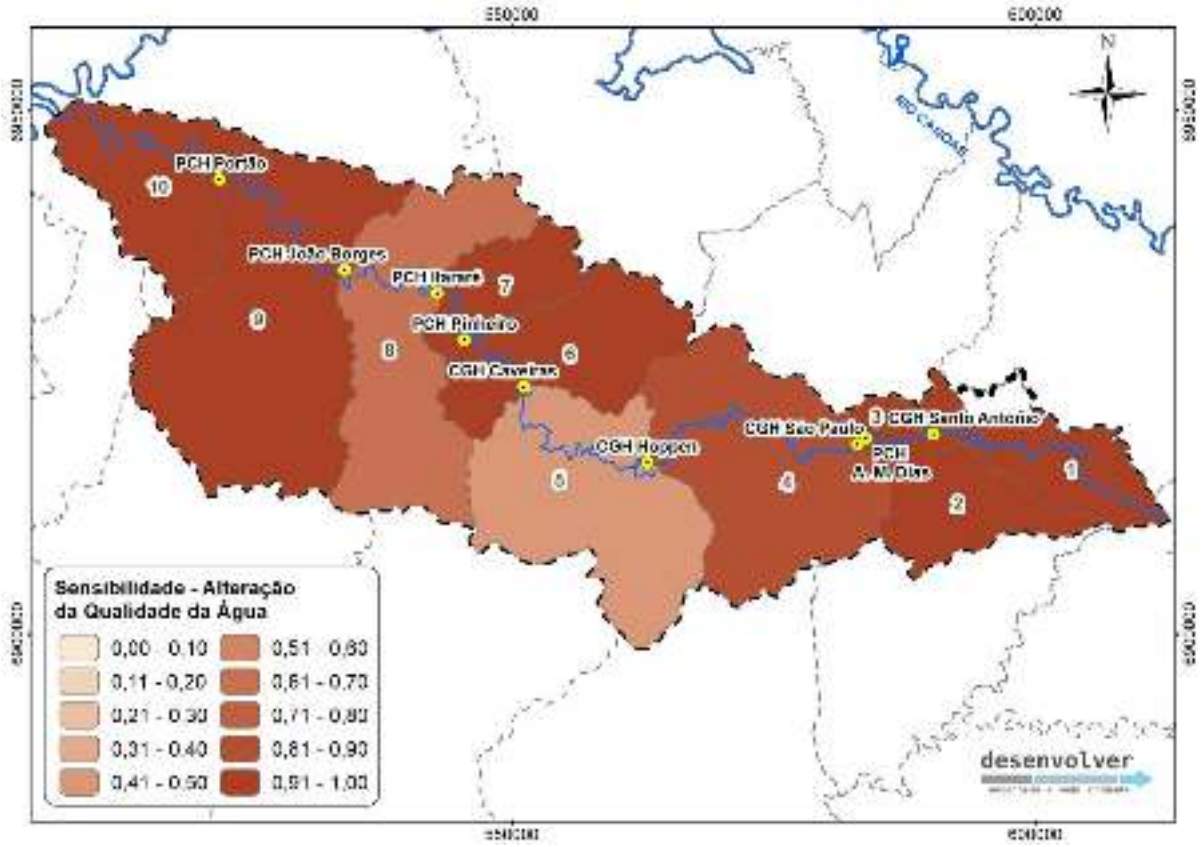
sensibilidade em relação a locais sem alteração antrópica. O critério de avaliação definido foi porcentagem relativa de extensão de trechos de livres existente, uma vez que a implantação de barramentos reduz trechos naturais e afetam tanto na depuração da água, quanto o transporte de sedimentos. A tabela abaixo demonstra sinteticamente a relação entre o parâmetro e o indicador.

Tabela 187 - Associação sensibilidade/indicador 2 - Água

Mapeamento de sensibilidade				**Indicador**	**Critério**
IQA (peso 0,5)		Trechos que já sofreram alguma alteração no curso hídrico (peso 0,5)		Ambientes suscetíveis à alteração na qualidade da água	Porcentagem de trecho de rio livre relativo ao trecho total de cada sub-bacia
<19	0,2	Ambientes sem alteração antrópica	1		Quanto maior o trecho de rio livre, melhor é a capacidade de depuração da água
19 a 36	0,4	Alteração recente	0,5		
36 a 51	0,6	Alteração antiga	0		
51 a 79	0,8				
79 a 100	1,0				

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Figura 646 - Mapeamento de Sensibilidade - Qualidade da Água



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Todos os trechos encontram-se com suscetibilidade alta, representando que a bacia apresenta em quase sua totalidade áreas com qualidade de água ótima, com exceção da sub-bacia 5, onde há o maior reservatório da bacia em operação, respectivo à CGH Caveiras. Este local, além de já ter sofrido intervenção antrópica em períodos anteriores, apresenta elevada carga de nutrientes proveniente do despejo de efluentes oriundos do município de Lages.

• Sensibilidade/Indicador 3

Considerando as espécies da flora ameaçadas de extinção e registrada por meio de levantamento de dados primários, a tabela abaixo apresenta a associação do indicador de sensibilidade com o critério estabelecido.

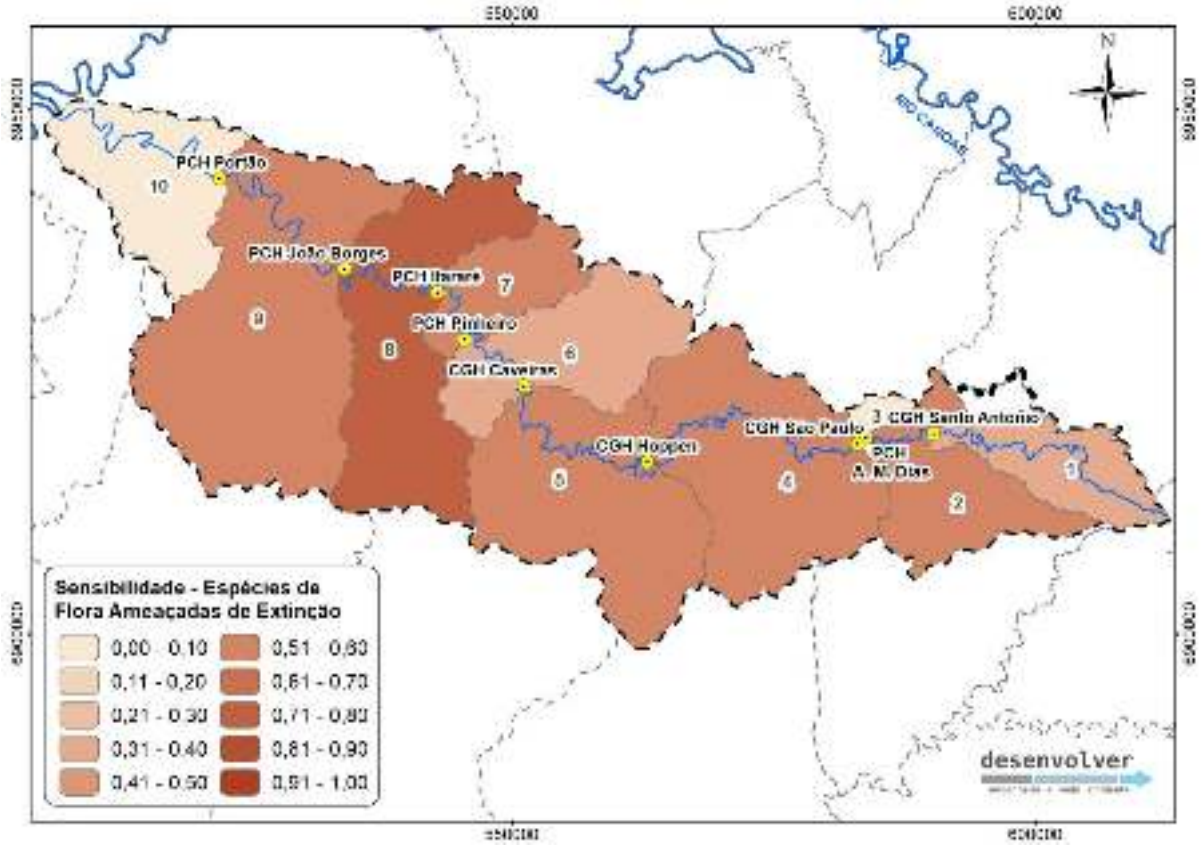
Tabela 188 - Associação sensibilidade/indicador 3 - Flora

Mapeamento de sensibilidade		**Indicador**
Espécies ameaçadas de flora		Porcentagem de mata nativa em um buffer de 200 metros
Número de espécies	Pesos	Quanto maior a quantidade de área destinada para mata nativa, mais favorável é o ambiente para a existência de uma matriz ecológica que permite maior heterogeneidade de espécies
1	0,2	
2	0,4	
3	0,6	
4	0,8	
5	1	

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Neste sentido, as espécies de flora ameaçadas estão localizadas em toda a bacia hidrográfica, mas com maior sensibilidade em porções centrais, destacando-se a sub-bacia 8, onde está projetado o barramento da PCH Itararé e a existência do lago da PCH João Borges.

Figura 647 - Mapeamento de Sensibilidade - Riqueza de espécies de flora ameaçadas de extinção



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

• Sensibilidade/Indicador 4

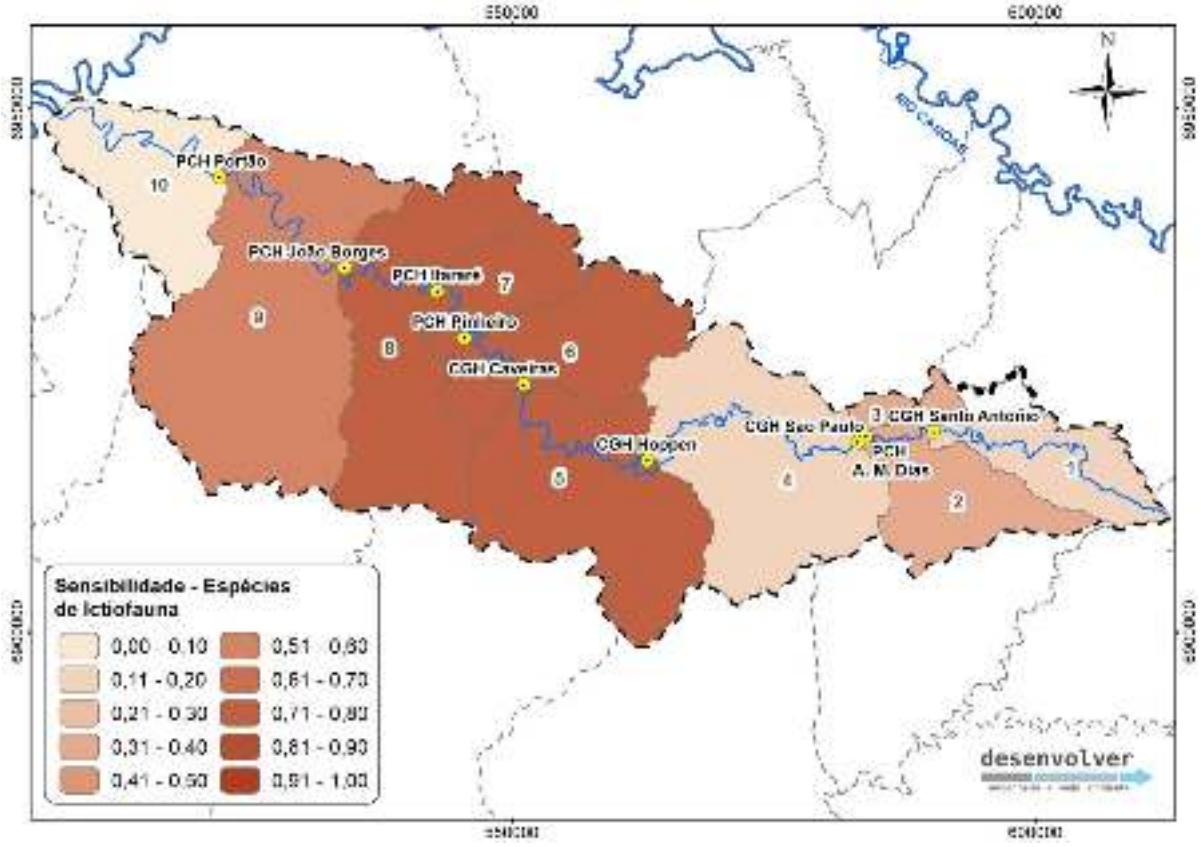
Normalmente, o grupo faunístico mais impactado pela implantação de aproveitamentos hidrelétricos é a fauna aquática, especialmente a comunidade ictiofaunística. Em virtude disso, foi considerada uma análise de sensibilidade para a ictiofauna registrada por meio de dados primários ao longo do rio Caveiras, com os fatores e indicadores referenciados abaixo.

Tabela 189 - Associação sensibilidade/indicador 4 - Ictiofauna

Mapeamento de sensibilidade		**Indicador**
Número de espécies	Pesos	Presença de obstáculos ao longo do rio
0 A 4	0,2	Natural (quedas acima de 5m) - peso 0,2
4 a 8	0,4	Impostas (barramentos) - peso 0,8
8 a 12	0,6	Quanto maior for a presença de obstáculos no trecho do rio, mais dificuldade de migração as espécies de ictiofauna irão ter em percorrer montante/jusante.
12 a 15	0,8	
>15	1	

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Figura 648 - Mapeamento de Sensibilidade - Espécies de ictiofauna



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Os locais de maior incidência de espécies ameaçadas de ictiofauna deram-se principalmente nas sub-bacias centrais 5, 6, 7 e 8, abrangendo desse modo, empreendimentos que já estão em operação (CGH Caveiras e PCH João Borges), além dos intervalos onde estão projetadas as PCH's Itararé e Pinheiro. Neste sentido, ressalta-se que as maiores riquezas de espécies registradas para os reservatórios da PCH João Borges e CGH Caveiras estão associadas, em sua maioria, à ocupação do ambiente por espécies oportunistas, que se ajustam mais facilmente ao ambiente, além de altas taxas de reprodução. Por outro lado, a maioria das espécies registradas entre este intervalo, sob condições naturais, são caracterizadas pela necessidade de condições especificas do ambiente, especialmente trechos com corredeiras e fundo rochoso. Neste trecho há maior sensibilidade quanto a perda da variabilidade genética para a ictiofauna.

• Sensibilidade/Indicador 5

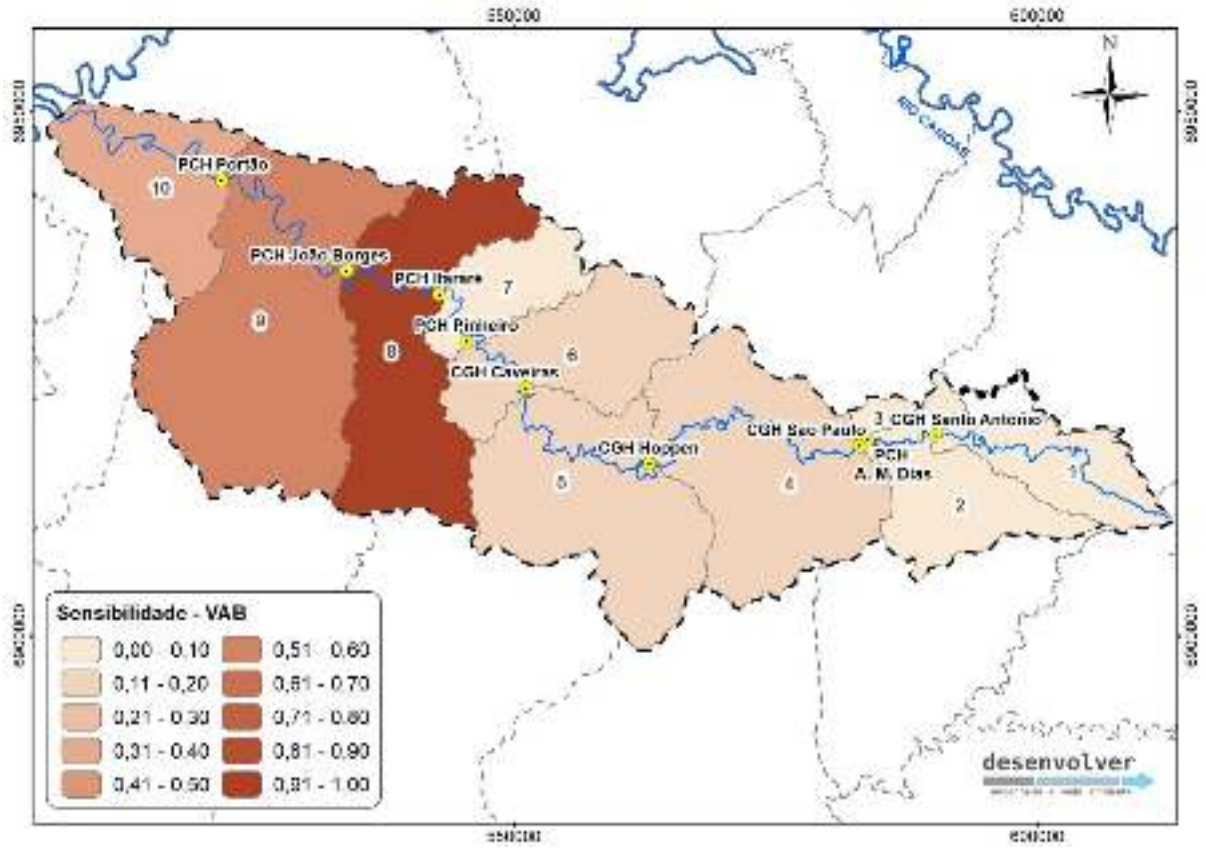
Para análise do meio socioeconômico, foi considerado o Valor Acrescentado Bruto (VAP) de cada município relativo à área de cada sub-bacia. Este parâmetro é uma medida de quanto um determinado município depende do setor econômico voltado para atividades agropecuárias. Ou seja, quanto maior for o valor de VAP, mais sensível ao indicador de perda de áreas agrícolas, pastagem ou silvicultura, a sub-bacia é.

Tabela 190 - Associação sensibilidade/indicador 5 - Valor Acrescentado Bruto – Agropecuária (VAB)

Mapeamento de sensibilidade		**Indicador**
VAB (R$)	Pesos	Porcentagem de áreas agrícolas, pastagem e silvicultura em um buffer de 200 metros.
0 a 10k	0,1	
0 a 20k	0,2	Quanto maior a área agrícola, maior o valor do indicador.
20 a 40k	0,4	
40 a 60k	0,6	
60 a 80k	0,8	
>80k	1	

Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Figura 649 - Mapeamento de Sensibilidade – VAB



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Avaliando o mapa de sensibilidade acima, é possível observar que a sub-bacia 8 apresenta ser o trecho com maior suscetibilidade à conflitos em função dos diferentes usos do solo. No entanto, ressalta-se que a mesma já é ocupada ao longo do maior trecho do rio Caveiras, pelo reservatório da PCH João Borges. Por este motivo, julga-se destacar a sub-bacia 9 que é uma área que está prevista a instalação da PCH Portão e também situa-se em municípios com sensibilidade ao VAB.

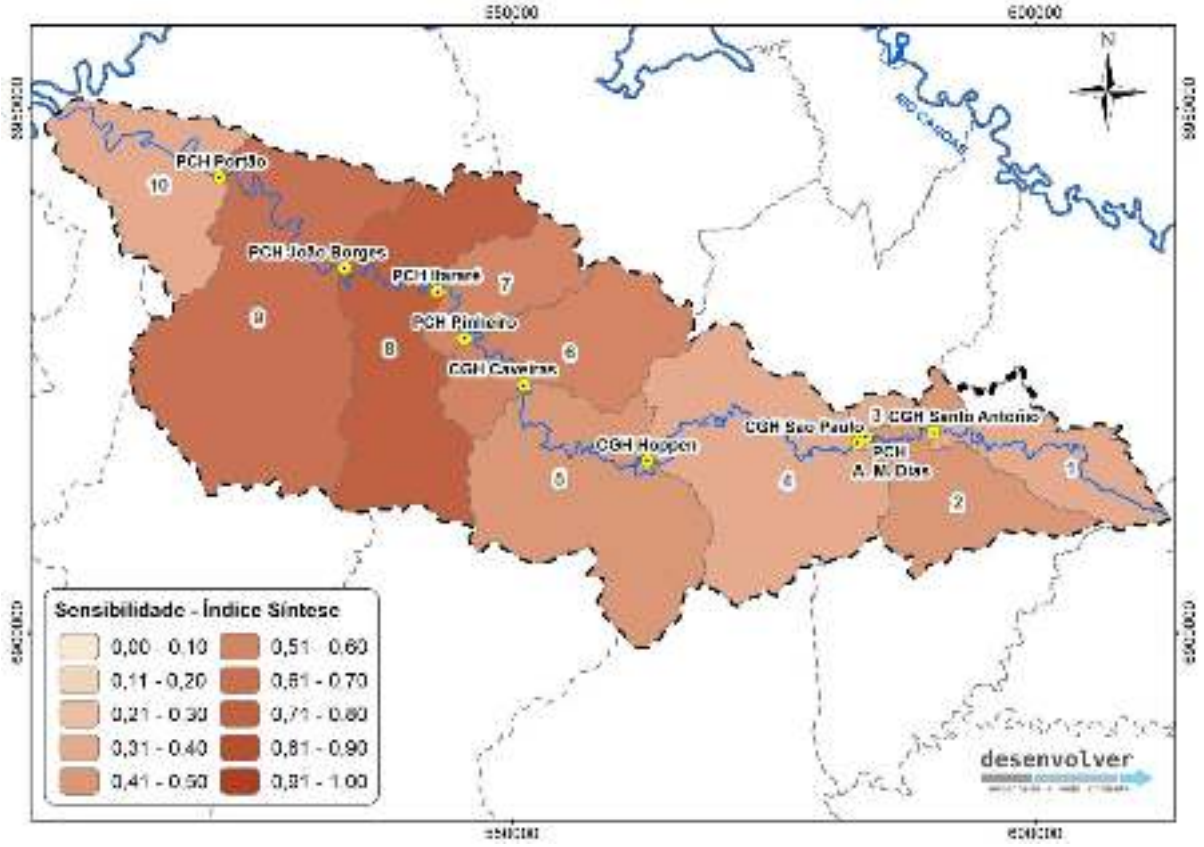
Pode-se notar a partir das figuras acima apresentadas, algumas características distintas nas sub bacias para determinados indicadores. Enquanto as sub-bacias a jusante, próximo a foz apresentam maior fragilidade ao parâmetro VAB, o número de espécies ameaçadas de flora encontra-se em maior quantidade na região central da bacia hidrográfica, bem como riqueza de espécies de ictiofauna a qual pode ser impactada de forma mais profunda quanto a perda de habitat,

isolamento com redução da variabilidade genética, apresentando maior sensibilidade a mudanças na região.

A maior sensibilidade à possível perda de áreas que hoje são destinadas para atividade agrossivelpastoril é na porção baixa da bacia, pois são áreas pertencentes a municípios que apresentam grande parte de suas atividades econômicas provindas destas atividades. A alteração da qualidade de água se mostrou o menor indicador representativo na bacia, porém evidenciou a sub-bacia 5, onde há o reservatório da CGH Caveiras e o possível barramento da CGH Hoppen como uma área já alterada ou com qualidade inferior.

Para melhor interpretação dos resultados, os mesmos foram caracterizados em um único mapa, resultando, portanto, em uma síntese da sensibilidade ambiental das unidades amostrais.

Figura 650 - Mapeamento de Sensibilidade - Índice Síntese



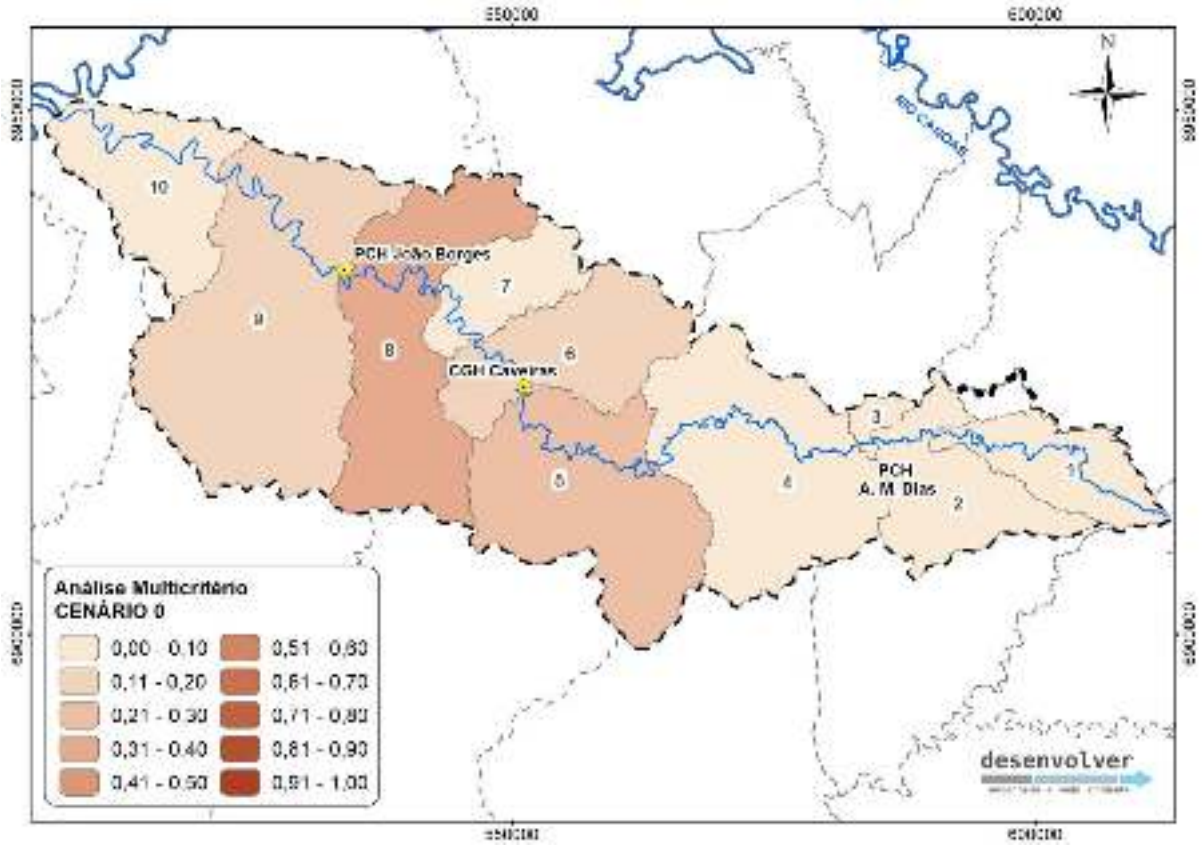
Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

A partir dos resultados gerados, nota-se que as regiões menos sensíveis a alterações são em sua maioria, as sub bacias localizadas a montante, locais com melhor qualidade de água, maior concentração de mata nativa em comparação à áreas agrícolas. A região mais sensível às alterações dos indicadores ambientais é a sub-bacia 8, resultado que pode ser justificado por ser uma região com maior concentração dependente da atividade agrícola e a qual apresentou elevados números de espécies ameaçadas de flora e riqueza de ictiofauna.

O resultado da análise de sensibilidade gerou pesos que serviram como dados de entrada para ponderar os critérios dos indicadores ambientais e realizar a análise multicritério para os diferentes cenários. Segue-se abaixo os resultados da análise multicritério.

O cenário 0 apresenta maior suscetibilidade a alterações na região central da bacia hidrográfica, especificamente nas bacias incrementais aos aproveitamentos hidrelétricos que já se encontram em operação. A unidade amostral 8 além de ser a que se mostrou mais sensível as alterações, foi também a mais evidenciada nesse cenário. Esse fato pode ser justificado por ser uma área com sensibilidade a qualidade da água devido ao pequeno trecho de rio livre existente em virtude da existência do reservatório da PCH João Borges, e por ser a área que mais apresentou espécies de flora ameaçadas.

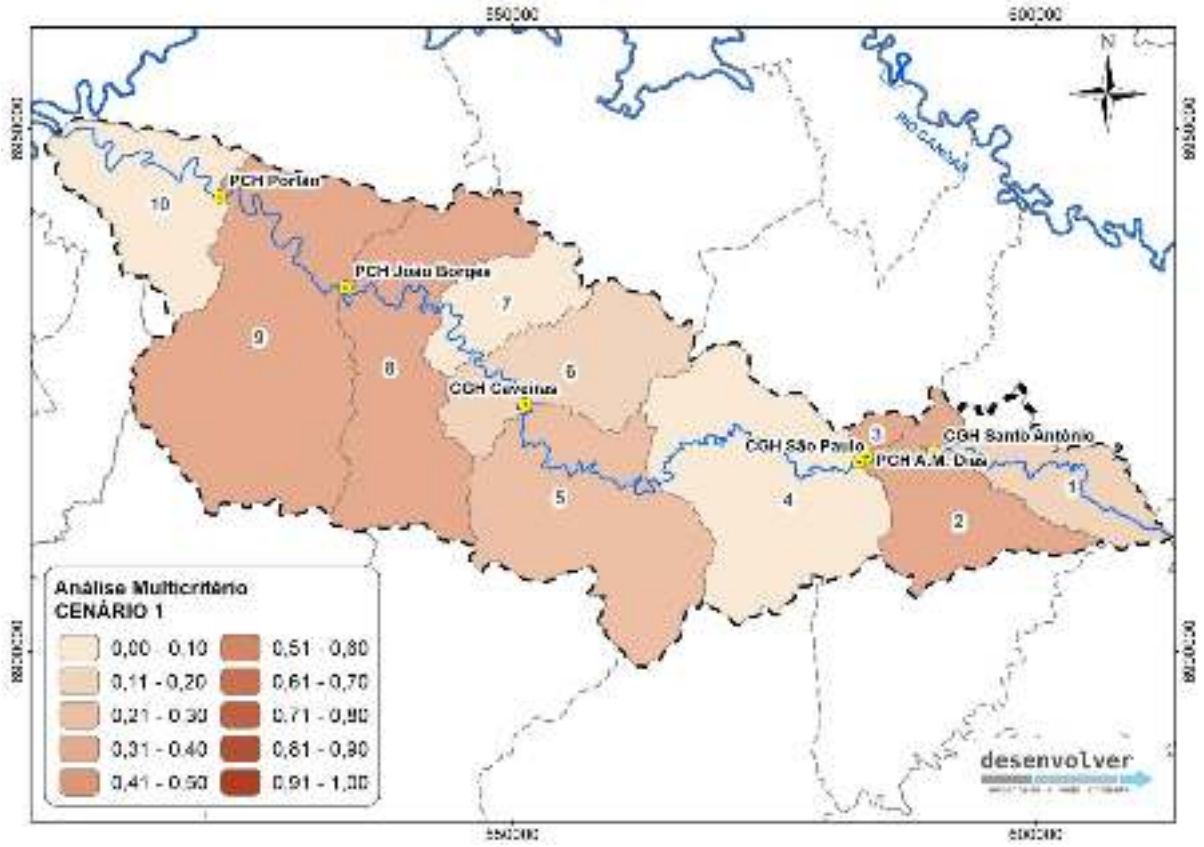
Figura 651 - Análise Multicritério - Cenário 00



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Com a implantação dos empreendimentos na seção superior do rio Caveiras (CGH Santo Antônio, CGH São Paulo e PCH A. M. Dias), o cenário 01 apresentou uma leve alteração para valores de índice mais elevados, quando comparados ao cenário atual. Esse fato pode ser justificado por este trecho apresentar novos obstáculos que interrompem o livre fluxo do rio (barramentos) e também a redução de trecho livre de rio. Para o trecho baixo da bacia do rio Caveiras, a implantação da PCH Portão também elevou sua significância. Ademais, empreendimentos localizados entre os aproveitamentos hidrelétricos considerados e os que já existiam não sofreram alterações, fato que preconiza menor abrangência destes possíveis conflitos tratando-se de bacia hidrográfica.

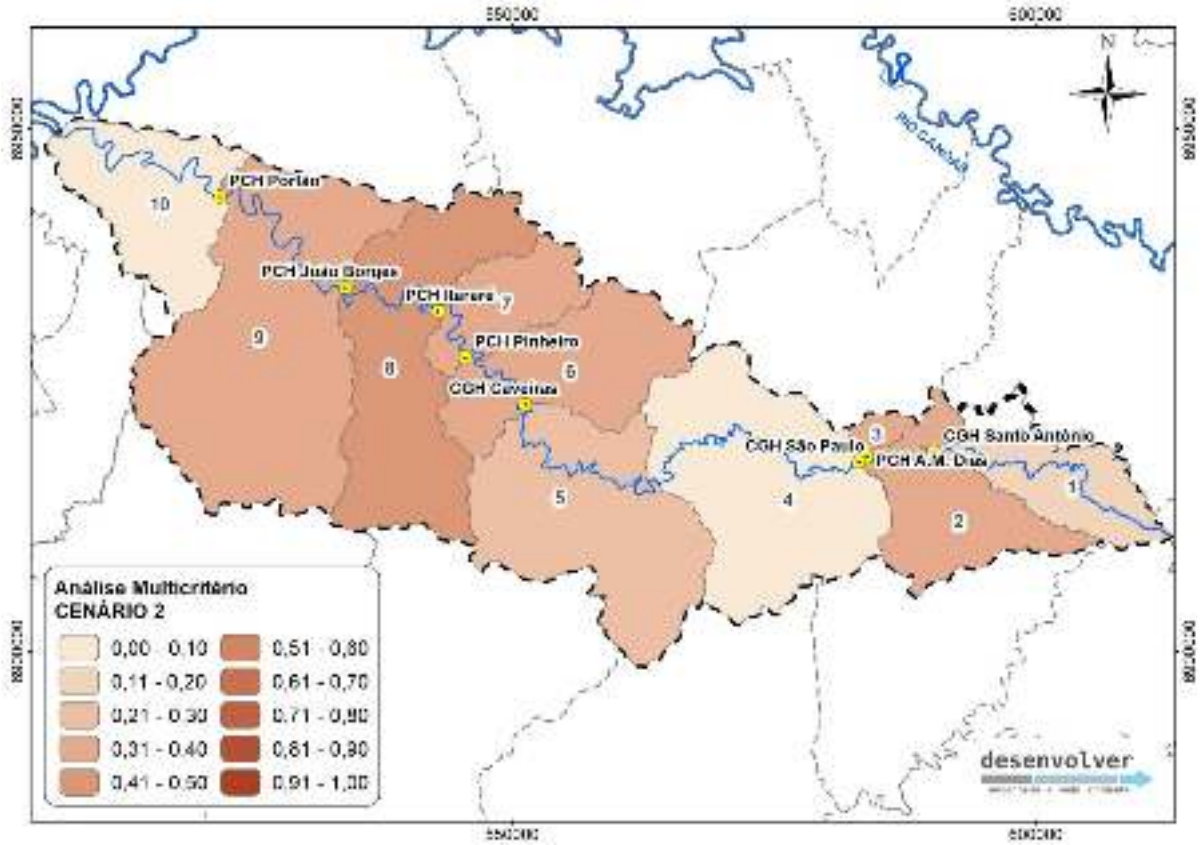
Figura 652 - Análise Multicritério - Cenário 01



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Para o cenário 02, foram consideradas a implantação de oito empreendimentos, contemplando a maior parcela da bacia para geração energética. Este cenário apresenta uma caracterização de sub-bacias com maiores sensibilidades às alterações na região central. Ressalta-se que a bacia 8 passa a ter uma maior importância devido a implicação de alteração no trecho de rio livre, reduzindo-o e fazendo com que maiores compostos fiquem retidos nessa localidade, além da redução de habitat para a fauna aquática e terrestre. Nota-se que a sub bacia 9 manteve-se parecido com o cenário 00, fato que demonstra que a implantação dos demais aproveitamentos não potencializaria a mesma.

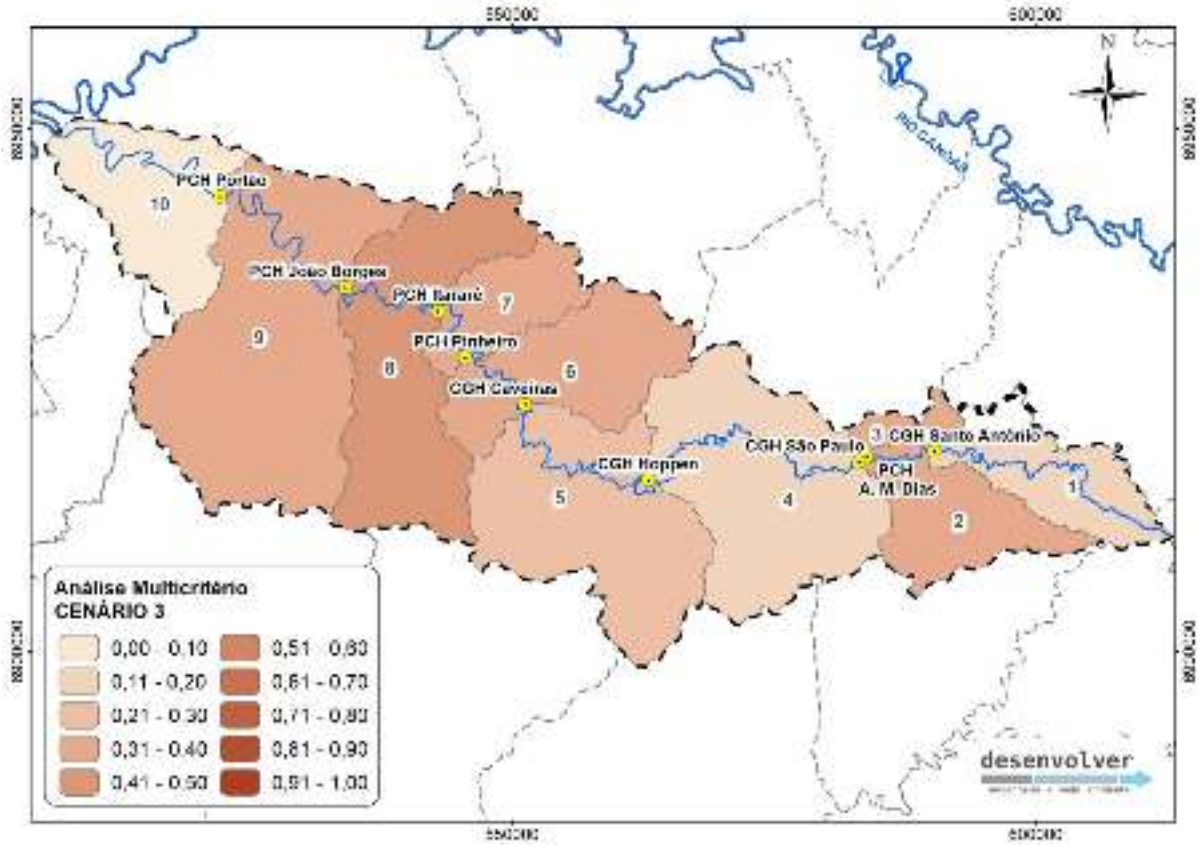
Figura 653 - Análise Multicritério - Cenário 02



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

A figura abaixo retrata o cenário caso todos os empreendimentos sejam instalados no rio Caveiras. Em comparação ao cenário 02, a implantação da CGH Hoppen causaria um aumento de significância apenas para a sub-bacia 4, sem alterar ou potencializar efeitos negativos ao restante da bacia. Portanto, é possível inferir que a implantação da CGH Hoppen não influencia ou potencializa conflitos aos demais aproveitamentos, ainda mais tratando-se de uma usina que não prevê reservatório e consequentemente, não terá supressão de mata nativa, perda de uso Agrossilvipastoril ou interrupção do livre trânsito de peixes.

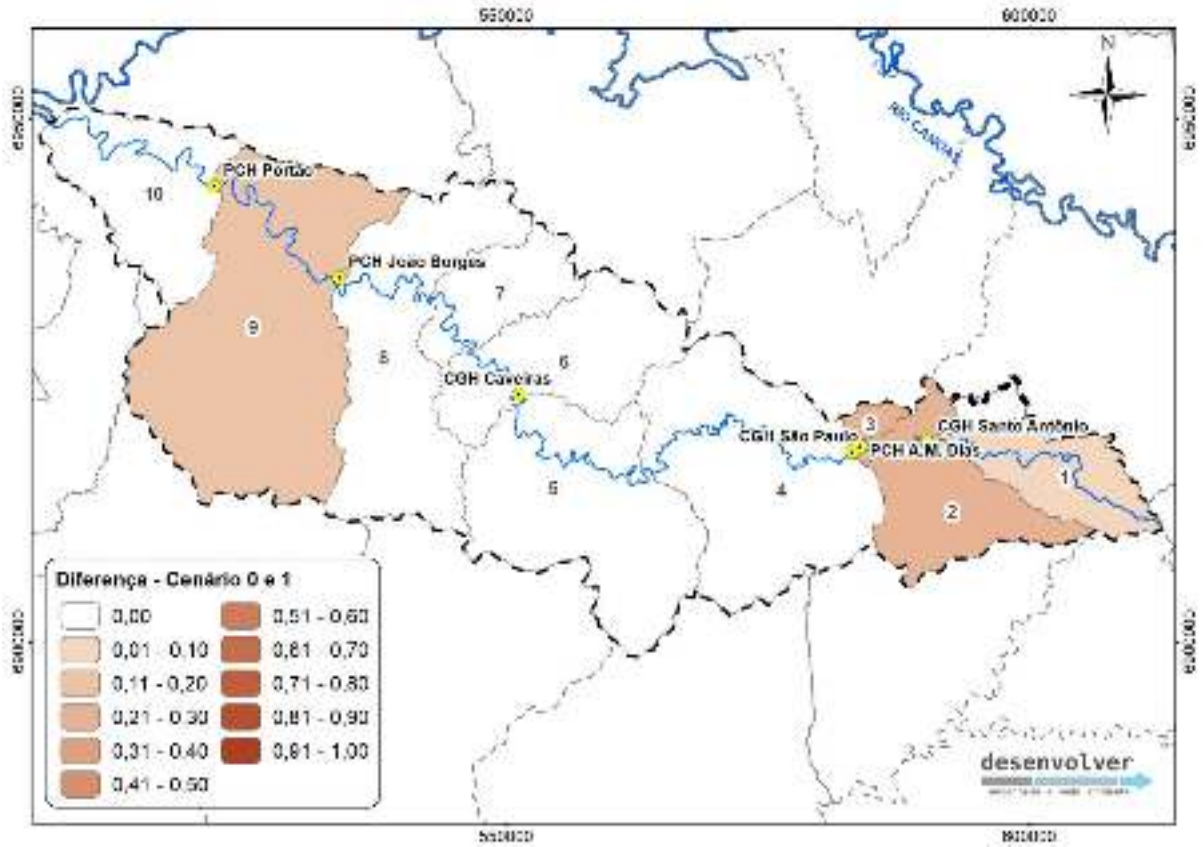
Figura 654 - Análise Multicritério - Cenário 03



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Para compreender as diferenças entre o cenário atual e aos demais planejados e apresentados acima para o rio Caveiras, foi avaliada a diferença de índices entre os cenários mostrado nas figuras abaixo.

Figura 655 - Diferença entre os cenários 00 e 01



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

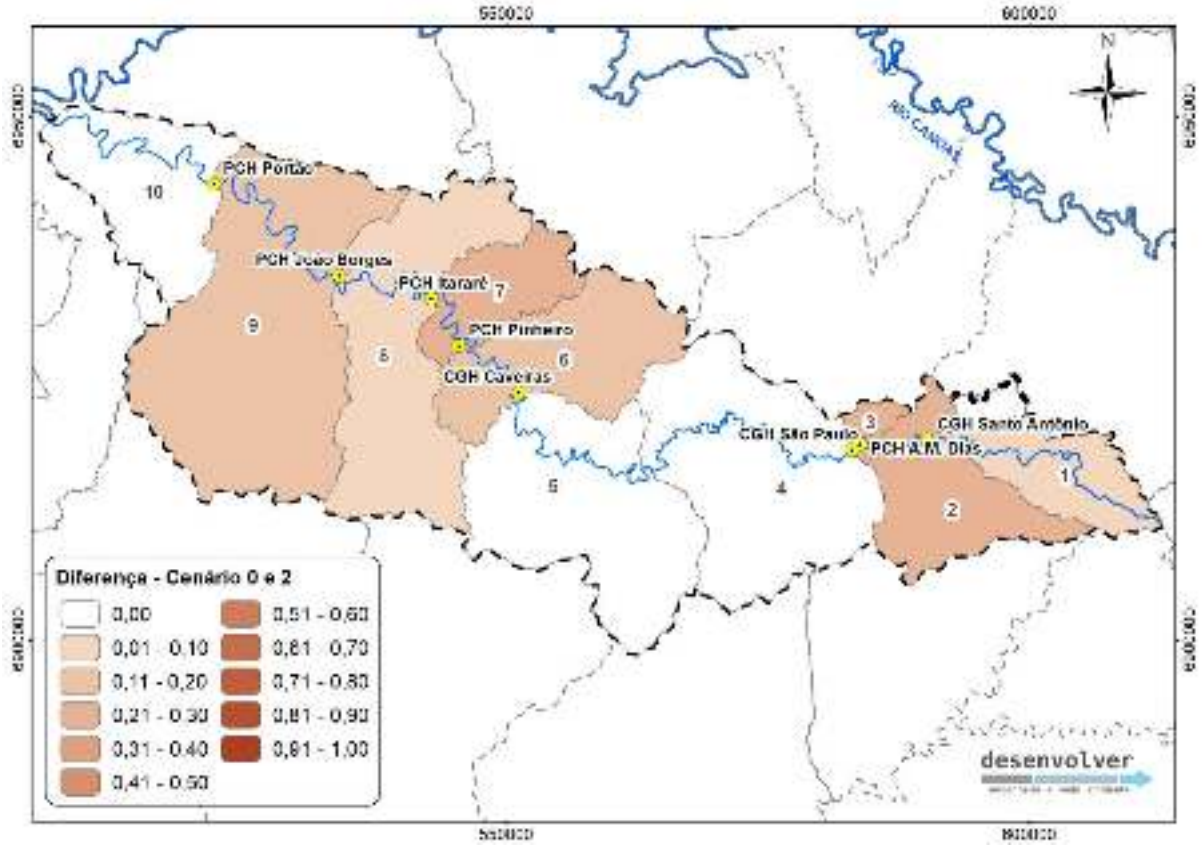
Analisando a figura acima, nota-se que as alterações ocasionadas pela implantação dos aproveitamentos inventariados considerados no cenário 01 ocorrem principalmente em trechos a montante, fato esperado, haja visto que de acordo com os dados levantados em campo, essa região sofre poucas intervenção no seu curso hídrico, e é uma área com maior uso do solo destinado para campo ou mata nativa. A implantação dos empreendimentos potencializará alteração na biota existente, principalmente na sub-bacia 3 onde haverá o reservatório da CGH São Paulo e grande parte do trecho do rio passará a ser trecho de vazão reduzida devido ao barramento da PCH A. M. Dias.

Na porção a jusante, apenas a sub-bacia 9 apresenta maior alteração devido a instalação da PCH Portão, a qual irá gerar uma considerada perda de áreas com uso agrícola para formação do reservatório. Destaca-se que mesmo com a

implantação desta PCH, as alterações a jusante (sub-bacia 10) não são potencializadas.

A figura a seguir caracteriza as diferenças do cenário atual em relação ao cenário 02, no qual é implantado mais duas usinas em trechos a jusante.

Figura 656 - Diferença entre os cenários 00 e 02

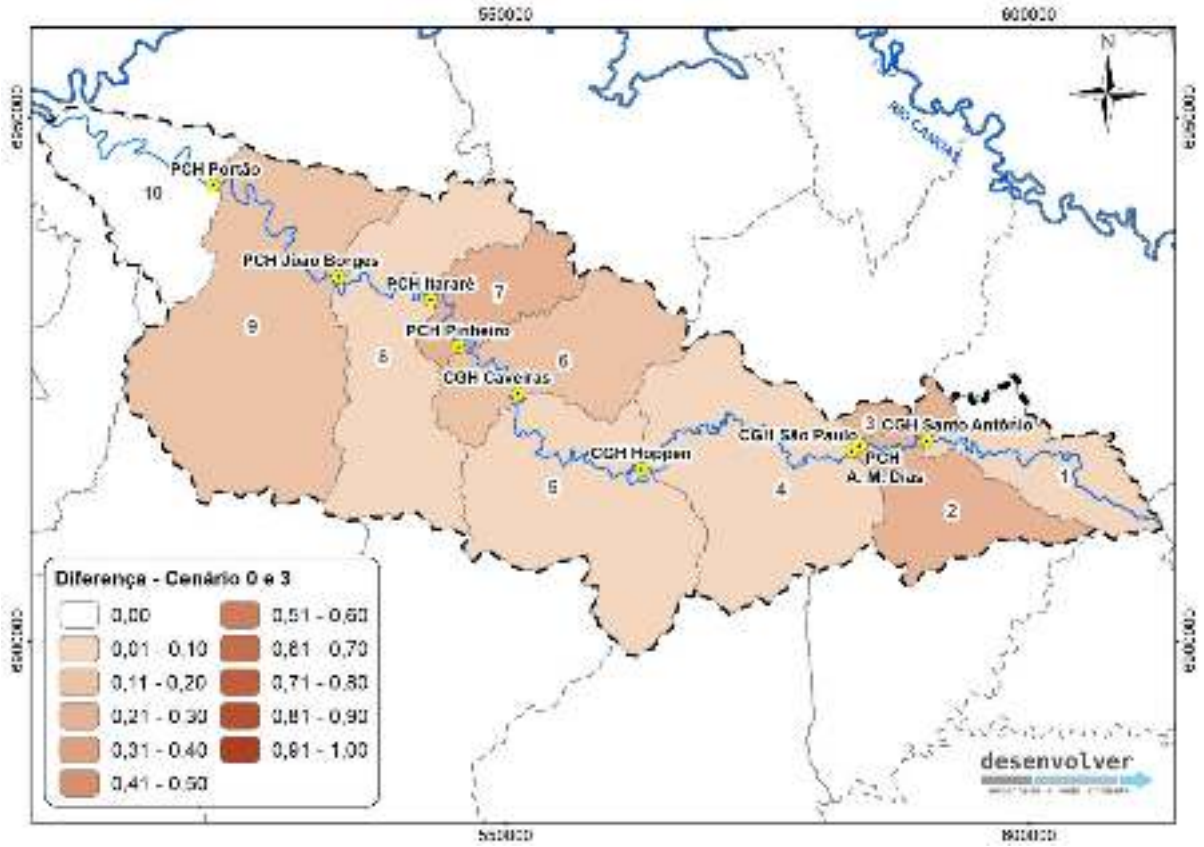


Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Nota-se que a implantação de aproveitamentos hidrelétricos no trecho intermediário do rio Caveiras irá causar maiores alterações nas sub-bacias 6 e 7. Apresentadas no mapa de sensibilidade como áreas mais sensíveis em relação às espécies de ictiofauna e espécies ameaçadas de flora, podem causar maiores modificações no âmbito biótico. Além disso, a sub-bacia 6 apresenta quedas acima de 5 metros que naturalmente já são barreiras para a migração de ictiofauna e tal compartimentação será potencializado com a implantação de uma barreira artificial (barramento da PCH Pinheiro).

A sub-bacia 8 apresentou pequenas alterações em relação ao cenário 00, haja visto que já é um ambiente modificado pela presença do reservatório da PCH João Borges. A seguir, é apresentado o cenário 03, onde difere-se do cenário anterior, apenas pela inclusão da CGH Hoppen na sub-bacia 5, conforme apresentado na figura abaixo.

Figura 657 - Diferença entre os cenários 0 e 3



Fonte: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, 2020

Nota-se que com a implantação da CGH Hoppen, as sub-bacias que não tinham apresentado ainda alterações, agora se manifestam. Entretanto, são alterações inferiores em relação ao restante da bacia. Portanto, considerando todos os empreendimentos propostos é possível afirmar a partir desta análise e metodologia aplicada, que a sub-bacia 7 onde está projetada a PCH Pinheiros e parte do lago da PCH Itararé, e a sub-bacia 3 em que há o reservatório da CGH São Paulo, são as regiões mais suscetíveis à modificações no ambiente e a conflitos.

Destaca-se que a sub-bacia 10, próximo a foz no Rio Canoas não tem alteração referente aos diferentes cenários, evidenciando que as implantações dos aproveitamentos não afetam esse trecho a jusante.

13 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O rio Caveiras, estende-se por aproximadamente 231,31 km, e adquire ao longo de seu percurso a contribuição de rios afluentes localizados nos municípios de Urupema, Capão Alto, Painel, Campo Belo do Sul, Lages, Cerro Negro, Correia Pinto e São José do Cerrito.

Além do rio Caveiras possuir grande importância para o abastecimento público do município de Lages, é também apetecido para uso de geração de energia hidrelétrica. Atualmente existem 5 aproveitamentos hidrelétricos em operação na bacia do Rio Caveiras, correspondente a 27.750 kW de potência instalada. Especificadamente no Rio Caveiras há 3 aproveitamentos, os quais totalizam uma geração de 24.550 kW. O primeiro empreendimento com licença de operação no rio Caveiras foi a extinta UHE Caveiras (em operação desde 1939), hoje empreendimento caracterizado por CGH Caveiras com potência de 3.800 kW, ao ponto que a licença de operação mais recente foi a expedida para a CGH Lageana (não inserida neste estudo), no ano de 2016, com geração de 1,750 kW.

Em virtude da existência de potencial energético para o rio Caveiras, a presente avaliação considerou alguns empreendimentos já implantados e projetados. Assim, nove (9) empreendimentos foram considerados por este estudo, cinco (5) PCH's e quatro (4) CGH's, a saber: PCH A.M. Dias, PCH Pinheiro, PCH Itararé, PCH João Borges, PCH Portão, CGH Santo Antônio, CGH São Paulo, CGH Caveiras e CGH Hoppen, sendo que está última não encontra-se no mapa interativo da ANEEL, pois está em elaboração de projeto.

Para os estudos anteriores que abrangeram os aproveitamentos hidrelétricos focos deste estudo, destacam-se os inventários realizados pela Empresa RTK e Mafrás - Energia e Reflorestamento. A empresa RTK Consultoria Ltda apresenta a revisão dos estudos de inventário do Rio das Caveiras, focando o trecho a jusante da usina Caveiras. Este estudo recebe aceite através do DESPACHO Nº 1110 de 29/12/2004 publicado em 30/12/2004 e é aprovado pelo DESPACHO Nº 277 de 03/03/2005 publicado em 04/03/2005, abrangendo a PCH Pinheiro (km 93,0), com

10,00 MW; PCH Itararé (km 78,20), com 9,00 MW; PCH João Borges (km 60,10), com 19,00 MW e PCH Portão (km 30,60), com 15,00 MW.

A empresa Mafrás Indústria e Comércio de Madeiras Ltda requereu e desenvolveu o estudo de inventário do Rio Caveiras, no trecho que vai da nascente até o remanso da usina CGH Caveiras (já existente e implantada na época do requerimento). Este estudo de inventário, constante no processo 48500.003217/2008-22, foi aprovado através do Despacho ANEEL nº 4.848 de 15 de dezembro de 2011, e considerou a CGH São Pedro (km 120,05), com 1,60 MW; CGH São Paulo (km 124,60), com 3,40 MW; PCH A. M. Dias (km 125,90), com 5,80 MW e CGH Santo Antônio (km 135,80), 1,75 MW.

Nesse contexto destaca-se que a bacia do rio Caveiras possui um potencial hidrelétrico latente e que certamente será requisitado pelo mercado, o que aumenta a relevância dos estudos integrados de avaliação de impactos sinérgicos e cumulativos.

A Bacia Hidrográfica do rio Caveiras, objeto de estudo desta avaliação integrada, é a segunda maior sub-bacia da Bacia Hidrográfica do rio Canoas, conhecida também como RH 4 - Planalto de Lages. Situado sob as coordenadas geográficas 27° 34' 49" S e 50°56' 3 " W, a Bacia Hidrográfica do rio Caveiras possui uma altitude que varia de 763 m à 1.724. Sua área, de aproximadamente 2.440,00 km², compreende principalmente o rio Caveiras, desde sua nascente até sua foz no rio Canoas.

A região da bacia hidrográfica do rio Caveiras, apresenta algumas diferenciadas morfologias, desde planícies extensas, passando por planaltos suaves até os vales mais íngremes e encaixados. A susceptibilidade a erosão e o risco de escorregamentos variam para cada área supracitada.

De modo geral, pode-se afirmar que a Bacia Hidrográfica do Caveiras possui de baixa a moderada suscetibilidade erosiva. O maior potencial erosivo concentra-se na foz, especificamente à jusante da PCH Portão e também à montante da CGH Hoppen, onde há o município de Lages.

A bacia hidrográfica do rio Caveiras encontra-se inserida na região geomorfológica do Planalto das Araucárias (o qual contempla o Planalto dos

Campos Gerais e o Planalto Dissecado do Rio Uruguai) e o Planalto Centro-Oriental de Santa Catarina (no qual insere-se o Planalto de Lages). A principal unidade geomorfológica da Bacia é o Planalto de Campos Gerais, na qual representa 70,37% da área total. Em seguida, tem-se o Planalto Dissecado do Rio Uruguai e o Planalto de Lages, com uma faixa de representatividade em 21,36% e 7,86% respectivamente.

Ao longo do rio Caveiras foram observadas distintas composições geomorfológicas, as quais conferem características únicas de aspecto cênico e paisagístico. O curso hídrico realiza a divisão das formações rochosas basálticas as quais compõem seu leito e apresentam-se muitas vezes expostas conforme a condição do regime hídrico.

Em determinados pontos são observadas barreiras geográficas, nas quais o rio Caveiras toma a forma de quedas naturais e cachoeiras. Estas barreiras marcam os gradientes de altitude em que a bacia se encontra inserida. Destaca-se ainda, a presença de barreiras artificiais, decorrentes da implantação de aproveitamentos hidrelétricos (CGH Caveiras e PCH João Borges).

Considerando os processos de mineração ativos, constatou-se a presença de 76, dos quais prevalecem o interesse na exploração de jazidas de rochas basálticas para produção de brita utilizada na construção civil e argila utilizada na área industrial. Dentre todos esses processos, alguns serão impactados pela possível implantação dos aproveitamentos, caso este da PCH A. M. Dias e CGH São Paulo.

A bacia do rio Caveiras está inserida no domínio Mata Atlântica, e os aproveitamentos hidrelétricos em análise no trecho de interesse estão inseridos nas fitofisionomias Floresta Ombrófila Mista e Campos Sulinos (trecho superior da bacia). Em especial, a Floresta Ombrófila Mista apresentou profundos impactos de exploração em períodos passados, restando atualmente poucos remanescentes significativos protegidos em áreas de preservação ou parques ecológicos.

De forma geral, os estudos florísticos e estruturais de paisagem relataram as áreas de influência dos empreendimentos como ambientes florestais descaracterizados, com sinais claros de perturbação e cobertura florestal por vezes baixa. Todavia, a presença de espécies arbóreas ameaçadas ao longo do rio

Caveiras, indica que ainda há regeneração e banco de sementes destas, o que pode ser potencializada com a instalação das APP dos empreendimentos nos futuros reservatórios. Ressalta-se que nas condições atuais, em inúmeros locais a faixa de preservação permanente não é respeitada, e por vezes diferentes atividades produtivas aproximam-se da margem do rio, tornado tal corredor florístico, totalmente descaracterizado. Assim a médio e longo prazo, projeta-se uma melhora considerável com a formação de faixas de vegetação que potencializarão uma melhora ambiental no âmbito regional, tanto para a flora, fauna como para própria proteção do corpo hídrico.

Pelo exposto acima, os empreendimentos projetados ao longo do rio Caveiras, estão submetidos à legislação federal, sendo, portanto, necessária a criação de uma faixa mínima de 30 metros de APP em cada margem do rio, a partir do limite normal do nível dos reservatórios. Contudo, APPs alternativas, tais como as "variáveis" adicionando remanescentes existentes até o perímetro de 100 metros, podem contribuir para um significativo ganho ambiental, garantindo desta forma, a preservação da flora local, bem como de habitats faunísticos. Ademais, quanto as espécies de reófitas observadas nesta avaliação, a qual representa considerável dificuldade quanto a sua identificação e avaliação quanto aos possíveis alterações em virtude da implantação de aproveitamentos podem vir a ocasionar as distintas populações, indica-se que no âmbito dos processos licenciatórios, ocorra estudos aprofundados, com intuito de promover um melhor conhecimento a este grupo florístico. Sugere-se ainda a realização de coleta de material para encaminhamento a instituições de ensino que deseje realizar estudos botânicos especializados.

Através também da legislação aplicada à atividades que envolvam supressão de vegetação e APP; lei nº: 12.651 (Brasil, 2012) e lei nº 11.428 (Brasil 2006), os empreendimentos deverão promover a compensação florestal das áreas de supressão, fomentando a criação de áreas protegidas dentro do bioma e da bacia hidrográfica, o que em projeções futuras, aumentará áreas de fragmentos florestais dentro da bacia. Estas questões ficam inseridas nas medidas mitigadoras e compensatórias relacionadas aos Estudos de Impacto Ambiental de cada empreendimento.

A instalação dos aproveitamentos afeta os ecossistemas terrestres de maneira direta através da supressão da vegetação que promove a perda e redução de hábitats. Os fragmentos florestais são de grande relevância para a fauna local e regional, pois funcionam como área de refúgio e alimentação das espécies. Quando ocorre a remoção da cobertura florestal, as espécies mais exigentes acabam por migrar para áreas com melhores condições, enquanto outras mais tolerantes permanecem, buscando adaptações.

Neste sentido, durante a instalação dos empreendimentos ao longo do rio Caveiras, é prevista uma migração das espécies para outras áreas, menos afetadas, sendo necessário o monitoramento de cada empreendimento durante cada fase do licenciamento.

A partir dos levantamentos de dados primários e secundários para a fauna terrestre, foi registrada uma maior riqueza na porção média e alta do rio Caveiras (montante do lago da PCH João Borges), especialmente para os grupos de avifauna e herpetofauna, uma vez que a mastofauna apresentou distribuição similar ao longo da bacia. As espécies dos diferentes grupos foram classificadas quanto à grau de ameaça, sendo 33 espécies de avifauna, oito (8) espécies da herpetofauna e 14 espécies da mastofauna, o que denota determinada importância das áreas em termos de conservação. Reforça-se a questão de que em sua maioria, estás espécies ocorreram de forma acidental, sendo diagnosticada certa raridade das mesmas para a bacia.

Desta forma, a instalação de empreendimentos nas áreas de ocorrência de espécies de fauna ameaçada pode potencializar os conflitos ambientais sobre estas, devendo ser analisada a inserção de cada empreendimento de forma a não afetar as áreas próximas de ocorrência das mesmas. Cabe neste aspecto, indicar que em um cenário futuro a médio e longo prazo, conforme estudo da ecologia da paisagem, haverá um incremento de áreas florestadas e a conectividade entre remanescentes florestais, o que deve corroborar para a preservação e manutenção da biodiversidade, em especial das ameaçadas, desde que mantidas medidas de controle e mitigação de impactos a estas espécies.

Ademais, ressalta-se a presença do “cágado-rajado” *Phrynops williamsi,* considerada vulnerável de extinção em Santa Catarina e presente no Plano de Ação Nacional para Conservação da Herpetofauna Sul. A mesma foi registrada de forma acidental no trecho médio da bacia. A crescente pressão externa, com expansão da agricultura, pecuária e silvicultura, além da implantação de empreendimentos hidrelétricos, vem ao longo das últimas décadas, alterando e restringindo sua área de vida. Além disso, a liberação descontrolada de efluentes não tratados em municípios próximos ao rio Caveiras, vem elevando os riscos quanto a manutenção da espécie. Assim, avaliações futuras ao longo do rio Caveiras, devem contemplar estudos específicos a esta espécie, assim como, em processos licenciatórios, propor medidas para mitigação de impactos as populações existentes, tais como a implantação de diques próximo as margens de reservatórios para proporcionar locais para termorregulação da espécie, sistemas que permitam ou facilitem seu acesso entre trechos de jusante e montante de barramentos além de dispositivos em barramentos acima de cinco (5) metros que evitem quedas de grandes alturas a exemplares que por ventura subam na soleira para termorregular.

Os principais usos consuntivos da água na bacia do Rio Caveiras estão voltados ao Abastecimento Público e ao Uso Industrial. O município de Lages é o que apresenta os maiores índices de utilização da água em todos os usos elencados, cenário já esperado devido ao seu elevado desenvolvimento econômico comparado aos demais municípios da bacia.

É importante atentar-se à possíveis conflitos em decorrência dos diversos usos da água e da localização de pontos de captação (retirada) e restituição (retorno). Para o município de Lages, por utilizar de vazões diretamente do Rio Caveiras, a vazão do manancial mantida no ponto de captação para o abastecimento público deve ser de, pelo menos, a mínima estimada para suprir as demandas necessárias, tendo em vista que esta captação já é regularizada a nível de município, através da SEMASA e estado, através da SDS. Além disso, deve-se considerar os demais usos cadastrados nos órgãos competentes e as vazões disponibilizadas aos mesmos, principalmente usos industriais, já consolidados na região.

Dentre as demandas hídricas não consuntivas, aquelas que mais se destacam atualmente na bacia do Rio Caveiras referem-se à piscicultura/aquicultura e recreação, turismo e lazer – com exploração de locais de potencial turístico devido a presença de quedas d'água e cachoeiras, formadas principalmente entre os cânions lageanos.

A geração de energia hidrelétrica também é um uso não consuntivo já presente na bacia, com a operação da CGH Caveiras (3,83 MW), entre os municípios de Lages e Capão Alto e da PCH João Borges (19 MW), localizada entre Campo Belo do Sul, São José do Cerrito e Lages. Além destes, outros empreendimentos estão projetados no Rio Caveiras, e encontram-se em fase de estudos e projetos junto a ANEEL e ao IMA.

O principal aspecto relacionado à implantação destas usinas hidrelétricas consiste na presença de trechos de vazão reduzida, os quais devem ser estudados de forma individual no processo de licenciamento ambiental de cada aproveitamento, a fim de verificar a existência de outros usos no local, bem como as vazões demandadas e possíveis conflitos que possam vir a ocorrer por conta de captações já consolidadas e aprovadas no trecho de rio.

Tendo em vista os resultados obtidos no levantamento da qualidade da água e na aplicação da modelagem ambiental para a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras foi possível prever quatro (04) cenários, considerando o estado atual e os relativos a curto, médio e longo prazos para as projeções deste rio.

Nas condições atuais, consideraram-se os aproveitamentos hidrelétricos já em operação (PCH João Borges e CGH Caveiras), sendo que de maneira geral, à qualidade da água na bacia hidrográfica esteve classificada como boa, entretanto, as contribuições oriundas do município de Lages acabaram degradando-a.Pontualmente, a jusante de Lages, após a confluência do rio Carahá com o rio Caveiras, a qualidade da água decaiu para ruim. Este resultado foi influenciado por interferências sanitárias em grande escala, com número elevado de coliformes termotolerantes e as concentrações mais elevadas de fósforo total, DBO, sólidos totais e nitrogênio total para a bacia, que acabaram refletindo na depleção do oxigênio dissolvido na água do local (anóxia). As condições de integridade da água

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

do rio Caveiras começaram a se reestabelecer na área de influência direta da CGH Caveiras, sendo que a jusante do barramento existiu classificação semelhante a dos pontos preservados, locados na porção alta da Bacia Hidrográfica, classificado com qualidade ótima.

Para o cenário a curto prazo está prevista a implantação de quatro empreendimentos a mais do que os já em operação atualmente, sendo que três delas estarão localizadas na porção alta do rio Caveiras. A montante dos barramentos possivelmente haverá a retenção de compostos aumentando a produção no reservatório, principalmente para a CGH São Paulo que possui no entorno focos de pecuária familiar. Apesar deste previsível acúmulo de compostos e sedimentos promovido pela instalação do barramento, o próprio reservatório passará a autodepurar estas contribuições, lançando águas à jusante do empreendimento em melhores condições. Ademais, neste cenário, a presença da PCH Portão se dará a jusante da PCH João Borges auxiliando sinergicamente na retenção e depuração de compostos capazes de degradar a qualidade da água.

Com a avaliação do cenário a médio prazo, prevê a aplicação dos projetos citados anteriormente, mais as projeções das PCHs Pinheiro e Itararé que estarão em respectiva sequência, entre as CGH Caveiras e PCH João Borges. Neste cenário também se ressalta o acúmulo de compostos capazes de eutrofizar o ambiente e promover o declínio da qualidade da água no reservatório. Entretanto, o efeito depurativo promovido pela redução do fluxo d'água auxiliará a manter a qualidade superior a jusante deste trecho, transformando o rio Caveiras em uma sequência acumulativa e depurativa de contribuições agrícolas, da pecuária e, principalmente de área urbana, com maior intensidade a partir do trecho que recebe as contribuições do município de Lages.

Já o cenário modelado a longo prazo inclui na sequência de oito (08) reservatórios a CGH Hoppen, com intenção a jusante da confluência do rio Carahá com o Caveiras. Neste local haverá bloqueio parcial no transporte de compostos ao longo do rio e promoverá o aumento da produtividade aquática podendo trazer infortúnios, degradando a qualidade da água em níveis elevados. Porém, a alteração do ambiente lótico por lêntico auxiliará na depuração destas contribuições,

apresentando a jusante do empreendimento qualidade superior à registrada e restabelecendo a qualidade da água em um menor espaço, quando comparada à diluição promovida nas condições atuais.

Por fim, salienta-se que nos cenários de curto, médio e longo prazo existirá agravamento das condições relevantes a qualidade da água em momentos de estiagem, principalmente nos trechos de vazão reduzida, entretanto, não representará um conflito cumulativo para o rio Caveiras, sendo apenas pontual para cada empreendimento.

Quando considerada a fauna aquática, foi possível concluir que a Bacia Hidrográfica do rio Caveiras possui uma riqueza de macroinvertebrados bentônicos significativa, principalmente no terço inicial do rio. Entretanto, algumas interferências ao longo da Bacia Hidrográfica alteraram a composição da comunidade, especialmente a partir do reservatório da CGH Caveiras, devida a uma baixa abundancia e riqueza de espécies registradas até próximo a sua foz, onde deságua no rio Canoas.

Quanto a ictiofauna ao longo do rio Caveiras, foi verificado a presença de 36 espécies por meio dos levantamentos primários, em que não se evidenciou qual quer ameaça a extinção para as mesmas. De forma geral, a comunidade íctica é caracterizada pelo porte variando de pequeno a médio, as quais em sua maioria apresentam hábito generalista quanto a utilização do espaço e com potencial de adaptação a ambientes lênticos. Todavia, algumas espécies apresentam certas restrições, com dependência a determinadas condições físicas e estruturais que as permita concluir seu ciclo ecológico e de vida. Neste contexto enquadram-se especialmente os chamados “cascudos”, os quais permanecem preferencialmente em trechos de águas rápidas e fundo pedregoso. A manutenção de trechos de rio livre e a preservação de áreas de corredeiras podem auxiliar na constituição de refúgios para a fauna aquática dependente deste tipo de ambiente, bem como da flora reofítica

Na atual condição do rio Caveiras, foi detectada a presença de alguns obstáculos intransponíveis naturais ou introduzidas (barramentos) para os peixes. Tais obstáculos promovem uma certa compartimentação da comunidade íctica, a

qual ocorre de forma natural para o caso de quedas e cachoeiras existentes, como impostas, ao considerar os barramentos da PCH João Borges e da CGH Caveiras. Tal cenário já condicionou a um certo isolamento de populações, onde a troca gênica só pode ser realizada no sentido de montante para jusante, seja através da queda de espécimes (adultos, jovens, larvas ou ovos) para os obstáculos naturais ou barramentos em períodos que ocorra o vertimento, bem como através de eventos que conduzam os organismos pela água tomada pelo sistema hidráulico e liberado de forma intacta a jusante da casa de força. Ressalta-se que nenhum dos empreendimentos em operação é dotado de algum sistema de transposição.

Para espécies caracterizadas por realizar grandes deslocamentos migratórios, a própria condição estrutural e física do rio Caveiras, promove dificuldades na utilização do espaço, uma vez que trata-se de um curso hídrico caudaloso, com frequentes quedas e rasos em muitos trechos, o que reduz o potencial de deslocamento pelo mesmo, em especial as espécies com deslocamento pelo fundo do rio, tal como o “suruvi” *Steindachneridion scriptum.* Ademais, outro fator que dificulta a existência das mesmas para o rio Caveiras e de estrema relevância, está associado à compartimentação da porção alta da bacia do rio Uruguai, em que grandes empreendimentos hidrelétricos (UHE Garibaldi, UHE Itá e UHE Foz do Chapecó) desprovidos de sistemas de transposição de peixes, promoveram o bloqueio do livre trânsito da ictiofauna, levando a sucessiva redução dos estoques relacionadas aos grandes migradores e possíveis extinções das mesmas neste trecho da bacia.

Assim, caso alguma espécie ainda esteja presente no ambiente, seria importante que os empreendimentos já instalados, bem como aqueles projetados, contemplassem em seus projetos, dois fatores primordiais para uma tentativa de manter suas populações. A primeira está associada a redução da altura do barramento e consequente tamanho da área alagada, o que proporcionaria um maior trecho de rio livre a montante dos mesmos. A segunda estratégia, estaria associada a implantação de sistemas de transposição com ligação do trecho a jusante ao de montante, porém em um formato de riacho, buscando uma caracterização ambiental desta passagem, o mais distante possível de outras

projetadas em empreendimentos hidrelétricos, as quais destoam em sua totalidade de características naturais. Além disso, tais passagens permitiram que espécies com baixo e curto potencial de deslocamento, possam acessar trechos de montante, permitindo a troca gênica entre as populações, culminando em uma maior probabilidade de que estás não sejam eliminadas localmente em virtude das alterações ambientais.

O diagnóstico do meio socioeconômico teve como base informações referentes aos aspectos demográficos, econômicos, infraestruturas, bem como características históricas, patrimônio cultural e arqueológico municípios inseridos na Bacia do rio Caveiras. Os dados foram obtidos em fontes secundárias, através de consultas a sites institucionais e fontes primárias, por meio de levantamento a campo percorrendo as oito cidades analisadas (Campo Belo do Sul, Capão Alto, Cerro Negro, Correia Pinto, Lages, Painel, São José do Cerrito e Urupema).

Os municípios estão inseridos na microrregião da serra catarinense. Apesar dos contrastes socioeconômicos analisados, todos apresentam perfil agrícola, característica predominante na região onde se inserem. O local é marcado historicamente pela presença de índios guaranis e posteriormente servindo de passagem dos tropeiros, da rota comercial entre o Rio Grande do Sul e São Paulo.

A área de influência direta do estudo compreende a zona rural dos municípios presentes na bacia. Com predomínio de uso do solo formado por pastagens e campos naturais, em que a principal influência na implantação dos empreendimentos corresponde a perda de áreas produtivas.

A partir do desenvolvimento do estudo, a equipe multidisciplinar identificou 37 possíveis impactos e aspectos potencialmente conflitantes com os aproveitamentos hidrelétricos propostos no trecho de estudo. Após critica avaliação, cinco conflitos que podem ocorrer no âmbito de bacia com ocorrência de forma indireta pela implantação dos aproveitamentos, foram selecionados: alteração da qualidade da água (aspectos quantitativos, qualitativos e ecológicos); fauna relacionada a ecossistemas aquáticos (perda da variabilidade genética); fauna relacionada a ecossistemas terrestres (número de espécies ameaçadas); flora (número de espécies ameaçadas); socioeconômica (conflitos de uso da terra).

Para cada um dos conflitos selecionados, um ou mais critérios indicadores do grau de intervenção foram elencados a partir da possível instalação dos aproveitamentos em relação aos conflitos acima mencionados. O grau das possíveis intervenções considerando os efeitos sinérgicos e cumulativos foram mensuradas para cada um dos cenários elaborados para os diferentes aproveitamentos do potencial energético ao longo do rio Caveiras.

Assim, foram estabelecidos quatro cenários distintos: Cenário 00 – constitui as atuais condições da bacia do rio Caveiras, com a presença dos empreendimentos já instalados e em operação (CGH Caveiras e PCH João Borges); Cenário 01 – configurado pelos empreendimentos já instalados e operando, além daqueles com processo já tramitados ou em tramitação junto aos órgãos reguladores (IMA e ANNEL), totalizando seis aproveitamentos (CGH Santo Antônio, CGH A.M. Dias, CGH São Paulo, CGH Caveiras, PCH João Borges e PCH Portão); Cenário 02 - formado pelos empreendimentos já em operação para o rio Caveiras, bem como por aqueles em tramitação junto ao IMA e ANEEL, ou em apenas um destes órgãos reguladores, totalizando oito aproveitamentos (CGH Santo Antônio, CGH A.M. Dias, CGH São Paulo, CGH Caveiras, PCH Pinheiro, PCH Itararé, PCH João Borges e PCH Portão); Cenário 03 - configurado pelos empreendimentos já instalados e em operação, por aqueles com alguma tramitação junto aos órgãos regulamentadores (IMA e ANEEL) e por aqueles com interesse em licenciamento futuro, porém sem processo aberto as instituições acima mencionadas, considerados todos os empreendimentos desta avaliação (CGH Santo Antônio, CGH A.M. Dias, CGH São Paulo, CGH Hoppen, CGH Caveiras, PCH Pinheiro, PCH Itararé, PCH João Borges e PCH Portão).

Neste sentido, ainda foram elencados nestes cenários, as variações quanto a influência na manutenção de trechos de rio livre, a fim de salvaguardar a diversidade e riqueza da fauna e flora dependentes de ambientes com águas rápidas, bem como da integridade da vegetação arbórea. Ressalta-se que alguns poucos trechos do rio Caveiras constatou-se potencial para a exploração turística em virtude de beleza cênica existentes, onde os conflitos seriam regionalizados, e não potencializados ao longo da bacia avaliada.

Ao final, após a análise dos resultados da análise multicritério foi possível identificar algumas diferenças quanto aos conflitos potenciais para a bacia e sub-bacias entre os diferentes cenários.

Entre o cenário 00 e cenário 01, o maior potencial conflitante ocorrerá na porção alta da bacia, em virtude da alteração na biota existente, principalmente na sub-bacia 3 onde haverá o reservatório da CGH São Paulo e grande parte do trecho do rio passará a ser trecho de vazão reduzida devido ao barramento da PCH A. M. Dias. Neste cenário também haverá conflitos potencializados para a trecho onde encontra-se projetada a PCH Portão, especialmente em função da perda de áreas produtivas.

Para o cenário 02, a possível implantação da PCH Itararé e PCH Pinheiros promoverá maior potencialidade de conflitos para as sub-bacias 6 e 7, porém sem afetar de forma significativa os demais trechos da bacia, quando comparados ao cenário 01. Este intervalo apresenta maior sensibilidade em relação às espécies de ictiofauna pela implantação dos barramentos e compartimentação do rio, além das espécies ameaçadas de flora.

Para o cenário 03, onde apenas adiciona-se a CGH Hoppen, as sub-bacias 4 e 5 até então não haviam apresentado alterações, se manifestam. Entretanto, são alterações diminutas em relação ao restante da bacia, haja vista que este projeto não apresenta a formação de um reservatório com necessidade de supressão ou que impeça o livre trânsito dos peixes, reduzindo o potencial com conflitos para o trecho, ou mesmo potencializando os mesmos nos demais intervalos da bacia.

A presente avaliação, condiciona possíveis conflitos atuantes ao longo de toda bacia hidrográfica, as quais em diferentes cenários poderiam tornar-se cumulativos, representando regiões mais sensíveis a alterações frente a implantação dos empreendimentos hidrelétricos planejados. Desta forma, constatou-se que em diferentes trechos do rio Caveiras, os conflitos apresentam maior ou menor relevância, porém sem que os mesmos apontem para condições críticas em virtude da instalação dos aproveitamentos.

Desta forma, indica-se que no âmbito dos processos licenciatórios de cada um dos empreendimentos pretendidos para a bacia, os conflitos mais sensíveis

observados para cada uma das micro-bacias, sejam abordadas de maneira mais profunda e técnica, a fim de evidenciar as possíveis alterações e seu grau de magnitude que a instalação dos empreendimentos causará localmente.

14 DIRETRIZES E RECOMENDAÇÕES

Considerando os conflitos e influencias identificadas ao longo da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, relativas aos componentes-síntese dos atributos físicos, ecossistemas terrestres, ecossistemas aquáticos, aspectos socioeconômicos e modelagem ambiental são sugeridas as diretrizes a seguir, em atendimento ao decreto 365/2015 referente a AIBH no estado de Santa Catarina.

- Indicar as diretrizes gerais ambientais para a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos previstos para o rio Caveiras;
- Prevenir sobre os efeitos potenciais cumulativos e sinérgicos passíveis de serem gerados pela implantação dos empreendimentos, sobre os recursos hídricos e o uso do solo;
- Fornecer informações e dados que subsidiem os processos de licenciamento dos empreendimentos hidrelétricos da AIBH em tela.

A oportunidade de sugestão de diretrizes destina-se as CGHs Santo Antônio; São Paulo e Hoppen, bem como para as PCHs A.M. Dias, Pinheiro, Itararé e Portão, bem como a agentes da bacia hidrográfica, não diretamente ligados ou responsáveis pela implantação dos empreendimentos em questão.

As diretrizes e recomendações são orientativas no processo de licenciamento, não lhes cabendo, contudo, a indicação de supressão ou não licenciamento dos empreendimentos aqui considerados, haja vista que tal atribuição é de responsabilidade do IMA e IBAMA.

14.1 DIRETRIZES SOCIOAMBIENTAIS AO PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DOS EMPREENDIMENTO

A identificação de conflitos e influências ao longo do rio Caveiras, possibilita a determinação e sugestão de diretrizes básicas a serem adotadas (estudos complementares, medidas mitigadoras e compensatórias) como premissas do processo de licenciamento ambiental dos aproveitamentos projetados para o rio Caveiras, conforme apresentado a seguir.

14.1.1 Apresentar estudos de usos múltiplos das águas e usos consuntivos por empreendimento a ser licenciado

- **Justificativa**: de acordo com a ANA (2015), o balanço hídrico entre disponibilidade e demanda hídrica pode ser considerada confortável ao longo de todo rio Caveiras, o qual em seu maior trecho é classificado como “Excelente”, exceto no trecho próximo ao município de Lages, onde há um significativo incremento de nutrientes provenientes do lançamento de efluentes não tratados diretamente para o rio ou em seus afluentes. Foram registrados, pois pontos para captação de água para os municípios de Lages e Painel, porém em intervalos não influenciados por algum dos empreendimentos propostos. Para todo o rio Caveiras, é possível confirmar, através de estudos apresentados anteriormente, que o balanço hídrico de fato não é um aspecto preocupante e relevante em escala de bacia. Ademais, conflito de uso dos recursos hídricos quanto aos aspectos qualitativos são considerados esparsos com baixa probabilidade de ocasionar algum conflito em virtude da implantação dos aproveitamentos, considerando o cenário atual.

De forma geral, com a implantação dos empreendimentos hidrelétricos inventariados ao longo do rio Caveiras, a condição entre disponibilidade e demanda não sofrerá alterações em escala de bacia hidrográfica, haja vista que em suma, empreendimentos hidrelétricos não consomem efetivamente tal recurso. Para os empreendimentos considerados nesta avaliação, alguns arranjos apresentam trecho de vazão reduzida, onde há um desvio de grande parte da água de um ponto ao outro do rio, podendo haver nesses, casos conflitos locais em termos quantitativos, aspecto que deverá ser melhor analisado no processo licenciatório (EIA-RIMA ou EAS) de cada empreendimento proposto.

- **Procedimentos:** realizar estudo de usos múltiplos das águas e usos consuntivos com ênfase, quando presente, nos trechos de vazões reduzidas do empreendimento a ser proposto para o procedimento de licenciamento ambiental.
- **Abrangência territorial:** trecho de vazão reduzida de cada aproveitamento do trecho do inventário hidrelétrico aprovado.
- **Responsabilidade pela implantação**: concessionários.

- **Entidades Envolvidas:** Comitê do Rio Caveiras, MP, IMA, empresas de consultoria ambiental e instituições de pesquisa (Universidades regionais).

14.1.2 Apresentar estudo de modelagem hidráulica e de qualidade da água por empreendimento a ser licenciado

- **Justificativa:** os resultados da modelagem de qualidade de água indicam que a implantação dos empreendimentos não irá alterar a qualidade de água de forma significativa e negativa. Contudo, é importante ressaltar que poderá haver impactos negativos sobre a qualidade de água de forma localizada em algumas regiões do reservatório não identificadas nesta escala de análise e também nos trechos de vazão reduzida que possuírem aportes significativos de matéria orgânica e nutrientes. Sendo assim, torna-se necessário o estudo de modelagem hidráulica e de qualidade da água com maior ênfase nos reservatórios e trechos de vazão reduzida em cada um dos aproveitamentos a ser licenciada ao longo do rio Caveiras.
- **Procedimentos:** realizar estudo de modelagem hidráulica e de qualidade das águas superficiais priorizando futuros reservatórios e futuros trechos de vazão reduzida para cada um dos aproveitamentos, utilizando programas 1 D e 2 D para análise.
- **Abrangência territorial:** Trecho de vazão reduzida e reservatório de cada aproveitamento do trecho do inventário hidrelétrico aprovado.
- **Responsabilidade pela implantação:** concessionários.
- **Entidades Envolvidas:** Comitê do Rio Caveiras, MP, IMA, empresas de consultoria ambiental e instituições de pesquisa (Universidades regionais).

14.1.3 Apresentar estudo de levantamento de ictiofauna correlacionando com a modelagem hidráulica e de qualidade da água por empreendimento a ser licenciado

A natureza e a intensidade dos impactos decorrentes das modificações hidrológicas impostas pelos represamentos dependem das peculiaridades da fauna local, tais como padrões de migração e pré-adaptações a ambientes lacustres, e das

características do reservatório, tais como localização, morfologia, hidrologia, desenho da barragem, vazão e tipo de barramento. Nesse sentido, cada lago, depois de formado afeta a comunidade íctica de uma forma particular, e em geral, de uma forma imprevisível, embora algumas características do empreendimento possam ajudar a dimensionar de alguma forma a magnitude dos impactos**.**

Em decorrência do represamento, ocorrem alterações na dinâmica do corpo hídrico, como: tempo de residência, profundidade, nível de água, ocasionando assim maior retenção de nutrientes e como consequência alterações nas comunidades. Em ambientes represados, normalmente ocorre um processo de ajuste da comunidade, onde há adição de algumas espécies mais tolerantes e oportunistas, bem como a substituição daquelas mais sensíveis as alterações ambientais e estruturais. A construção de segmentações físicas em cursos hídricos, fragmenta habitats, isolando populações, interferindo de forma intima no fluxo gênico das populações. De acordo com Agostinho (2007) em ambiente represado, um efeito inevitável é a alteração na abundância de espécies com a eventual eliminação de alguns componentes ictiofaunísticos e favorecimento de outros.

Outro fator determinante para a comunidade ictiofaunística, está associada as alterações na hidrologia proporcionadas pelos processos de operação e manobras das usinas em efeito cascata, o que causa constante instabilidade instabilidade para este grupo faunístico de montante e jusante, especialmente durante os primeiros anos após o barramento, resultando, geralmente na diminuição de sua diversidade e riqueza (Agostinho et al., 2007; Araújo & Santos, 2001). Já os ambientes alagados, são caracteristicamente muito produtivos nos primeiros anos após o represamento, porém, tendem ao passar do tempo, em se tornar mais homogêneo, podendo levar a um novo ajuste da comunidade de peixes, especialmente pela maior competição pelos recursos alimentares que passam a ser escassos.

Dentre os efeitos negativos reportados no trecho de vazão reduzida, destacam-se alterações na composição taxonômica, declínio da riqueza e densidade, aumento da competição por espaço físico e alimento, favorecimento da predação e diminuição de habitats (Dewson et al., 2007). Nos trechos a jusante dos reservatórios as vazões residuais de baixa magnitude alteram a qualidade da água e

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

a disponibilidade de habitats para crescimento e forrageamento da biota sendo responsáveis pela redução ou mesmo eliminação de algumas comunidades aquáticas. O fluxo de água lento e constante interfere nos fatores abióticos mais importantes para a estrutura das comunidades destacando-se a textura do sedimento, a temperatura e os teores de oxigênio dissolvido na água. Deve ser avaliado de forma criteriosa para os aproveitamentos com trechos de vazão reduzida, as vazões, mecanismos e estratégias sempre que necessários, para a redução de trechos isolados ou rasos que possam de alguma forma confinar espécimes ícticos, a fim de reduzir possíveis perdas a este grupo.

- **Procedimentos:** realizar levantamento de no mínimo, um ciclo sazonal da ictiofauna, atendendo IN 62- IMA. Deve-se dar atenção especial aos índices ecológicos, suficiência amostral, as análises de distribuição (análise de correspondência, similaridade de *Bray Curtis*), ecologia alimentar e reprodutiva, além de correlações quanto aos dados levantados para a qualidade das águas superficiais e do estudo de modelagem hidráulica, simulando o futuro comportamento das populações de monitoramento sazonal para os empreendimentos considerados nesta avaliação.
- **Abrangência territorial:** área de influência Diretamente Afetada de cada aproveitamento do inventário hidrelétrico aprovado.
- **Responsabilidade pela implantação:** concessionários.
- **Entidades Envolvidas** Comitê do Rio Caveiras, MP, IMA, empresas de consultoria ambiental e instituições de pesquisa (Universidades regionais).

14.1.4 Apresentar Estudos de Macrofauna bentônica por empreendimento a ser licenciado

- **Justificativa:** a distribuição de organismos aquáticos é influenciada por seus hábitos, condições físicas do local onde vivem, bem como a disponibilidade alimentar. O substrato onde esses organismos estão localizados é o meio físico onde se movem, descansam, procuram alimento, encontram abrigos, constroem casas e depositam ovos. De acordo com Merritt & Cummins (1984), o substrato é

constituído por uma significativa variedade de materiais orgânicos (e. g. como folhas, galhos e capim) e inorgânicos (e.g. areia e pequenos seixos). Geralmente substratos compostos por rochas grandes, por exemplo, exibem uma maior diversidade de macroinvertebrados do que um substrato como areia e pequenos seixos (Allan, 1995).

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos é composta por organismos que vivem pelo menos parte de seu ciclo de vida no ambiente aquático, tais como anelídeos, moluscos, crustáceos, larvas e ninfas de insetos. A comunidade bentônica é sensível às tensões promovidas por alterações na qualidade da água, às modificações físicas dos ecossistemas aquáticos, promovidos, por exemplo, pela implantação de empreendimentos hidrelétricos, sendo bastante utilizada em estudos de diagnósticos ambientais e programas de biomonitoramento (CETESB, 2003).

Alguns organismos possuem uma maior importância quanto a seu monitoramento, como é o caso de *Limnosperma fortunei* (mexilhão-dourado). Esses animais podem infestar as tubulações de empreendimentos hidrelétricos, além de provocar desequilíbrios ambientais, haja vista que se trata de uma espécie invasora. Portanto, há a necessidade de se manter um constante monitoramento de espécies como está, a fim de evitar danos ambientais e econômicos.

Em virtude deste grupo responder de forma rápida as alterações ambientais, são considerados bons bioindicadores de qualidade ambiental, tornando relevante levantá-los durante a fase de licenciamento ambiental para cada um dos aproveitamentos planejados, bem como monitorá-los em fases posteriores (instalação e operação), corroborando para o melhor entendimento dos impactos decorrentes dos empreendimentos hidrelétricos sobre a fauna em análise.

- **Procedimentos:** verificar a ocorrência de invertebrados aquáticos ameaçados de extinção, conforme a Portaria MMA n° 445/2014 - Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos, e a RESOLUÇÃO CONSEMA N° 002, de 06 de dezembro de 2011. Ademais, verificar a ocorrência de espécies aquáticas exóticas invasoras (conforme Resolução CONSEMA - SC n° 08/2012), com ênfase em *Limnoperna fortunei*,

vulgarmente denominado mexilhão dourado, e *Corbicula* sp, conhecido vulgarmente como berbigão-de-água-doce.

- **Abrangência territorial** Área de influência Diretamente Afetada de cada aproveitamento do trecho do inventário hidrelétrico aprovado.
- **Responsabilidade pela implantação**: concessionários.
- **Entidades Envolvidas:** Comitê do Rio Caveiras, MP, IMA, empresas de consultoria ambiental e instituições de pesquisa (Universidades regionais).

14.1.5 Apresentar Estudos Complementares de Atual Uso do Solo, Estudos Florísticos e de Ecologia da Paisagem por empreendimento a ser licenciado

- **Justificativa**: a partir das considerações da flora arbórea, apontadas no capítulo de ecossistemas terrestres e da análise de ecologia da paisagem, foi verificado que os fragmentos presentes nas áreas estudadas sob influência dos empreendimentos projetados configuram-se de ambientes perturbados florísticamente, com visíveis sinais de degradação das florestas e de considerável isolamento de pequenos remanescentes. O cenário atual é produto do desenvolvimento humano, especialmente com abertura das florestas para exploração dos recursos naturais ou pelo avanço agrossivilpastoril, acarretando na diminuição das áreas de preservação e fragmentos de matas e consequentemente na perda da biodiversidade regional. Em contexto geral, este panorama da paisagem repercute diretamente em uma visão de áreas fragmentadas, configurando um mosaico de múltiplos uso do solo pela economia agrossilvipastoril predominante na região.
- Os impactos sobre a paisagem são localizados, e afetam parte reduzida da bacia;
- Parte desses impactos são compensados mesmo se tomando como base uma recomposição mínima das APPs, sem otimização das mesmas;
- Estudos subsequentes podem apontar otimizações nas APPs, melhorando os indicadores de conectividade, cobertura florestal e fragmentação. Esses estudos devem ser realizados em escalas maiores para cada aproveitamento.

- **Procedimentos:** realizar levantamento da flora e inventário florestal segundo IN 23 IMA, elaborar mapa de uso do solo em escala adequada ao tamanho de cada empreendimento, estudo de ecologia da paisagem, analisando o atual cenário (sem o aproveitamento), cenário com o aproveitamento em implantação (pós-supressão) e cenário futuro com a implantação das APPs (variando de 30 a 100 metros de acordo com o uso do solo), áreas recuperadas (PRADs), áreas de reposição florestal e compensação ambiental priorizando a bacia do rio Caveiras, correlacionando todos os dados para melhor interpretação do reais efeitos a serem causados pelos aproveitamentos em relação a flora. Ademais, deve-se otimizar o tamanho das APPs dos reservatórios com vistas a maximizar a conectividade de remanescentes florestais (APP Variável), reduzindo desta forma a inviabilização de pequenas propriedades, priorizando sempre que possível, agregar a esta faixa de preservação áreas mais conservadas.
- **Abrangência territorial** Área de influência Diretamente Afetada de cada aproveitamento do trecho do inventário hidrelétrico aprovado.
- **Responsabilidade pela implantação**: Concessionários.
- **Entidades Envolvidas:** Comitê do Rio Caveiras, MP, IMA, empresas de consultoria ambiental e instituições de pesquisa (Universidades regionais).

14.1.6 Apresentar Estudo da Flora Relacionada ao Ambientes Aquáticos por empreendimento a ser licenciado.

- **Justificativa:** conforme os resultados apresentados junto aos ecossistemas terrestres e componente florístico, o rio Caveiras abriga uma distinta composição florística de espécies reófitas. Ao longo do trecho de estudo, dos empreendimentos inventariados, foram registradas algumas espécies pouco conhecidas, haja vista a defasagem de estudos relacionados e flora aquática, especialmente para Podostemaceae e Myrtaceae. Essa problemática acaba influenciando dados de levantamentos e estudos ambientais, pois impede o reconhecimento quanto à raridade, ameaça ou endemismo destes táxons.

Neste aspecto, são necessários estudos mais detalhados para o reconhecimento destas espécies, bem como averiguar as interferências dos

empreendimentos sobre as espécies reófitas, visando salvaguardar a biodiversidade deste componente biótico e manutenção do ecossistema reofítico. Ações como levantamento das espécies, coleta de propágulos e realocação para ambientes que favoreçam o desenvolvimento destas espécies são alternativas; contudo, devem ser avaliadas por profissional com experiência na área sobre sua eficácia. Existem alternativas que envolvem a necessidade da criação de trechos livres do rio, com ambientes de corredeiras e lajeados que favoreçam a colonização do componente reofítico, funcionando como refúgio das populações de flora afetadas.

Quanto as macrófitas aquáticas, foi identificado algumas espécies com potencialidade invasora ao longo do rio Caveiras. A problemática das populações de macrófitas aquáticas, estão intimamente ligadas a qualidade da água e ecologia dos ecossistemas aquáticos, podendo levar em casos mais graves, a uma eutrofização ambiental. Neste aspecto, os aproveitamentos previstos para instalação ao longo do rio Caveiras, devem apresentar o levantamento e a execução do plano de levantamento de macrófitas aquáticas trimestral, ao longo das fases de instalação e operação, sendo que nesta última fase seja avaliada a necessidade de ações de manejo. Essa necessidade se dá ao fato, do rio Caveiras já apresentar algumas comunidades de macrófitas reconhecidas pelo seu hábito livre-flutuante nos reservatórios da CGH Caveiras e da PCH João Borges, apesar destas ainda não apresentarem estandes significativos ou mesmo aglomerações em trechos diferentes dos lagos.

- **Procedimentos:** realizar levantamento de reófitas para elaboração de estudo ambiental (EIA-RIMA, EAS). Para as macrófitas aquáticas, o levantamento se dará durante a fase de levantamento para elaboração de estudo ambiental, e a partir da possível instalação e operação dos aproveitamentos, deverá ser realizadas campanhas de monitoramento trimestral. Elaborar Plano de manejo para macrófitas com potencial invasor, caso sejam registradas;
- **Abrangência territorial:** Área de influência Diretamente Afetada de cada aproveitamento do trecho do inventário hidrelétrico aprovado.
- **Responsabilidade pela implantação**: Concessionários.

- **Entidades Envolvidas:** Comitê do Rio Caveiras, MP, IMA, empresas de consultoria ambiental e instituições de pesquisa (Universidades regionais).

14.1.7 Apresentar Estudo de Monitoramento da Fauna Terrestre

- **Justificativa:** a partir dos dados obtidos por meio do levantamento de dados primários e secundários, é possível observar que diferentes trechos da bacia apresentaram maiores riquezas aos diferentes grupos considerados (avifauna, herpetofauna e mastofauna). Ademais, algumas variações quanto aos locais de ocupação de espécies ameaçadas também variaram, porém sem que nenhum trecho apresentasse significativa variação em relação aos demais.

Devido a notável condição de alteração da flora ao longo de todo rio Caveiras, a fauna presente nesta região pode responder de forma distinta a possíveis alterações devido a necessidade de supressão da vegetação para implantação de empreendimentos hidrelétricos. Dessa forma, deve-se realizar o levantamento trimestral dos distintos grupos faunísticos para a fase de licenciamento ambiental, com continuidade de seu monitoramento nesta mesma periodicidade nas fases de instalação e operação dos aproveitamentos.

- **Procedimentos:** realizar o levantamento da fauna terrestre (avifauna, herpetofauna e mastofauna), durante a fase de licenciamento, e monitoramento nas fases de instalação e operação. Deverá se dar ênfase a ecologia de vida das espécies (alimentação, reprodução, uso do espaço), bem como a distribuição das mesmas. Avaliar possíveis alterações na comunidade faunística em virtude da instalação dos distintos aproveitamentos.
- **Abrangência territorial:** Área de influência Diretamente Afetada de cada aproveitamento do trecho do inventário hidrelétrico aprovado.
- **Responsabilidade pela implantação**: Concessionários.
- **Entidades Envolvidas:** Comitê do Rio Caveiras, MP, IMA, empresas de consultoria ambiental e instituições de pesquisa (Universidades regionais).

14.1.8 Apresentar Estudos Socioeconômicos Complementares

- **Justificativa:**

• Atividades turísticas e Impacto em áreas de relevância cênica

Alguns trechos do rio Caveiras, apresenta significativo potencial turístico em decorrência das belezas naturais, especialmente em seu trecho superior, onde alguns eventos envolvendo o meio ambiente são realizados, haja vista as inúmeras quedas e quênions.

Os aspectos de possíveis conflitos estão relacionados aos impactos em áreas de relevância cênica e perturbação durante as obras, nesse sentido se destaca principalmente o conflito com as futuras CGH's Santo Antônio e São Paulo, além da PCH A.M. Dias. Neste sentido, indica-se que seja realizado estudo socioambiental com enfoque a esta temática durante a fase de licenciamento, a fim de avaliar se a instalação dos referidos empreendimentos pode se tornar outro atrativo turístico, o que potencializaria esta atividade regionalmente.

• Conflitos de uso da terra

O conflito de uso da terra está relacionado a alteração de relações econômico/sociais das quais os grupos sociais dependem e dispõem para garantir sua sobrevivência. Nesse sentido, o conflito está relacionado com as áreas agricultáveis ou utilizadas para a pecuária ou silvicultura. A porção baixa da bacia hidrográfica do rio Caveiras, apresentou os resultados mais

Considerando que essas atividades possam ser as atividades de subsistência de determinadas populações, adotou-se o Valor Acrescentado Bruto (VAB) advindo da agricultura para os municípios presentes na bacia. Desta forma, o município de São José do Cerrito no trecho baixo da bacia, foi o que apresentou maior dependência para a atividade da agricultura.

De maneira geral, os aproveitamentos planejados não apresentarem características quanto ao armazenamento de água para a geração energética, não exigindo que grandes extensões de terra produtiva ou florestadas sejam alagadas. Este cenário retrata que os conflitos com tais perdas existirão, porém devem ocorrer

de forma amena para todos os aproveitamentos, caso sejam licenciados e instalados.

- **Procedimentos:** deverá ser realizado cadastro socioeconômico, conforme estabelecido no Decreto Federal n° 7342/2010 devendo englobar todos os proprietários/imóveis atingidos pela implantação de cada PCH.
- **Abrangência territorial**: Área de influência Diretamente Afetada de cada aproveitamento do inventário hidrelétrico aprovado.
- **Responsabilidade pela implantação**: Concessionários.
- **Entidades Envolvidas:** Comitê do rio Caveiras, MP, IMA, empresas de consultoria ambiental e instituições de pesquisa (Universidades regionais).

14.1.9 Estabelecer Programa de Ações conjuntas para o Ordenamento das formas de Uso do Solo na bacia.

- Justificativa: o ordenamento das formas de uso na bacia, tratamento dos rejeitos e resíduos, respeito às APPs em todas as atividades (incluindo pecuária, e cultivo de cereais e espécies exóticas de reflorestamento, que em vários trechos aproxima-se das margens do rio) e outras providências.

Ressalta-se, ainda, que a presença de extensas áreas para cultivos intensivos em áreas da bacia, requer a implementação de práticas agrícolas adequadas para minimizar as perdas de solo, bem como, o uso equilibrado de insumos (fertilizantes e defensivos). Essa diretriz envolve ainda a conservação da vegetação ripária, análise e ordenamento territorial da bacia, análise e ordenamento do uso da água na bacia, projetos e programas de tratamento de efluentes urbanos e agropecuários na bacia, e eventuais programas de despoluição da água; estabelecimento de Unidades de Conservação para a bacia, que incluam ambientes ripários como é o caso do Corredor Chapecó.

- **Procedimentos:** promover uma integração entre as várias ações e atividades existentes na bacia.
- **Abrangência territorial:** rio Caveiras.
- **Responsabilidade pela implantação:** IMA, SDS, Comitê do rio Caveiras, MP, Governos Estaduais, Secretarias Estaduais de Agricultura, órgãos de extensão

rural, DNPM, CPRM, Prefeituras, Municipais, Concessionários.

- **Entidades Envolvidas:** SDS, Universidades Regionais e Comitê do rio Caveiras.

14.1.10 Fortalecimento do Papel do Comitê da Bacia do rio Caveiras

- Justificativa: fortalecer a gestão institucional no nível local e nas esferas estadual visando garantir um espaço democrático de discussão das questões relativas à bacia, incluindo a questão da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos. O fortalecimento do Comitê de Bacia do rio Caveiras favoreceria um processo mais harmônico de gestão de recursos hídricos, gerenciando conflitos que em geral se instalam quando da implantação de empreendimentos hidrelétricos.
- **Procedimentos:** promover uma integração entre as várias ações e atividades existentes na bacia.
- **Abrangência territorial:** rio Caveiras.
- **Responsabilidade pela implantação:** IMA, SDS, Comitê do rio Caveiras, MP, Prefeituras Municipais, empresas de consultoria ambiental, instituições de pesquisa (Universidades regionais) e Concessionários.
- **Entidades Envolvidas:** SDS, Universidades Regionais e Comitê do rio Caveiras.

14.1.11 Ações recomendadas para a fase de instalação e operação dos aproveitamentos

- Justificativa: alguns programas socioambientais têm sua relevância implícita para que de forma integrada, entidades, empreendedores, órgãos fiscalizadores e comunidade possa gerir as ações que possam vir a beneficiar o ambiente em três aspectos: ambiental, social e econômico. A partir de dados levantados, da interação com as comunidades e moradores lindeiros ao rio Caveiras e avaliações técnicas, é possível propor medidas e ações que tragam o melhor equilíbrio socioambiental e econômico.

Assim, ressalta-se a importância na realização de programas tais como o hidrossedimentológico para cada um dos aproveitamentos em acordo as diretrizes

da agência reguladora, a fim de controlar o assoreamento dos reservatórios; comunicação e educação ambiental, a fim de interagir com os proprietários atingidos e comunidade local, além de fomentar parcerias junto ao comitê do rio Caveiras.

- **Procedimentos:** promover uma integração entre as várias ações e atividades existentes na bacia.
- **Abrangência territorial:** rio Caveiras.
- **Responsabilidade pela implantação:** IMA, SDS, Comitê do rio Caveiras, MP, Prefeituras Municipais, empresas de consultoria ambiental, instituições de pesquisa (Universidades regionais) e Concessionários.
- **Entidades Envolvidas:** SDS, Universidades Regionais e Comitê do rio Caveiras.

REFERÊNCIAS

INTRODUÇÃO E ASPECTOS LEGAIS

ALESC – ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE SANTA CATARINA. Legislação. 2018. Disponível em: < http://www.alesc.sc.gov.br//legislacao >. Acesso em: 17 out. 2019.

BRASIL. Constituição 1988. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasilia, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 17 out. 2019.

CAMPO BELO DO SUL. Legislação. Disponível em: < https://www.campobelodosul.sc.gov.br/legislacao/index/index/codMapaItem/17047>. Acesso em: 17 out. 2019.

CAPÃO ALTO. Legislação. Disponível em: https://www.capaoalto.sc.gov.br/legislacao/index/index/codMapaItem/37372 >. Acesso em: 17 out. 2019.

CERRO NEGRO. Legislação. Disponível em:< https://www.cerronegro.sc.gov.br/legislacao/index/index/codMapaItem/16847>. Acesso em: 17 out. 2019.

CORREIA PINTO. Legislação. Disponível em:< https://www.correiapinto.sc.gov.br/cms/link/link-cabecalho/codMapaItem/15390>. Acesso em: 18 out. 2019.

LAGES. Legislação. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sc/lages>. Acesso em: 18 out. 2019.

PAINEL. Legislação. Disponível em: < https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sc/painel>. Acesso em: 18 out. 2019.

SANTA CATARINA. Decreto 365/2015. Regulamenta a Lei nº 14.652, de 13 de janeiro de 2009, que “Institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências”, com as modificações introduzidas pela Lei nº 16.344, de 21 de janeiro de 2014.

SANTA CATARINA. Lei nº 14.652/2009. Institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências.

SÃO JOSÉ DO CERRITO. Legislação. Disponível em:< https://www.cerrito.sc.gov.br/legislacao/index/index/codMapaItem/15796>. Acesso em: 18 out. 2019.

URUPEMA. Legislação. Disponível em:< https://www.urupema.sc.gov.br/legislacao/index/index/codMapaItem/89845>. Acesso em: 18 out. 2019.

CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Banco de Informações de Geração / Capacidade de Geração do Brasil. 2019. Disponível em:< https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 22 set. 2019.

CONSÓRCIO CATARINENSE DE ENERGIA – CCEN. Relatório com Vistas à Obtenção da Licença Ambiental de Operação, 2012.

CONSTRUNÍVEL CONTRUTORA. Projeto Básico CGH Hoppen, 2019.

GEHIDRO- Engenharia e Consultoria. Estudo Ambiental Simplificado PCH Itararé, 2015.

GEOCENTER CONSULTORIA E PROJETOS. Estudo Ambiental Simplificado PCH AM Dias. 2010.

TESTA, Vilson Marcos; GAIO, Rui Luiz. Projeto Básico PCH Portão, 2019.

VENTURA ENERGÉTICA. Estudo Ambiental Simplificado CGH Santo Antônio. 2017.

ZAPZALKA. Inventário Hidrelétrico Simplificado Rio das Caveiras. 2009.

CLIMATOLOGIA

AYOADE, J. O. (1996). *Introdução á climatologia para os trópicos.* Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.

COAN, B.P. e BACK, A.J. (2014). Caracterização e probabilidades de ocorrência de estiagens e períodos chuvosos no estado de santa catarina. *Dissertação de Mestrado*. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

MENDONÇA, F. e DANNI-OLIVEIRA, I.M. (2007). Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: *Oficina de Textos*. 208p.

MUDIARE, O. J. (1985): Influence of light rainfall and cloud cover on evapotranspiration demands. *PhD Thesis, University of Saskatchewan*.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. (2009). *Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990.* Organizadores: Andrea Malheiros Ramos, Luiz André Rodrigues dos Santos, Lauro Tadeu Guimarães Fortes. INMET, Brasília/DF, Brasil.

SHUTTLEWORTH, W. J (2012). *Terrestrial Hydrometeorology*. Wiley-Blackwell, 448p.

TUCCI, C.E.M. (1998). *Modelos hidrológicos*. Porto Alegre, Ed. Universidade UFRGS.

GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

ALMEIDA, F. F. M. Tectônica da Bacia do Paraná no Brasil. São Paulo, Paulipetro, 1980. 187 p.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral / SIGMINE - Sistema de informações geográficas da Mineração. Disponível em < http://sigmine.dnpm. gov.br/webmap/ >. Acesso em: set. 2019.

EMBRAPA. Solos do Estado de Santa Catarina. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

IBGE. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e 51.22 Lagoa Mirim; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra I Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. - Rio de Janeiro: IBGE, 1986.

MILANI, E. J. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. 1997. 2 v. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

ICMBIO. Plano de Manejo. Parque Nacional das Araucárias. Brasília, 2010.

SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173 p.

ZALÁN, P.V.; Wolf, S.; Conceição, J.C.J.; Marques, A.; Astolfi, M.A.M.; Vieira, I.S.; Appi, V.T. & Zanotto, O.A. 1990. Bacia Do Paraná. In: Raja Gabaglia, G.P. & Milani, E.J. (Coords.). Origem e evolução de bacias sedimentares. Bol. Técn. PETROBRÁS, P. 135-152.

HIDROLOGIA

(ANA), Agência Nacional de Águas**.** Portal HidroWeb. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>. Acesso em: 05 dez. 2019.

CARVALHO, Newton de Oliveira et al. Hidrossedimentologia /prática**.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

TUCCI, Carlos et al. Hidrologia, Ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrrs, 2012. 1000 p.

FAUNA TERRESTRE

BARBOSA, V.N.; AMARAL, J.M.S.; ALCANTARA, E.N.P.; SANTOS, E.M. 2018. HERPETOFAUNA DE UMA ÁREA DE CAATINGA EM TAQUARITINGA DO NORTE, AGRESTE DE PERNAMBUCO, BRASIL. CUADERNOS DE HERPETOLOGÍA 32(2): 109-115.

BISPO, A.A.; ET AL. (2016). Protocolo para Monitoramento de Comunidades de Aves em Unidades de Conservação Federais. Biodiversidade Brasileira, 6(1): 153–173.

CHEREM, J.J.; KAMMERS, M.; GHIZONI-JR., I.; MARTINS, A. 2007. MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE ATROPELADOS EM RODOVIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA, SUL DO BRASIL. BIOTEMAS 20(3): 81-96.

CHEREM, J.J.; SIMÕES-LOPES, P.C.; ALTHOFF, S.; GRAIPEL, M.E. 2004. Lista dos mamíferos do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. Mastozoologia Neotropical 11(2): 151-184.

COSTA, H.C.; BÉRNILS, R.S. (2018). Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. Herpetologia Brasileira, 7(1): 11–57.

COSTA, L.P.; LEITE, Y.L.R.; MENDES, S.L.; Ditchfield, A.D. (2005). Conservação de mamíferos no Brasil. Megadiversidade, 1(1).

COSTA-PEREIRA, R.; et al. (2013). Monitoramento *in situ* da biodiversidade: proposta para um sistema de monitoramento in situ da biodiversidade. ICMBio. 61p.

FAVRETTO, M.A. 2015. ESTRUTURA DA AVIFAUNA EM FRAGMENTO FLORESTAL NO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL. NEOTROPICAL BIOLOGY AND CONSERVATION 10(3): 132-142.

FAVRETTO, M.A.; GUZZI, A. 2008. AVIFAUNA. *IN*: GUZZI, A. (ORG). VERTEBRADOS DO BAIXO RIO DO PEIXE. JOAÇABA: ED. UNOESC. P. 77-105.

GROSE, A.V. 2017. AVIFAUNA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CACHOEIRA, JOINVILLE, SANTA CATARINA. ACTA BIOLÓGICA CATARINENSE 4(3): 103-125.

MAZZA, I.; ROSA, C.A.; SOUZA, A.C.; AXIMOFF, I.; PASSAMANI, M. 2018. MAMIFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE REGISTRADOS EM FLORESTAS DOMINADAS POR *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* NA RPPN ALTO-MONTANA, SERRA DA MANTIQUEIRA. OECOLOGIA AUSTRALIS 22(1): 74-88.

MAZZOLLI, M. 2006. PERSISTÊNCIA E RIQUEZA DE MAMÍFEROS FOCAIS EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS NO PLANALTO MERIDIONAL BRASILEIRO. TESE DE DOUTORADO. UFRGS. 105P.

NASCIMENTO, L.B.; LEITE, F.S.F.; ETEROVICK, P.C.; FEIO, R.N. (2009). Anfíbios. In: G.M. Drummond; C.S. Martins; M.B. Greco; F. Vieira (org.). Biota Minas: Diagnóstico do Conhecimento sobre a Biodiversidade no Estado de Minas Gerais. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, p.221–248.

ONGHERO-JR., O. (2008) Mastofauna. *In:* Guzzi, A. (Org.). Vertebrados do Baixo Rio do Peixe. Joaçaba; Ed. Unoesc. p. 107-146.

PADILHA, L. (2011). Mamíferos. *In:* Favretto, M.A. (Org.). Parque Natural Municipal Rio do Peixe, Joaçaba, Santa Catarina – Volume I: Fauna de Vertebrados. p. 58-117.

PERRELLA, D.F.; FERRARI, D.S.; KATAYAMA, M.V.; PAIVA, R.V.; GUIDA, F.J.V. 2018. A AVIFAUNA DO PARQUE ESTADUAL DAS FONTES DO IPIRANGA, UM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA IMERSO NA ÁREA URBANA DE SÃO PAULO, SP. ORNITHOLOGIA 10(1): 4-16.

PIACETINI, V.Q.; ALEIXO, A.; AGNE, C.E.; MAURÍCIO, G.N.; PACHECO, J.F.; BRAVO, G.A.; BRITO, G.R.R.; NAKA, L.N.; OLMOS, F.; POSSO, S.; SILVEIRA, L.F.; BETINI, G.S.; CARRANO, E.; FRANZ, I.; LEES, A.C.; LIMA, L.M.; PIOLI, D.; SCHUNCK, F.; AMARAL, F.R.; BECKE, G.A.; CONH-HAFT, M.; FIGUEIREDO, L.F.A.; STRAUBE, F.C.; CESARI, E. 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee. Revista Brasileira de Ornitologia 23(2): 91-298.

ROSÁRIO, L.A. (2019). Aves de Santa Catarina: banco de dados da avifauna catarinense. Disponível em: http://avesdesantacatarina.com.br/ Acessado em: 09/07/2019.

ROSSI, L.B. (2009). Monitoramento da mastofauna com armadilhas fotográficas no parque estadual Mata dos Godoy, Londrina – PR. Anais do IX Congresso de Brasileiro de Ecologia do Brasil, São Lourenço – MG.

SEGALLA, M.; et al. (2016). Brazilian amphibians: List of species. Herpetologia Brasileira, 5(2): 34–46.

Specieslink. 2019. SpeciesLink Network (coleções cientificas online). Disponível em: http://www.splink.org.br/

SPIER, E.F.; GUZZI, A. (2008) Herpetofauna – Répteis. *In:* Guzzi, A. (Org.). Vertebrados do Baixo Rio do Peixe. Joaçaba; Ed. Unoesc. p. 65-76.

WikiAves. 2019. WikiAves – A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: http://www.wikiaves.com.br/

ZAGO, T.; GUZZI, A. (2008) Herpetofauna – Anuros. *In:* Guzzi, A. (Org.). Vertebrados do Baixo Rio do Peixe. Joaçaba; Ed. Unoesc. p. 55-64.

FLORA

AGUIAR, M. D., SILVA, A. C., HIGUCHI, P., NEGRINI, M., & FERT NETO, J. (2012). Potencial de uso de espécies arbóreas de uma floresta secundária em Lages, Santa Catarina. Revista de Ciências Agroveterinárias, 11(3), 238-247

ANDERSSON, B., 1999. Vattenvegetation. Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Sjöar och vattendrag Bakgrundsrapport 2. Biologiska parametrar. Relatório Naturvårdsverket (SNV) 4921.

APG IV - O Grupo de Filogenia dos Angiospermas. 2016. Uma atualização da classificação do Angiosperm Phylogeny Group para as ordens e famílias de plantas com flores: APG IV. Revista de Botânica da Sociedade Linnean 181: 1-20

BARRET, S. C. H.; KOHN, J. R. Genetic and evolutionary consequences of small population size in plants: implications for conservation. *In*: FALK, D. A.; HOLSINGER, K. E. (Ed.). Genetics and conservation of rare plants. Oxford: Oxford University Press, 1991. P. 3-30.

BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. Rodriguésia, v.66, n.4, p.1085-1113. 2015. (DOI: 10.1590/2175-7860201566411).

BINI, L. M.; THOMAZ, S. M. Prediction of *Egeria najas* and *Egeria densa* occurrence in a large subtropical reservoir (Itaipu Reservoir, Brazil-Paraguay). Aquat. Bot., v. 83, n. 1, p. 15-22, 2005.

BITTENCOURT, RICARDO, STEINER, FELIPE, SANT'ANNA, CRISTINA SILVA, MONTAGNA, TIAGO, FERNANDES, CAIO DARÓS, SILVA, FERNANDO ANDRÉ LOCH SANTOS DA, & REIS, MAURÍCIO SEDREZ DOS. (2019). Diversidade e estrutura genética de populações de Podocarpus lambertii Klotzsch ex Endl. na floresta ombrófila mista em Santa Catarina. *Ciência Florestal*, *29*(1), 63-74. Epub May 30, 2019.

BUDKE, J. C. et al. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. Iheringia, Série Botânica, v.60, n.1, p.17-24, 2005.

CARVALHO, F. A. Síndromes de dispersão de espécies arbóreas de Florestas Ombrófilas Submontanas do estado do Rio de Janeiro. Revista Árvore, v.34, n.6, p.1017-1023, 2010.

CARVALHO, F. T. et al. Influência da turbidez da água do rio Tietê na ocorrência de plantas aquáticas. Planta Daninha, v. 23, n. 2, p. 359-362, 2005

CNCFLORA. Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Ocotea porosa>. Acesso em 16 fevereiro 2020.

CRISTOFOLINI, C. (2013). Dinâmica da diversidade genética de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze em paisagem de campo no Estado de Santa Catarina. mestrado ufsc Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências.93p

DINIZ, F. M., DOS SANTOS, M. O., & DE MELO, S. M. (2018). Levantamento da fauna de macroinvertebrados associados à macrófitas aquáticas. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, *3*(1), 086-091.

DORNFELD, C. B.; FONSECA-GESSNER, A. A. Fauna de Chironomidae (Diptera) associada à Salvinia sp. e Myriophyllum sp. num reservatório do córrego do espraiado, São Carlos, São Paulo, Brasil. Entomologia y Vectores, v. 12, n. 2, p. 181-192, 2005.

ELLENBERG, H AND. MULLER-DOMBOIS, D. 1967. A key to Raunkiar plant life forms and revised subdivisions. Ber Geobot. Inst. ETH Shifty Ruble, Zurich, 37: 56-73.

FULONE, LEANDRO JUNIO. Influência da complexidade estrutural de macrófitas aquáticas sobre a diversidade de organismos perifíticos. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá.

GASTON, K. RARITY. London: Chapman and Hall, 1994. 207 p. GOERCK, J. Patterns of rarity in the birds of the Atlantic Forest of Brazil. Conservation Biology, Boston, v. 11, n. 1, p. 112–118, 1997.

GIEHL, E. L. H. et al. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. Acta Botanica Brasílica, v.21, n.1, p.137-145, 2007.

GOMEZ-POMPA, A.; VASQIJES, C., GIJEVARA, B. The tropical rain forest: a non-renewable resource. Science, (177) :762—5, 1972.

GONÇALVES, D. A., SILVA, A. C. D., HIGUCHI, P., GROSS, A., RODRIGUES JUNIOR, L. C., WALTER, F. F., ... & Rech, C. C. C. (2018). Heterogeneity of a Tree Species Community in an Alluvial Area of Santa Catarina, Brazil. Floresta e Ambiente, 25(2).

GOTTSBERGER, G.; SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. Dispersal and distribution in the cerrado vegetation of Brazil. Sonderbänd des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg, v.7, p.315-352, 1983.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

HASPER, J. L., WILLIAMS, T.J., SAGAR, G. R. The behavior of seeds in the soil. The heterogeneity off soil surfaces and its role in determining the establishment of plants from seeds. J. Ecology, (53) :273-86, 1965.

HIGUCHI, P., LOEBENS, R., SILVA, A. C. D., MAFRA, Á. L., SILVA, J. O. D., GONÇALVES, D. A., ... & LIMA, C. L. (2018). Partição da variação florístico-estrutural do componente arbóreo em uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial no sul do brasil. *Ciência Florestal*, *28*(2), 554-566.

HILT, S. (2015). Regime shifts between macrophytes and phytoplankton–concepts beyond shallow lakes, unravelling stabilizing mechanisms and practical consequences. *Limnetica*, *34*(2), 467-480.

IRGANG B. E.; PEDRALLI, G.; WAECHTER, J. L. Macrófitas aquáticos da estação Ecologia do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. Rosseleria, v. 6, n. 3, p. 395-404, 1984.

KLEIN, R.M. Espécies raras ou ameaçadas de extinção do estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. v.1

KLEIN, R. M. Espécies raras ou ameaçadas de extinção: Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: IBGE, 1996. v.2

KLEIN, R.M. Espécies raras ou ameaçadas de extinção do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. v.3.

LEITE, P.F. & KLEIN, R.M. 1990. Geografia do Brasil. Vol. 2. IBGE, Rio de Janeiro. 420p.

LEYSER, G. et al. Espectro de dispersão em um fragmento de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional na região do Alto Uruguai, Rio Grande do Sul, Brasil. Pesquisas, série botânica, v.60, p.355-366, 2009.

MACHADO, R.E. Padrões vegetacionais em capões de Floresta com Araucária no Planalto Nordeste do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre, 2004.

MADSEN.T.V.; SAND-JENSEN, K. Photosynthetic carbon assimilation in aquatic macrophytes. Aquat. Bot., v.41, p.5-40, 1991

MÄKIRINTA, U., 1978. Ein neues ökomorphologisches Lebensformen-System der aquatischen Makrophyten. Phytocoenologia 4 (4): 446–470.

MATTEUCCI, S. D. & COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, DC, Secretaría General de la OEA, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 163 p.

MATTOS, J. R. O pinheiro brasileiro. Vol 1, Ed 2, 1994.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

MEDEIROS JD, SAVI M, BRITO BFA. Seleção de áreas para criação de unidades de conservação na Floresta Ombrófila Mista. Biotemas 2005; 18(2): 33-50.

MELLO, A. S. DE, TAVARES, A. S., & TREVISAN, R. (2011). Podostemaceae in Southern Brazil. Rodriguésia, 62(4), 867-885.

MITCHELL, D.S., ed. *Aquatic vegetation and its use and control: international hydrological decada.* Paris, UNESCO, 1974.

MOURA, M. A. M., FRANCO, D. A. S., & MATALLO, M. B. (2009). Manejo integrado de macrófitas aquáticas. *Biológico*, *71*(1), 77-82.

NEGRINI, M., HIGUCHI, P., SILVA, A. C., SPIAZZI, F. R., BUZZI JUNIOR, F., & VEFAGO, M. B. (2014). Heterogeneidade florístico-estrutural do componente arbóreo em um sistema de fragmentos florestais no Planalto Sul Catarinense. Revista Árvore, 38(5), 779-786.

NEGRINI, Marcelo et al . Dispersão, distribuição espacial e estratificação vertical da comunidade arbórea em um fragmento florestal no Planalto Catarinense. Rev. Árvore, Viçosa , v. 36, n. 5, p. 919-930, Oct. 2012 .

NUNES, Y. R. F. et al. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. Acta Botanica Brasílica, v.17, n.2, p.213-229, 2003.

PHILBRICK, C.T., Bove, C.P. & Stevens, H.I. (2010) Endemism in Neotropical Podostemaceae. Annals of Missouri Botanical Garden 97: 425–456.

PEIRÓ, D. F., SAULINO, H. H., GORNI, G. R., CORBI, J. J., VANTE, A. P., & AMARAL, G. (2013). Insetos aquáticos associados a macrófitas submersas com diferentes complexidades morfológicas. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, *16*(1), 133-144.

PILLAR V. P.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S.; JACQUES, A.V.A. Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade. Editores, Brasília (DF): MMA, 2009

PILLAR, V.D. & F.L.F. DE QUADROS. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. Coenoses 12: 119-126, 1997

PILLAR, V.P.; MULLER, S.C.; OLIVEIRA, J.M.; MACHADO, R.E. Mosaico de Campos e Floresta com Araucárias: dilemas para a conservação. Floresta com Araucária, 1: 273-283, 2009

PIVARI, M. O., POTT, V. J., & POTT, A. (2008). Macrófitas aquáticas de ilhas flutuantes (baceiros) nas sub-regiões do Abobral e Miranda, Pantanal, MS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, *22*(2), 563-571.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

POTT VJ, POTT A. 2000. Plantas Aquáticas do Pantanal. Corumbá, Embrapa.

POTT, V. J.; POTT, A. Plantas aquáticas do Pantanal. Brasília: Embrapa, 2000. 404 p.

PPG I - O Grupo de Filogenia dos Pteridófitos. 2016. Uma classificação derivada da comunidade para licófitos e samambaias existentes. Jornal de Sistemática e Evolução 54: 563-603

RAUNKIAER, C. 1934. The life forms of plants. Statistical Plant Geography. Clarendon Press, Oxford

RIDGE, I. Ethylene and growth control in amphibious plants. In: CRAWFORD, R. M. M. Plant life in aquatic and amphibious habitats. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1987. p. 53-76.

SOBRAL, M.,PROENÇA, C.,SOUZA, M.,MAZINE, F.,LUCAS, E. 2015. Myrtaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponivel em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10700>.

TAVARES, A.S., Odinetz-Collart, O. & Enricone, A. (2006) A família Podostemaceae em rios Amazônicos e comunidades de insetos associados. Insula 35: 19–50.

THOMAZ, S. M. Efeitos de fatores limnológicos sobre a colonização e estrutura de assembléias de macrófitas aquáticas. In: Mariath, J. E. A.; Santos, R. P. (Org.). Os avanços da botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética. Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 2006. p. 124-139.

VIBRANS, A.C.; MCROBERTS, E.; MOSER, P. & NICOLETTI, A.L. 2013. Using satellite image-based maps and ground inventory data to estimate the area of the remaining Atlantic forest in the Brazilian state of Santa Catarina. Remote Sensing of Environment 130: 87-95.

YOUNG, A. G.; BOYLE, T.; BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. Tree, Maryland Heights, v. 11, n. 10, p. 413-418, 1996.

ZECHINI, A. A., LAUTERJUNG, M. B., CANDIDO-RIBEIRO, R., MONTAGNA, T., BERNARDI, A. P., HOELTGEBAUM, M. P., ... & DOS REIS, M. S. (2018). Genetic conservation of brazilian pine (Araucaria angustifolia) through traditional land use. *Economic Botany*, *72*(2), 166-179.

ECOLOGIA DA PAISAGEM

LANG, STEFAN & BLASCHKE, THOMAS. Análise da Paisagem com SIG. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

BRASIL. FUNAI. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Índios no Brasil: Terras Indígenas. 2019. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/ index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>. Acesso em: 24 out. 2019.

BRASIL. ICMBIO. Ministério do Meio Ambiente. Unidades de Conservação. 2019. ICMBIO. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/ unidadesdeconservacao/ biomas-brasileiros>. Acesso em: 24 out. 2019.

IMA. Unidades de Conservação. Disponível em:< http://ima.sc.gov.br/ index.php/ecosistemas/unidades-de-conservacao>. Acesso em: 24 out. 2019.

USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

ANA – Agência Nacional de Águas. Águas Superficiais. Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. 2019. Disponível em: < http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf/@@download/file/ANA_Manual_de_Usos_Consuntivos_da_Agua_no_Brasil.pdf>. Acesso em: fev. 2020.

_____. Atlas de Abastecimento Urbano de Água. 2015. Disponível em: < http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>. Acesso em: mar. 2020.

_____. Sistema de Informações Hidrológicas e Metadados – Hidroweb. 2019. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: fev. 2020.

_____. Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos. 2017. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/acesso-tematico/usos-da-agua/aguanaindustria_usoecoeficientestecnicos.pdf>. Acesso em: fev. 2020.

_____. Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada. 2017. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Atlas. Irrigacao-UsodaAguanaAgriculturaIrrigada.pdf>. Acesso em: fev. 2020.

_____. Levantamento da Agricultura Irrigada Por Pivôs Centrais no Brasil – 2014. 2016. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/ imprensa/arquivos/ProjetoPivos.pdf>. Acesso em: fev. 2020.

_____. Disponibilidade e demanda dos recursos hídricos no Brasil. 2007. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/estudos/sprtew/2/2-ANA.swf >. Acesso em: fev. 2020.

_____. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. 2017. Disponível em:< http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos- recursos-hídricos/conj2017_rel.pdf>. Acesso em: fev. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: fev. 2020.

_____. Mapas. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/tematicos.html >. Acesso em: fev. 2020.

_____. Banco de Tabelas Estatísticas – SIDRA. 2017. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca/brasil>. Acesso em: fev. 2020.

SEBRAE – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina.

Lages em Números. 2017. Disponível em: <https://www.lages.sc.gov.br/pdf/lages-bem-mais-simples/Lages%20em%20Numeros%20-%20Ed.%202017%20-%20Cidade%20Empreendedora.pdf>. Acesso em: abr. 2020.

_____. Santa Catarina em Números – Correia Pinto. 2010. Disponível em: <http://www.sebrae-sc.com.br/scemnumero/arquivo/Correia-Pinto.pdf>. Acesso em: abr. 2020.

SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Mapa Interativo. 2018. Disponível em: < http://siagasweb.cprm.gov.br>. Acesso em: fev. 2020.

QUALIDADE DA ÁGUA

APHA-AWWA-WPCI (2012). *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater* da AWWA 22th Edition.

BRASIL (2005). *Resolução CONAMA* (Conselho Nacional do meio Ambiente). Resolução nº 357, de 29 de abril de 2005. Dispões sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de e efluentes, e da outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

CETESB e ANA. (2011). *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.* São Paulo: CETESB; Brasília: ANA.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo. Índice de Qualidade da Água. Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp. Acessado em fevereiro de 2020.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo. Índice de Estado Trófico. Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/ userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas interiores/documentos/indices/04.pdf. Acesso em fevereiro de 2020.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T. e RYAN, P.D. (2001). Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9.

KNAPIK, J. (2005). *Administração geral e de recursos humanos*. 2. ed. Curitiba: Ebpex.

OLIVEIRA, J.C. e BECEGATO, V.A. (2015). Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do rio ponte grande no município de Lages/SC. *Dissertação de Mestrado*. Universidade do Estado de Santa Catarina.

QUINATTO, J., RAFAELI NETO, S.L. e SKORONSKI, E. (2017). Avaliação da qualidade da água de um rio urbano utilizando indicadores físico-químicos e biológicos: o caso do rio Carahá em Lages/SC. *Dissertação de Mestrado*. Universidade do Estado de Santa Catarina.

RAFAELI NETO, S. L. (1994). Análises morfométricas em bacias hidrográficas integradas a um sistema de informações geográficas. *Dissertação de Mestrado* – Departamento de Geociências, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RAFAELI NETO, S.L, BECEGATO, V.A. e CABRAL, J.B.P. (2013). Monitoramento da qualidade da água do rio caveiras no planalto serrano de santa catarina com suporte de tecnologias de geomática. *Bol. Goia. Geogr.* (Online). Goiânia, v. 33, n. 1, p. 27-46.

SILVA, J.B.L.; MELO, E.C. e MATOS, A.T. (2003). Desenvolvimento de software para cálculo do IQA – Índice de Qualidade de Água. *IV Congresso Brasileiro da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada a Agropecuária e a Agroindústria* – Monte pascoal Praia Hotel, Porto Seguro – Bahia.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (1986). *Test methods for evaluating solid waste. Physical/Chenical methods - SW 846.* Washington, DC.

FAUNA AQUÁTICA

AGOSTINHO, A. A.; SUZUKI, H. I.; SAMPAIO, A. A. & BORJES, J. D. R. Índice de atividade reprodutiva: uma proposta para a avaliação da atividade reprodutiva em peixes. In*:* IX Encontro Brasileiro de Ictiologia. Maringá: Unimar. 1991. p. 53.

AGOSTINHO, A. A.: JÚLIO JÚNIOR, H. F. Ameaça ecológica: peixes de outras águas. Ciência Hoje, v. 21, p. 36-44, 1996.

AGOSTINHO, A. A., GOMES, L.C., PELICICE, F. M. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: EDUEM, 2007.

BARRETO, A.P. & ARANHA, J. M. R. Assembléia de peixes de um riacho da Floresta Atlântica: composição e distribuição espacial (Guaraqueçaba, Paraná, Brasil). Acta Sci. Biol. Sci. v.27, n. 2, p.153-160, 2005.

BOWEN, S. H. Detritivory in neotropical fish communities. In: ZARET, T. M. (ed), Evolutionary Ecology of Neotropical Freshwater Fiches. The Hague: DR. W. Junk Publishers. P. 56-66.1984.

BRITSKI, H.; SILIMON, K. Z. S. & LOPES, S. B. Peixes do Pantanal – Manual de Identificação. Segunda Edição. Brasília – DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 227 p. 2007.

CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. Change in marine communities: approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth; Plymouth Laboratory. 144 p. 1994.

COLWELL, R. K. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>. 2006.

CONNEL, J. H. Some mechanisms producing structure in natural communities: a model and evidence from field experiments. In: CODY, M. L e DIA-MOND, J. M. (Eds). Ecology and evolution of communities. Belknap Press, Cambridge. p. 460-490, 1975.

DAJOZ, R. Ecologia Geral. Rio de Janeiro, Editora Vozes, 472p. 1978.

ESPÍNOLA, L.A.; JULIO, H.F. Espécies invasoras: conceitos, modelos e atributos. Interciencia, v. 32, p. 580-585, 2007.

GHAZZI, M. S. Nove espécies novas do gênero *Rineloricaria* (Siluriformes, Loricariidae) do rio Uruguai, do sul do Brasil. Porto Alegre: Iheringia, Sér. Zool. v. 98, n. 1, p. 100-122, 2008.

HONCZARYK, A. & INOUE, L. A. K. A. Anestesia do pirarucu por aspersão direta nas brânquias do eugenol em solução aquosa. Ciência Rural, 39(2): 577-579. 2009.

IUCN/SSC. Invasive Species Specialist Group (ISSG) 2010: A Compilation of Information Sources for Conservation Managers. Disponível em http: //www.issg.org. Acesso fev. 2018.

IUCN- International Union for Conservation of Nature. 2011 IUCN Red List categories and criteria version. 3.1. Gland: IUCN Species Survival Commission, 35 p.

LOWE-MCCONNELL, R. H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. EDUSP, São Paulo. 1999.

LUCENA, C. A. S. Two new species of the genus Crenicichla Henckel, 1940 from the upper rio Uruguay drainage (Perciformes: Ciclidae). Neotropical Ichthyology, v.5, p. 449-456, 2007.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

MAGURRAN, A. E. Ecological Diversity and its Measurements. New York, Croom Helm, 179p. 1988.

MAGURRAN, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Oxford, Blackwell Science, 256p.

MACCUNE, B. & MEFFORD, M. J. PC-ORD: multivariate analysis of ecological data. Version 3.0. Oregon: MjM Software Design. 1997.

MERONA, B. De. Aspectos ecológicos da ictiofauna no Baixo Tocantins. Acta Amazonica 16/17: 109-124, 1986.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. & PAVANELLI, C. S. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM, 2001.

NIKOLSKY, G. V. The cology the fishes. London: Academic press, 352p. 1963.

POFF, N. L., J. D. ALLAN, 1995. Functional organiza tion of stream fish assemblages in relation to hydrological variability. Ecology 76 :606-627.

SEVERI, W., CORDEIRO, A. A. M. Catálogo de peixes da bacia do rio Iguaçu. Curitiba: IAP/GTZ, 1994.

TORRENTE-VILARA, G., J. ZUANON, F. LEPRIEUR, T. OBERDORFF, P. A. TEDESCO. Effects of natural rapids and waterfalls on fish assemblage structure in the Madeira River (Amazon Basin) Ecology of Freshwater fish. 20:588-597, 2011.

VAZZOLER, A. E. A .M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Editora Maringá, EDUEM. 169 p. 1996.

ZANIBONI FILHO, E. et al. Catálogo ilustrado de peixes do Alto rio Uruguai. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004.

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

ALBA-TERCEDOR, J. (1996). Macroinvertebrados acuaticos y calidad de las aguas de los rios. In: *IV Simposiodel Agua en Andaluzia(SIAGA*), Almeria,v. 2, p. 203-213.

ARMITAGE, P.D., CRANSTON, P.S. e PINDER, L.C.V. (1995). *The Chironomidae: the biology and ecology of non-biting midges.* Chapman e Hall, London.

ASHE, P; MURRAY D. A. e REISS, F. (1987). The zoogeographical distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera). *Annales Limnologie*, 23 (1): 27-60.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

AVELINO-CANPISTRANO, F. e NESSIMIAN, J. L. (2014) Novos Registros da fauna de Plecoptera (Insecta) para o Estado do Espírito Santo, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 33: 5-18.

CALOR, A. R. (2007). Trichoptera. In: *Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo*. Froehlich, C.G. (org.). Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline. Acessado em fevereiro de 2020.

CARDOSO, J.T. e MATOS, A.C.B. (2016). Diversidade de macroinvertebrados bentônicos nas nascentes do rio CAVEIRAS, PLANALTO SUL, SC. *Seminário de Iniciação Científica*. Universidade de Santa Catarina.

CRANSTON, P.S. (1995). *Medical significance. In The Chironomidae: the biology and ecology of non-biting midges* (P.D. Armitage, P.S. Cranston, L.C.V Pinder, eds.). Chapman e Hall, London, p.365-384.

EPLER, J.H. (2001). Identification Manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina. A guide to the taxonomy of the midges of the southeastern United States, including Florida. Special Publication SJ2001-SP13. North Carolina *Department of Environment and Natural Resources, Raleigh, NC, and St. Johns River Water Management District, Palatka*, FL. 526 pp. http:// home.earthlink.net/~johnepler/index.html. Acesso em fevereiro de 2020.

GRANEY, R. L.; CHERRY, D. S.; RODGERS JR., J. H. e CAIRNS Jr., J. (1980). The influence of thermal discharges and substrate composition of the asiatic clam Corbicula fluminea, in the New River, Virginia. *The Nautilus*, 94 (4): 130-135.

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L. e QUERINO, R. B. (2014). *Insetos aquáticos na Amazônia Brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. Manaus*, INPA. 724p.

DAJOZ, R. (1978). *Ecologia Geral.* Rio de Janeiro, Editora Vozes, 472p.

LECCI, L.S. e FROEHLICH, C. G. (2007). *Plecoptera. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo.* Froehlich, C.G. (org.). Disponível em: http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline e acessado em fevereiro de 2020.

McMAHON, R. F. (1982). *The occurrence and spread of the introduced asitic freshwater clam, Corbicula fluminea (Müller), in North America*: 1924-1982. The Nautilus, 96 (4): 134- 141.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L. e BAPTISTA, D. F. (2010). *Manual de identificação de macroinvertebrados Aquáticos do estado do Rio de Janeiro*: Technical Books,176 p.

OLIVER, D. R. (1971). Life history of the Chiranomidae. *Annual Review Enthomology*. 16: 211 – 230.

desenvolver
engenharia e meio ambiente
Desenvolver – Engenharia e Meio Ambiente
http://desenvolvermeioambiente.com.br
desenvolvergestaoambiental@gmail.com
(49) 99977-2232
desenvolvergestaoambiental

PINDER, A.M. e BRINKHURST, R.O. (1994). A preliminary guide to the identification of the microdrile Oligochaeta of Australian inland waters. Albury, Cooperative Research *Centre for Freshwater Ecology*, 137.

COFFMAN, W. P. e L. C. FERRINGTON. (1996). Chironomidae, p. 635–754. *In*: R. W. MERRIT e K. W. CUMMINS (eds.). *An introduction to aquatic insects of North America.* Kendall-Hunt, Duduque, Iowa, USA, 862 p.

QUINATTO, J., RAFAELI NETO, S.L. e SKORONSKI, E. (2017). Avaliação da qualidade da água de um rio urbano utilizando indicadores físico-químicos e biológicos: o caso do rio Carahá em Lages/SC. *Dissertação de Mestrado*. Universidade do Estado de Santa Catarina.

SANTOS, I. G. A. dos e RODRIGUES, G. G. (2015). Colonização de macroinvertebrados bentônicos em detritos foliares em um riacho de primeira ordem na Floresta Atlântica do nordeste brasileiro. *Iheringia*, Série Zoologia, Porto Alegre, 105(1):84-93.

SILVEIRA, M. P.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L. e BAPTISTA, D. F. (2006). Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a Southeastern Brazilian river. *Brazilian Journal Biology*, v. 66, p. 623-632. http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842006000400006, Acessado em fevereiro de 2020.

SOUZA, D.S. (2007). Caracterização da pescaria do berbigão Anomalocardia brasiliana (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia) na Reserva Extrativista Marinha de Pirajubaé (Florianópolis/SC): subsídios para o manejo. 201 f. *Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental*) - Universidade do Vale do Itajaí, 1986.

TUPINAMBÁS, T.H.; POMPEU, P.S.; GANDINI, C.V.; HUGHES, R.M. e CALLISTO, M. (2015). Fish stomach contents in benthic macroinvertebrate assemblage assessments. *Brazilian Journal of Biology.*

ZUCCHI, R.A.; CANAL, N.A.D.; SILVA, N.M. e SILVEIRA-NETO, S. (1995). Análise faunística dos parasitóides (Hymenoptera, Braconidae) de *Anastrepha* spp. (Diptera, Tephritidae) em Manaus e Iranduba, Estado do Amazonas. *Acta Amazonica*, 25(3/4): 235-246.

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

BICUDO, C. E. M. e BICUDO, D. C. (2004). *Amostragem em Limnologia*. São Carlos: Editora RIMA Artes e Textos, p 371.

BOLTOVSKOY, A., R. O. ECHENIQUE e J. M. GUERRERO. (2013). Sucesivas invasiones de especies de Ceratium (Dinophyceae) em Sudamérica: un proceso que lleva dos décadas. *Bol. de la Soc. Arg. de Bot*. 48: 1–27.

DAJOZ, R. (1978). *Ecologia Geral.* Rio de Janeiro, Editora Vozes, 472p.

INFANTE, A.G. (1988). *El plancton de las aguas continentales.* Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos.

LINDSTROM L (1992). Managing Alcoholism: Matching Clients to Treatment. *Oxford University Press,* New York, 373 pp.

MAcDONAGH, M.E., CASCO, M.A. e CLAPS, M.C. (2005). Colonization of a Neotropical Reservoir (Córdoba, Argentina) by Ceratium hirundinella (O. F. Müller) Bergh. *Annales de Limnologie* – International. Journal of Limnology, 41(4), 291-299. http:// dx.doi.org/10.1051/limn/2005020.

MATSUMURA-TUNDISI, T., ESPINDOLA, E.L.G., TUNDISI, J.G., SOUZA-SOARES, F. e DEGANI, R.M. (2010). A new species of Notodiaptomus Kiefer (Crustacea, Copepoda, Calanoida, Diaptomidae) from Brazil. *Braz. J. Biol*. 70(3)867-870. (Suppl.). http://dx.doi. org/10.1590/S1519-69842010000400017. Acessado em fevereiro de 2020.

MEICHTRY DE ZABURLÍN, N., VOGLER, R. E., MOLINA, M. J. e LLANO, V. M. (2016). Potential distribution of the invasive freshwater dinoflagellate Ceratium furcoides (Levander) Langhans (Dinophyta) in South America. *Journal of Phycology*, 52(2): 200-208.

PALMER, C.M. (1969). Report on the algae in relation to water quality of Paranoa Lake, Brasilia: Relatório de consultoria. *Pan American Health Organization/*WHO, Brasília.

POLLINGHER, U. (1988). Freshwater armored dinoflagellates: Growth, reproduction, strategies, and population dynamics. In: SANDGREN, CD., ed. *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 134-174.

ROUND, F.E. (1973). *Biologia das algas.* 2ed. London, Edward Arnold Limited.

SILVA, L. C. D., I. C. LEONE, M. J. D. SANTOS-WISNIEWSKI, A. C. PERET e O. ROCHA. (2012). Invasion of the dinoflagellate Ceratium furcoides (Levander) Langhans 1925 at tropical reservoir and its relation to environmental variables. *Biota Neotrop.* 12 (2): 93-100;

COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

COELHO - BOTELHO, M. J. (2003). Dinâmica da comunidade zooplanctônica e sua relação com o grau de trofia em reservatórios. In: *IV Simpósio e IV Reunião de Avaliação do Programa Biota/FAPESP*, Águas de Lindóia. Resumo expandido de Mini - Curso.

DAJOZ, R. (1978). *Ecologia Geral.* Rio de Janeiro, Editora Vozes, 472p.

DELVALLS, T.A.; LUBIÁN, L.M.; DEL VALLE GONZÁLEZ, M. e FORJA, J.M. (1996).Evaluating decline parameters of rotifer Brachionus plicatilis populations as an interstitial water toxicity bioassay. *Hydrobiologia* volume 341, pages159 - 167.

ESTEVES, F.A. (2011). *Fundamentos de Limnologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência.

MARGALEF, R. (1974). *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona. 951 pp.

TUMER, J. T. e TESTER, P. A. (1992). Zooplankton fceding ecology: bacterivoryby metazoan microzooplankton. *J. explmar. Biol.Ecol.,* 160:149-167.

ESTUDO DO MEIO SOCIOECONÔMICO

ABREU GARCIA. Vinícola. Disponível em:< http://www.abreugarcia.com.br/ index.html#page-top>. Acesso em 21 de outubro de 2019.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO. Consulta. Disponível em:< http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>. Acesso em: 29 de ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde – CNES. Disponível em: < http://cnes.datasus.gov.br/>. Acesso em: 30 agosto 2019.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. EDUDATABRASIL - Sistema de Estatísticas Educacionais. Disponível em: <http://www.edudatabrasil.inep.gov.br/>. Acesso em: 30 agosto 2019.

CELESC. Apresentação. Disponível em: < http://www.celesc.com.br /portal/index.php/celesc-holding> Acesso em: 30 ago. 2019.

CNSA. Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos CNSA / SGPA. Disponível em: < http://portal.iphan.gov.br/sgpa/?consulta=cnsa> Acesso em: 03 de set 2019.

DEBLASIS, Paulo; CORTELETTI, Rafael. Arqueologia Jê do Sul do Brasil: Ambiente, Sistema, Poder e Experiência na Paisagem de Urubici, Santa Catarina. Rev. Memorare, Tubarão, v.5, n.2, p. 132-164 maio./ago. 2018.

FCC. Bens Tombados. Disponível em: < http://www.fcc.sc.gov.br //pagina/5009/benstombados> Acesso em: 03 de set 2019.

FECAN. Municípios. Disponível em:<http://www.fecam.org.br/municipio /detalhes-municipio/codMunicipio/67>. Acesso em: 30 agosto 2019.

FUNAI. Terras Indígenas. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php /indios-no-brasil/terras-indigenas> Acesso em: 02 de set 2019.

GUIA DO TURISMO BRASIL. Disponível em:< https://www.guiadoturismobrasil.com/cidade/SC/1091/urupema>. Acesso em: 22 de out. 2019.

INCRA. Painel dos Assentamentos. Disponível em: <http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php>. Acesso em: 02 de set 2019.

IBGE. Cidades. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 29 de ago. 2019.

IPHAN. Patrimônio Cultural. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/218>. Acesso em: 03 de set 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO BELO DO SUL. Município. Disponível em:< https://www.campobelodosul.sc.gov.br/>. Acesso em: 12 jun. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO BELO DO SUL. Turismo. Disponível em:< https://turismo.campobelodosul.sc.gov.br/>. Acesso em: 21 out 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPÃO ALTO. Município. Disponível em:< https://www.capaoalto.sc.gov.br/municipio/index/codMapaItem/11993>. Acesso em: 21 out. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPÃO ALTO. Turismo. Disponível em:< https://turismo.capaoalto.sc.gov.br/#main-menu>. Acesso em: 21 out. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CERRO NEGRO. Município. Disponível em:< https://www.cerronegro.sc.gov.br/municipio/index/codMapaItem/12009>. Acesso em: Acesso em: 21 out. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CERRO NEGRO. Turismo. Disponível em:< https://turismo.cerronegro.sc.gov.br/>. Acesso em: Acesso em: 21 out. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORREIA PINTO. Município. Disponível em:< https://www.correiapinto.sc.gov.br/municipio/index/codMapaItem/12033>. Acesso em: 21 out. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORREIA PINTO. Turismo. Disponível em:< https://turismo.correiapinto.sc.gov.br/o-que-fazer/index/codCategoria/55/#lista-resultados>. Acesso em: 21 out. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CORREIA PINTO. Turismo. Disponível em:< https://turismo.correiapinto.sc.gov.br/o-que-fazer/index/codCategoria/55/#lista-resultados>. Acesso em: 21 out. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGES. Visite Lages. Disponível em:< https://www.visitlages.tur.br/>. Acesso em: 21 out. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL D PAINEL. Município. Disponível em:< https://www.painel.sc.gov.br/cms/diretorio/index/codMapaItem/12067>. Acesso em: 21 out. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL D PAINEL. Turismo. Disponível em:< https://turismo.painel.sc.gov.br/o-que-fazer/index/codCategoria/65/#lista-resultados>. Acesso em: 21 out. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DO CERRITO. Município. Disponível em: < https://www.cerrito.sc.gov.br/>. Acesso em: 12 jun. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DO CERRITO. Turismo. Disponível em: < https://turismo.cerrito.sc.gov.br/>. Acesso em: 21 de outubro de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE URUPEMA. Município. Disponível em:< https://www.urupema.sc.gov.br/municipio/index/codMapaItem/13881>. Acesso em: 21 de out. de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE URUPEMA. Turismo. Disponível em:< v https://turismo.urupema.sc.gov.br/>. Acesso em: 21 de out. de 2019.

SCHMITZ, Pedro Ignácio. A Ocupação Pré-histórica do Estado de Santa Catarina. Revista Tempos Acadêmicos, Dossiê Arqueologia Pré-Histórica, nº 11, 2013, Criciúma, Santa Catarina.

VIAGENS E CAMINHO. O que fazer em Lages- Pontos Turísticos. Disponível em: <https://www.viagensecaminhos.com/2018/12/o-que-fazer-em-lages.html>. Acesso em: 21 out. 2019.

MODELAGEM DE QUALIDADE DA ÁGUA

BRUNNER, Gary W.; CEIWR-HEC**.** HEC-RAS River Analysis System: User's Manual. 5. ed. Usa: Us Army Corps Of Engineers Institute For Water Resources Hydrologic Engineering Center (hec), 2016. 962 p.

JENSEN, Mark R.; LOWNEY, Cynthia L. Temperature modeling with HEC-RAS. In: Critical Transitions in Water and Environmental Resources Management. 2004. p. 1-10.

HUSSIEN, Heba. Water quality modeling of Dubai Creek using HEC-RAS. 2015. Tese de Doutorado.

ANEXOS

Anexo 1 – Protocolo do Termo de Referência

Anexo 2 – Ofício Aprovação termo de Referência

Anexo 3 – Informação Técnica referente ao Termo de Referência

Anexo 4 – Autorização de Coleta Captura e Transporte de Fauna

Anexo 5 – Anotação de Responsabilidade Técnica

Anexo 6 – Cartas informativas do estudo a Instituições interessadas

Anexo 7 – Laudos de Qualidade da Água

Anexo 8 - Relatório de Hidrologia

Governo do Estado de Santa Catarina
Sistema de Gestão de Protocolo Eletrônico - SGP-e
TERMO DE AUTUAÇÃO

Processo FATMA 00053101/2018

Dados da Autuação

Autuado em: 21/11/2018 às 15:54
Setor origem: FATMA/CRO - Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental de Chapecó
Setor de competência: FATMA/DILIC - Diretoria de Licenciamento
Interessado: MORRO CHATO GERADORA LTDA
Classe: Comunicação Eletrônica sobre Recebimento de Documento
Assunto: Recebimento de Documento
Detalhamento:
Referente: "CGH Morro Chato", Rio Caveiras, apresenta o Termo de Referência da
Avaliação Ambiental Integrada (AAI), do rio Caveiras, de acordo com as diretrizes
metodológicas estabelecidas no Decreto Estadual nº 365/2015.

Governo do Estado de Santa Catarina
Sistema de Gestão de Protocolo Eletrônico - SGP-e
TERMO DE AUTUAÇÃO

Processo FATMA 00053103/2018

Dados da Autuação

Autuado em: 21/11/2018 às 15:57
Setor origem: FATMA/CRO - Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental de Chapecó
Setor de competência: FATMA/CRO - Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental de Chapecó
Interessado: VENTURA ENERGETICA LTDA
Classe: Comunicação Eletrônica sobre Recebimento de Documento
Assunto: Recebimento de Documento
Detalhamento: Referente: CGH Santo Antônio, Rio Caveiras, solicita juntada de processo no FCEI: n°
452390, do processo FATMA nº DIV 22119/CPS, onde apresenta o Termo de Referência
da Avaliação Ambiental Integrada (AAI), do rio Caveiras, de acordo com as diretrizes
metodológicas estabelecidas no Decreto Estadual nº 365/2015

Governo do Estado de Santa Catarina
Sistema de Gestão de Protocolo Eletrônico - SGP-e
TERMO DE AUTUAÇÃO

Processo FATMA 00053104/2018

Dados da Autuação

Autuado em: 21/11/2018 às 16:00
Setor origem: FATMA/CRO - Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental de Chapecó
Setor de competência: FATMA/DILIC - Diretoria de Licenciamento
Interessado: PEDRAS BRANCAS GERACAO DE NERGIA S.A
Classe: Comunicação Eletrônica sobre Recebimento de Documento
Assunto: Recebimento de Documento
Detalhamento:
Referente: "PCH AM Dias", Rio Caveiras, apresenta o Termo de Referência da Avaliação
Ambiental Integrada (AAI), do rio Caveiras, de acordo com as diretrizes metodológicas
estabelecidas no Decreto Estadual nº 365/2015 (Processo DIV/16424/CPS)

Governo do Estado de Santa Catarina
Sistema de Gestão de Protocolo Eletrônico - SGP-e
TERMO DE ABERTURA DE DOCUMENTO

Documento FATMA 00052375/2018

Dados do Cadastro

Entrada: 14/11/2018 às 17:10
Setor origem: FATMA/CRO - Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental de Chapecó
Setor de competência: FATMA/CRO - Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental de Chapecó
Interessado: ITARARÉ ENERGÉTICA S.A
Classe: Comunicação Eletrônica sobre Recebimento de Documento
Assunto: Recebimento de Documento
Detalhamento: COMPLEMENTO PROCESSO : DIV/20772/CRF -- SÃO JOSÉ DO CERRITO

Termo de Referência da Avaliação Ambiental Integrada (AAI)

Governo do Estado de Santa Catarina
Sistema de Gestão de Protocolo Eletrônico - SGP-e
TERMO DE AUTUAÇÃO

Processo FATMA 00053167/2018

Dados da Autuação

Autuado em: 21/11/2018 às 17:23
Setor origem: FATMA/CRO - Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental de Chapecó
Setor de competência: FATMA/DILIC - Diretoria de Licenciamento
Interessado: Pinheiro Energética S.A.
Classe: Comunicação Eletrônica sobre Recebimento de Documento
Assunto: Recebimento de Documento
Detalhamento:
Referente: Resposta ofício GABP/DILIC/GELRH:005398 de 17 de outubro de 2017, FNA N°
10158/CPS, "PCH Pinheiro.", Rio Caveiras, onde apresenta o Termo de Referência da
Avaliação Ambiental Integrada (AAI), do rio Caveiras, de acordo com as diretrizes
metodológicas estabelecidas no Decreto Estadual nº 365/2015.

Governo do Estado de Santa Catarina
Sistema de Gestão de Protocolo Eletrônico - SGP-e
TERMO DE AUTUAÇÃO

Processo FATMA 00052711/2018

Dados da Autuação

Autuado em: 19/11/2018 às 17:53
Setor origem: FATMA/CRO - Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental de Chapecó
Setor de competência: FATMA/CRO - Coordenadoria de Desenvolvimento Ambiental de Chapecó
Interessado: VILSON MARCOS TESTA
Classe: Comunicação Eletrônica sobre Recebimento de Documento
Assunto: Recebimento de Documento
Detalhamento:
Protocolo do Termo de Referência da Avaliação Ambiental Integrada (AAI) da PCH Portão

Ofício DILIC/GELRH nº 942

Florianópolis, 26 de abril de 2019.

Ref.: Termo de Referência para elaboração da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras
Itararé Energética – PCH Itararé (DIV/20772/CRF)
Vilson Marcos Testa – PCH Portão
Morro Chato Geradora de Energia Ltda – CGH Morro Chato (DIV/22046/CPS)
Ventura Energética Ltda – CGH Santo Antônio (DIV/22119/CPS)
Pedras Brancas Geração de Energia S.A. - PCH AM Dias (DIV/16424/CPS)
Pinheiro Energética S.A. - PCH Pinheiro

Prezado Senhor,

Cumprimentando-o cordialmente, vimos por meio deste encaminhar anexa a Informação Técnica nº 19/2019/GELRH, em resposta aos documentos protocolados sob nº FATMA 52375/2018; 52711/2018; 53101/2018; 53103/2018; 53104/2018 e 53167/2018, que encaminham para análise proposta de Termo de Referência para a elaboração da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras.

Sendo o que temos para o momento, colocamo-nos à disposição para mais esclarecimentos.

Atenciosamente,

Ivana Becker
Diretora de Regularização Ambiental

Bruno Roberto Cunha
Gerente de Licenciamento e Autorizações de Obras Públicas

Ao Senhor,
OSVALDO ONGHERO JUNIOR
Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente
Rua 7 de Abril, 3489 – Bairro Jardim Ouro
CEP: 89663-000 – Ouro/SC

INFORMAÇÃO TÉCNICA nº 19/2019/GELRH

Assunto
Análise técnica do Termo de Referência - TR para a elaboração da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica (AIBH) do rio Caveiras.

Encaminhamentos
A AIBH para o rio Caveiras deverá contemplar, além do proposto no Termo de Referência apresentado nos protocolos SGPe FATMA 52375/2018; 52711/2018; 53101/2018; 53103/2018; 53104/2018; 53167/2018, as solicitações a seguir relacionadas:

2. Aspectos Gerais e Delimitação da Área de Estudo - do título do estudo
O estudo deverá ser denominado "Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica - AIBH", conforme instituído na Lei nº 14.652/2009.
De acordo com o TR apresentado, serão avaliados os nove empreendimentos, contidos no rio Caveiras, da nascente até a confluência com o rio Canoas. Ressalta-se que os impactos potencialmente ocorrentes nos empreendimentos deverão ser relativizados para toda a área da bacia hidrográfica, conforme o disposto nas Diretrizes do Termo de Referência para Elaboração de Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica com Vistas à Análise de Viabilidade de Empreendimentos Hidrelétricos (item 3 do Anexo Único do Decreto nº 365/2015) .

4. Justificativa
Na p. 09 do TR apresentado há a afirmação de que os aproveitamentos hidrelétricos a serem estudados serão somente os em estudo, excluindo os em operação. Salienta-se que no estudo da Avaliação Integrada de Bacia Hidrográfica deverão ser considerados, estudados e avaliados todos os empreendimentos localizados no rio Caveiras, considerando os previstos, os em instalação e os em operação, conforme estabelecido no art. 5º do Decreto Estadual nº 365/2015.

5. Caracterização dos empreendimentos inventariados na bacia
Ressalta-se que no âmbito da AIBH deverão ser consideradas as CGHs previstas e instaladas para o rio Caveiras, conforme manifestação da Procuradoria Jurídica do IMA/SC acerca da Decisão Judicial dos autos da ACP 0900674-11.2018.8.24.0023, em trâmite perante a 3ª Vara da Fazenda Pública da Comarca da Capital/SC complementada pela Decisão exarada no recurso de embargo de declaração 0008749-64.2018.8.24.0023, no tocante à necessidade de confecção de Avaliação Integrada de Bacia Hidrográfica (AIBH) para os empreendimentos de geração de energia hidrelétrica, qualificados como PCHs.

6. Caracterização da bacia

6.1 Processo e atributos físicos
Os aspectos físicos a serem abordados na AIBH foram somente relacionados, não sendo apresentada nenhuma descrição dos estudos a serem realizados. Salienta-se que os aspectos relacionados deverão ser descritos regionalmente destacando-se as questões específicas relacionadas aos empreendimentos instalados e previstos.

Além disso, conforme definido no Anexo Único do Decreto 365/2015, em relação ao diagnóstico dos processos e atributos físicos da bacia, a ênfase dos estudos deve ser relacionada ao levantamento das vazões extremas nos locais dos aproveitamentos hidrelétricos em análise na AIBH e na avaliação das áreas mais susceptíveis a riscos geológicos, tais como a susceptibilidade à erosão e a instabilidade de taludes e encostas.

6.2 Ecossistemas terrestres

6.2.1 Metodologias para os estudos da fauna terrestre
De acordo com o TR, os esforços o levantamento de dados primários da fauna terrestre não irão envolver a captura e coleta de espécimes da fauna. Ressalta-se que os responsáveis técnicos devem avaliar a necessidade de solicitação da Autorização de Captura, Coleta e Transporte da Fauna Silvestre em função dos métodos que serão aplicados no levantamento.
Com relação às espécies da fauna terrestre ameaçadas de extinção, indicar aquelas contempladas nos Planos de Ação Nacional - PANs e indicar medidas mitigadoras considerando aquelas propostas nos respectivos planos, no que couber. No levantamento de dados primários deverá ser enfatizada a busca pela espécie ameaçada *Phrynops williamsi*.

6.2.1.1 Flora - dados primários
Com relação às reófitas, com ênfase nas espécies raras, ameaçadas e endêmicas, representar em mapa o trecho amostrado e os locais de registro das espécies (se for o caso). Informar as respectivas coordenadas.

6.2.3 Unidades de Conservação e áreas prioritárias para conservação
Quanto às áreas prioritárias para a conservação deverão ser indicadas na AIBH medidas preventivas/compensatórias para o caso de empreendimentos hidrelétricos inseridos em área prioritária. Além disso, a AIBH deverá apresentar recomendações para os estudos dos licenciamentos dos empreendimentos localizados em área prioritária.

6.3 Ecossistema Aquático
Atender o disposto no Anexo único do Decreto nº 365/2015:
item 4.2.3 - Para a caracterização dos ecossistemas aquáticos devem ser analisadas não somente a qualidade das águas e as comunidades ícticas, como também as relações entre essas e os elementos associados direta ou indiretamente à manutenção da vida aquática. Os principais tópicos a serem abordados são:

- disponibilidade e demandas hídricas;
- qualidade das águas;
- levantamento da ictiofauna a partir de dados secundários existentes, provenientes dos estudos realizados anteriormente; e
- caracterização da Fauna aquática existente na bacia.

No tocante ao levantamento de dados secundários da ictiofauna sobre espécies existentes nos rios objetos de estudo, estes serão de forma extensiva a todos os conhecimentos disponíveis, sejam em publicações científicas, acadêmicas, estudos ambientais e as demais formas de publicação, tanto sobre os rios principais como seus afluentes e subafluentes.

Conforme o disposto no Anexo Único do Decreto nº 365/2915, os estudos da fauna aquática deverão ser direcionados para a caracterização da ictiofauna e das espécies da fauna terrestre com forte interface com o ambiente aquático.
Além do disposto acima, solicita-se:

- Incluir nas fontes de consulta bibliográficas os estudos executados no âmbito do licenciamento da UHE Garibaldi.
- Destacar as espécies de peixes ameaçadas de extinção, endêmicas e migratórias. Informações sobre rotas migratórias preferenciais e barreiras naturais. Avaliar as chances de manutenção dessas espécies na bacia com a instalação dos empreendimentos previsto, em instalação e em operação no trecho do estudo, com ênfase na espécie S*teindachneridion scriptum.*
- Destacar as espécies de macroinvertebrados ameaçadas de extinção.
- Destacar as espécies de macroinvertebrados exóticas invasoras, tais como o mexilhão-dourado (*Limnoperma fortunei*) e o berbigão-de-água-doce (*Corbicula* sp).
- Ressalta-se que para o levantamento de dados primários da ictiofauna e macroinvertebrados é necessária a Autorização de captura, coleta e transporte da fauna.

6.3.1 Disponibilidade e demandas hídricas
Neste item, além da situação atual, deverá ser efetuada análise e estimativa para cenários futuros (curto, médio e longo prazo), com base em projeções e estimativas de população, atividades econômicas e usos da água.

6.3.2 Qualidade da água
Solicita-se:

- Além dos parâmetros para o cálculo do IQA e IET, propostos no TR apresentado, incluir a análise dos parâmetros: sólidos dissolvidos e sólidos em suspensão.
- Incluir, conforme estabelecido no Anexo Único do Decreto Estadual nº 365/2015, a identificação das principais fontes poluidoras, sendo que as cargas poluidoras devem ser estimadas com metodologias adequadas e com verificação em campo.
- Indicar a existência de pontos de captação de água para abastecimento público no trecho do estudo.
- Conforme estabelece o Anexo Único do Decreto nº 365/2015, apresentar indicadores de qualidade da água com base em dados históricos e atuais.
- Representar a rede amostral em mapa e informar a coordenada de cada ponto de coleta. Descrever as características ambientais de cada ponto amostral.

Ressalta-se que, conforme estabelecido no Decreto Estadual nº 3.754/2010, serão aceitos somente relatórios de ensaios, laudos e outros documentos provenientes de laboratórios que sejam reconhecidos por este Instituto conforme as normas e critérios estabelecidos na Instrução Normativa IN - nº 64 da FATMA (Reconhecimento de Laboratórios). Anexar os laudos das análises dos parâmetros de qualidade da água.

6.4 Meio Socioeconômico

O TR apresentado não contemplou o mínimo estabelecido pelo Anexo Único do Decreto Estadual nº 635/2015. Desta forma, no estudo deverá ser incluído:

- Avaliação das características socioeconômicas no trecho, relacionando, no mínimo, as seguintes informações: número estimado de propriedades afetadas em cada empreendimento; características fundiárias das propriedades afetadas destacando:

a) Características de uso e ocupação do solo nas áreas impactadas pelos empreendimentos hidrelétricos, mapeadas na escala 1:25.000 tendo como base imagem de satélite de alta resolução atualizadas.
b) Estimativa do número de propriedades afetadas pelos empreendimentos.
c) Perfil socioeconômico das propriedades afetadas.
d) Avaliar o quanto os empreendimentos impactam as atividades socioeconômicas nas propriedades afetadas.

- Infraestrutura.
- Atividades socioeconômicas, incluindo atrativos turísticos e aspectos cênicos.
- Caracterização dos serviços de saúde e de educação.
- Identificação e informação acerca da afetação de empreendimentos hidrelétricos em assentamentos agrários do INCRA, Terra Indígena, quilombola, comunidade tradicional.

8. Elaboração de Cenários

Dentre os múltiplos cenários, deverão ser previstos cenários de curto, médio e longo prazo. E como previsto no TR apresentado, considerando a não execução de todos ou de alguns dos empreendimentos aprovados no inventário aprovado pela ANEEL.

9. Modelagem Ambiental

Salienta-se que a metodologia a ser utilizada para a modelagem ambiental deverá ser adequada para a determinação da qualidade da água ao longo do rio Caveiras, considerando-se diferentes cenários. O estudo deverá apontar os principais impactos dos empreendimentos propostos na qualidade das águas, indicando se os arranjos favorecem ou não a eutrofização das águas no rio em análise.

10. Análise Ambiental Multicritério

Incluir a elaboração de mapas síntese, indicação de pontuação para favorabilidade/restritividade, estabelecer indicadores para os tópicos dos estudos, estabelecer pesos para cada aspecto ambiental, efetuar o cruzamento dos dados da análise multicritério com os dados hidroenergéticos (eficiência energética, número de empregos gerados, receita gerada).

11. Resultados

Quanto aos resultados a serem apresentados pela AIBH, as diretrizes e medidas mitigadoras não deverão ficar restritas a proposição de programas de monitoramento ambiental. Deverão ser incluídas a proposição de medidas mitigadoras e compensatórias específicas relacionadas aos impactos a serem gerados.
Em conformidade com o Art. 1º, parágrafo único do Decreto Estadual nº 365/2015, a avaliação integrada da bacia hidrográfica deverá informar todas as vulnerabilidades, fragilidades e sensibilidades da bacia onde o empreendimento será instalado.

Além do atendimento ao mencionado no TR apresentado e das complementações acima elencadas, a elaboração da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica - AIBH deverá contemplar:

Fontes de informação
Como fonte bibliográfica, deverão ser consultados os estudos executados no âmbito de licenciamento dos empreendimentos implantados e/ou com requerimento de licenciamento ambiental para o rio Caveiras.

Reuniões técnicas
Ressalta-se que a "Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras" deverá ser apresentada ao público interessado por meio de audiência pública, a exemplo das apresentações dos Estudos de Impacto Ambiental, conforme estabelecido no §1º do art. 2º do decreto Estadual nº 365/2015.

Avaliação Ambiental Distribuída
Visa obter subdivisões homogêneas na área de estudo, nesse caso considerando ainda a bacia hidrográfica, onde os indicadores socioambientais sejam diferentes e onde os impactos sinérgicos ou cumulativos tenham diferentes relevâncias.

Avaliação Ambiental Integrada
Efetuar análises das interações das alternativas de aproveitamento hidrelétrico tendo como base a caracterização socioambiental e os cenários de desenvolvimento a curto, médio e longo prazo na bacia. Ainda devem ser considerados os impactos na bacia hidrográfica, destacando os seguintes aspectos:

- interações dos aproveitamentos hidrelétricos com o histórico de desastres naturais (cheias, enchentes, escorregamentos de encostas, etc);
- interações dos aproveitamentos hidrelétricos com a qualidade das águas e seus usos múltiplos;
- interações dos aproveitamentos hidrelétricos com a fauna aquática;
- interações dos aproveitamentos hidrelétricos com a qualidade do ecossistema; e
- interações dos aproveitamentos hidrelétricos com a flora.

Mapeamento
No TR apresentado não há menção a elaboração de mapas. Deverão ser incluídos mapeamentos referentes a localização dos empreendimentos; aspectos físicos, bióticos, socioeconômicos; ecologia da paisagem; pontos de captação d'água e fontes poluidoras; resultados da modelagem ambiental; áreas legalmente protegidas; áreas prioritárias para conservação; mapas de sensibilidade; resultados da análise multicritério; representação dos reservatórios e estruturas de todos os empreendimentos instalados, em instalação e previstos para o rio Caveiras.

Os estudos, plantas, mapas e demais documentos somente terão validade junto ao IMA/SC se assinados e rubricados pelos responsáveis técnicos por sua elaboração.
Se referir ao órgão estadual do meio ambiente como Instituto do Meio Ambiente - IMA. A Sigla FATMA deverá ser substituída por IMA, sempre que couber.

É a informação.

Local e Data:

Florianópolis, 25 de abril de 2019.

_____
Ester W. Bahia Lopes
ANS / Bióloga - Mat. 303.121-7

_____
Carline Führ
ANS / Geógrafa - Mat. 397.958-0

AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL

N° 2873/2019

O Instituto do Meio Ambiente - IMA, no uso das suas atribuições que lhe são conferidas pelo Art. 8º, da Lei Complementar Nº 140/2011, com base no processo de Pedido de Captura, Coleta e Transporte de Fauna Silvestre **nº FNA/10961/CPS** e Parecer Técnico **nº 3394/2019**, concede a presente autorização à atividade abaixo descrita:

Empreendedor

CPF/CNPJ: **303.187.930-91**	NOME / RAZÃO: **Vilson Marcos Testa**	
CEP: **89.801-040**	LOGRADOURO: **Rua Rui Barbosa - E, 93**	COMPLEMENTO: **Apto 401**
BAIRRO: **Centro**	MUNICÍPIO: **CHAPECÓ**	

Para atividade de

ATIVIDADE: **Levantamento de Fauna**		
EMPREENDIMENTO: **Vilson Marcos Testa- PCH Portão**		
CEP: **88.570-000**	LOGRADOURO: **Área Rural, S/N**	COMPLEMENTO:
BAIRRO: **Área Rural**	MUNICÍPIO: **SÃO JOSÉ DO CERRITO**	
UTM X **522.142**	UTM Y **6.943.393**	

Condições gerais

1. Válida somente sem emendas ou rasuras;
2. Válida exclusivamente no território catarinense;
3. O transporte deverá garantir a integridade e saúde do(s) animal(is) destinado(s) à soltura;
4. A IMA, mediante decisão motivada, poderá modificar as condicionantes, bem como suspender ou cancelar esta Autorização caso ocorra:
   a) Violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais;
   b) Omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição da Autorização;
   c) Superveniência de graves riscos ambientais e de saúde
5. A ocorrência das situações descritas nos itens 1.4a e 1.4b acima, sujeita os responsáveis, incluindo toda a equipe técnica, à aplicação de sanções previstas na legislação pertinente;
6. **O pedido de renovação, caso necessário, deverá ser protocolado 120 (cento e vinte) dias antes de expirar o prazo de validade desta Autorização.**

Esta Autorização Ambiental é **válida pelo período de 12 meses**, a contar da data da assinatura digital ou da data abaixo (caso a assinatura seja manual), observadas as condições deste documento, (verso e anverso), bem como de seus anexos que, embora não transcritos, são parte integrante do

Caso esse documento seja assinado digitalmente, favor desconsiderar esse campo.

FLORIANÓPOLIS, 17 de Maio de 2019

Assinatura e identificação do responsável

Verifique a veracidade das informações usando o QRcode ao lado ou acessando o endereço web abaixo:

http://consultas.ima.sc.gov.br/licenca/certidao

O original deste documento é eletrônico e foi assinado utilizando Assinatura Digital IMA por Ivana Becker em 21/05/2019 14:18:13, conforme portaria FATMA Nº 135/2017.

Descrição da Atividade
Captura, coleta, transporte e destinação de Fauna, para Levantamento de Fauna na Área de Influência Direta (AID) da **PCH PORTÃO**, no município de São José do Cerrito, Santa Catarina.

Sítios Amostrais
*ictiofauna
Área 1 | 27°51.160'S 50° 4.919'O
Área 2 | 27°51.292'S 50° 8.551'O
Área 3 | 27°51.570'S 50° 9.370'O
Área 4 | 27°50.194"S 50°21.536'O
Área 5 | 27°51.591'S 50°28.571'O
Área 6 | 27°46.485'S 50°31.762'O
Área 7 | 27°43.867'S 50°33.927'O
Área 8 | 27°42.508'S 50°37.616'O
Área 9 | 27°40.397'S 50°43.385'O
Área 10 | 27°38.287'S 50°44.695'O
Área 11 | 27°37.259'S 50°45.433'O
Área 12 | 27°37.131'S 50°47.200'O

*armadilha Fyke net (*Phrynops williamsii*)
P1 | 27º51'5.52" 50º4'47.50"
P2 | 27º51'13.65" 50º8'14.51"
P3 | 27º51'30.77" 50º9'15.37"
P4 | 27º53'12.90" 50º21'17.10"
P5 | 27º51'28.98" 50º28'10.10"
P6 | 27º46'23.07" 50º31'39.96"
P7 | 27º43'28.80" 50º34'28.81"
P8 | 27º42'14.68" 50º37'2.28"
P9 | 27º40'37.24" 50º43'3.75"
P10 | 27º38'21.59" 50º44'12.67"
P11 | 27º37'34.98" 50º45'55.02"
P12 | 27º37'55.76" 50º47'22.98"

*redes de neblina
P1 | 27º51'5.41" 50º4'58.24"
P2 | 27º51'15.89" 50º8'24.02"
P3 | 27º51'35.56" 50º9'12.36"
P4 | 27º53'11.02" 50º21'20.90"
P5 | 27º51'39.78" 50º28'38.80"
P6 | 27º46'25.41" 50º31'38.83"
P7 | 27º43'49.77" 50º34'7.96"
P8 | 27º42'35.35" 50º37'41.19"
P9 | 27º40'23.15" 50º43'29.39"
P10 | 27º38'6.30" 50º44'44.90"
P11 | 27º37'30.84" 50º45'19.80"
P12 | 27º37'14.10" 50º47'5.00"

*Armadilha Shermann
P1 | 27º51'8.76" 50º4'57.09"
P2 | 27º51'11.00" 50º8'33.81"
P3 | 27º51'29.89" 50º9'18.61"
P4 | 27º53'9.37" 50º21'41.81"
P5 | 27º51'31.54" 50º28'31.02"
P6 | 27º46'20.28" 50º31'42.45"
P7 | 27º43'33.59" 50º34'19.59"
P8 | 27º42'28.39" 50º37'18.35"
P9 | 27º40'25.84" 50º43'18.61"
P10 | 27º38'1.92" 50º44'42.58"
P11 | 27º37'19.01" 50º45'21.23"
P12 | 27º37'15.02" 50º47'19.45"

*Armadilha Fotográfica
P1 | 27º51'6.81" 50º4'47.76"
P2 | 27º51'18.45" 50º8'21.73"
P3 | 27º51'24.16" 50º9'6.44"

O original deste documento é eletrônico e foi assinado utilizando Assinatura Digital IMA por Ivana Becker em 21/05/2019 14:18:13, conforme portaria FATMA Nº 135/2017.

P4 | 27º53'22.09" 50º21'32.95"
P5 | 27º51'49.01" 50º28'50.47"
P6 | 27º46'36.20" 50º31'40.76"
P7 | 27º43'25.30" 50º34'25.21"
P8 | 27º42'32.72" 50º37'53.29"
P9 | 27º40'23.06" 50º43'23.06"
P10 | 27º38'13.09" 50º44'32.04"
P11 | 27º37'11.44" 50º45'36.04"
P12 | 27º37'19.73" 50º47'23.40"

Petrechos / Metodologia
*capturas sazonais em 04 trechos na AID | campanha única nos outros 08 pontos

ICTIOFAUNA
- Redes de Espera:
I. 1,5 cm entre nós adjacentes; 12 m de comprimento; 1,50 m de altura; exposição: 12 horas/ponto
II. 2,5 cm entre nós adjacentes; 12 m de comprimento; 1,70 m de altura; exposição: 12 horas/ponto
III. 3,5 cm entre nós adjacentes; 20 m de comprimento; 1,70 m de altura; exposição: 12 horas/ponto
IV. 5,0 cm entre nós adjacentes; 20 m de comprimento; 1,70 m de altura; exposição: 12 horas/ponto
V. 7,0 cm entre nós adjacentes; 20 m de comprimento; 1,70 m de altura; exposição: 12 horas/ponto
- Tarrafa: 1,5 m entre nós adjacentes; 15 m de boca; 2,10 m de altura: esforço: 5 Arremessos/ponto
- Peneirão: 0,5 m entre nós adjacentes; esforço: 5 Passadas/ponto
- Espinhel: 20 anzóis; 30 metros de comprimento; exposição: 12 horas/ponto

*Indivíduos serão anestesiados com eugenol e posteriormente medidos, pesados e devolvidos nas proximidades onde foram capturados.

FITOPLÂNCTON E ZOOPLÂNCTON
- rede de plâncton: abertura de malha de 20µ; 06 arrastos junto à superfície; cada arrasto será realizado por 10 metros.

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS
- draga de sedimento: 03 subamostras de sedimentos/ponto amostral; rede de abertura de malha de 250 µm para lavagem posterior (laboratório)
- peneirão: em áreas rasas do rio e preferencialmente em ambientes de corredeira; feita em uma transecção de 5 m em cada ponto amostral, com 15 minutos de duração

AVIFAUNA
*amostragens trimestrais
- transectos com 1000 metros de perímetro em ambas as margens
- censo por transecto de varredura: observação direta (registro visual) e/ou vocalização (registro auditivo); ao amanhecer e ao anoitecer; esforço: 02 horas/transecto
- pontos de escuta: a cada 250 metros; 04 gravações/transecto em cada área de amostragem; 05 minutos/ponto; ao amanhecer e ao crepúsculo.

HERPETOFAUNA
- transecções próximas às margens dos cursos hídricos estudados
- busca ativa: 02 transc./área amostral (01 por margem; aprox. 1000 m de extensão cada); 02 dias/campanha; períodos de pico de calor e crepúsculo
- vestígios: caracteres reprodutivos (anfíbios)
- registro de animais mortos: por predação, atropelamento e/ou outras causas
- pontos de escuta: sítios reprodutivos; gravação de 10 min./ponto de escuta
- Procura Limitada por Tempo: 02 horas/ponto

*__especial cágado-rajado__, ***Phrynops williamsi***
- observação e contagem durante o tempo de duas horas/ponto de observação; procura por áreas de nidificação (locais serão georreferenciados e monitorados caso encontrados)
- armadilhas do tipo covo com barreira (fyke net): composto por um ou mais compartimentos (funnel trap) com uma barreira (rede guia) formada por uma rede com boias e pesos (chumbos); 04 unid. em cada uma das áreas; utilizada em águas rasas; revisão a cada 8 horas; exposição por um período de 2 dias/ponto/campanha.

O original deste documento é eletrônico e foi assinado utilizando Assinatura Digital IMA por Ivana Becker em 21/05/2019 14:18:13, conforme portaria FATMA Nº 135/2017.

MASTOFAUNA
*amostragens trimestrais
- Busca por vestígios: transecções lineares; 02 horas em cada margem por área amostral
- Busca ativa: percursos noturnos e diurnos com automóvel e lanternas; 02 horas/área amostral
- Armadilhamento fotográfico: 04 unidades/área amostral (02 em cada margem); isca atrativa (mistura de sardinha e frutas); esforço amostral por armadilha: 48 horas de esforço/armadilha por campanha amostral
- Redes de neblina: 02 redes de neblina/noite/área amostral, tamanho 9x3 metros e com 27 m²/rede; tempo de exposição: 02 horas/ponto; revisão a cada 30 minutos.
- Registros ocasionais: busca por animais eventualmente atropelados; rodovias e estradas vicinais
- Armadilhas Sherman: para captura de mamíferos de pequeno porte (e.g. roedores); 30 armadilhas/noite/área amostral.; revisões a cada 06 horas

Destinação do Material
Indivíduos capturados mortos e/ou de difícil identificação em campo (até 05 espécies) serão encaminhados aos cuidados do Sr. Prof. Dr. Rodrigo Fornel, coordenador do Museu Regional do Alto Uruguai (MuRAU) da Universidade Regional Integrada do Alto Rio Uruguai e das Missões (URI - campus Erechim/RS) para confirmação taxonômica e tombamento em Coleção Ictiológica, conforme Carta de Aceite apresentada no Projeto.

Condições específicas
a) Apresentar ao IMA/SC uma lista atualizada dos dados brutos de todos os espécimes registrados durante o monitoramento de fauna, incluindo a forma de registro, o local georreferenciado, habitat e data, bem como informação sobre o destino dos animais.
b) A captura, soltura, coleta e/ou transporte de animais só poderá(ão) ser realizada(s) pela equipe técnica designada no Processo referente a este Documento. Qualquer alteração na equipe ou metodologia deverá ser comunicada ao IMA/SC.
c) Os procedimentos de captura, contenção, marcação, soltura e coleta de espécime animal ou parte dele deverão estar de acordo com as normas estabelecidas na Resolução CFBio nº 301 de 8 de dezembro de 2012 e seu regulamento.
d) A eutanásia, quando necessária, deverá estar de acordo com os métodos recomendados na Resolução CFMV nº1000 de 11 de maio de 2012, sendo obrigatória a participação e/ou supervisão de médico veterinário (Art. 5º).
e) Só serão permitidos animais coletados para coleções científicas aqueles que forem encontrados mortos ou que sua identificação em campo não for possível.
f) Animais exóticos invasores capturados não deverão ser reintroduzidos (Resolução CFBio 301/2012, Art. 7º, §3º).
g) O projeto e sua execução são de inteira responsabilidade dos profissionais que apresentaram a ART, a qual deverá estar vigente durante o período de validade deste Documento.
h) As redes de espera deverão ser revisadas no mínimo a cada 12 horas e o espinhel a cada 8 horas. Os exemplares de peixes encontrados vivos e cuja identificação seja possível em campo deverão ser soltos no local de captura.
i) A respeito das espécies classificadas como VU, EN e CR no programa de fauna apresentado, dever-se-á considerar os PAN (Planos de Ação Nacionais de Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção), políticas públicas que identificam e orientam as ações prioritárias a fim de salvaguardá-las. Os PAN estão disponíveis on-line no site http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/planos-de-acao-nacional e seguem os ditames da Portaria MMA nº 43 de 31 de janeiro de 2014.
j) Dos exemplares que foram identificados até o nível de gênero que possuem espécies ameaçadas, solicita-se um esforço maior de identificação nos casos de captura. Uma vez identificada como ameaçada, seguir conforme indicado no item i destas Condicionantes.
k) Ressalta-se que não está autorizado o uso de produtos ou de agentes de processos físicos, químicos ou biológicos para o controle de *Limnoperna fortunei* (mexilhão-dourado), bem como de outras espécies, na área de influência do empreendimento, senão com autorização prévia deste Instituto e em atendimento ao disposto na Resolução CONAMA nº 467/2015.

Pontos Georeferenciados
Latitude: 6943393.97904 | Longitude: 522142.222635 (FCEI Nº 516493)

ESSA AUTORIZAÇÃO NÃO PERMITE

O original deste documento é eletrônico e foi assinado utilizando Assinatura Digital IMA por Ivana Becker em 21/05/2019 14:18:13, conforme portaria FATMA Nº 135/2017.

1. CAPTURA/COLETA/TRANSPORTE/SOLTURA DE ESPÉCIES EM ÁREA PARTICULAR SEM O CONSENTIMENTO DO PROPRIETÁRIO;
2. CAPTURA/COLETA/TRANSPORTE/SOLTURA DE ESPÉCIES EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS, ESTADUAIS, DISTRITAIS OU MUNICIPAIS, SALVO QUANDO ACOMPANHADAS DA ANUÊNCIA DO ÓRGÃO ADMINISTRADOR COMPETENTE;
3. COLETA/TRANSPORTE DE ESPÉCIES LISTADAS NA RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 02/2011, PORTARIAS MMA N° 444/2014 E Nº 445/2014 E ANEXOS CITES;
4. COLETA DE MATERIAL BIOLÓGICO POR TÉCNICOS NÃO LISTADOS NESTA; 5. EXPORTAÇÃO DE MATERIAL BIOLÓGICO;
5. ACESSO AO PATRIMÔNIO GENÉTICO, NOS TERMOS DA REGULAMENTAÇÃO CONSTANTE NA LEI Nº 13.123 DE 20 DE MAIO DE 2015.

O original deste documento é eletrônico e foi assinado utilizando Assinatura Digital IMA por Ivana Becker em 21/05/2019 14:18:13, conforme portaria FATMA Nº 135/2017.

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: **2020/07444**

CONTRATADO

2.Nome: OSVALDO ONGHERO JUNIOR		3.Registro no CRBio: 053504/03-D	
4.CPF: 008.568.549-64	5.E-mail: desenvolvergestaoambiental@gmail.com		6.Tel: (49)99927-2232
7.End.: 07 DE ABRIL 3489		8.Compl.: SALA 01	
9.Bairro: PARQUE JARDIM OURO	10.Cidade: OURO	11.UF: SC	12.CEP: 89663-000

CONTRATANTE

13.Nome: VILSON MARCOS TESTA			
14.Registro Profissional:	15.CPF / CGC / CNPJ: 303.187.930-91		
16.End.: RUA RUI BARBOSA - E 93			
17.Compl.: E	18.Bairro: CENTRO	19.Cidade: CHAPECO	
20.UF: SC	21.CEP: 89801-040	22.E-mail/Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;

24.Identificação : MEIO AMBIENTE: AVALIAÇÃO INTEGRADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAVEIRAS, RH 4, SANTA CATARINA.

25.Município de Realização do Trabalho: LAGES	26.UF: SC
27.Forma de participação: EQUIPE	28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS E AUXILIARES
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ciências morfológicas; Ecologia; Educação; Ética; Saúde Pública; Zoologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

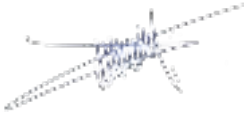
31.Descrição sumária : MEIO AMBIENTE: RESPONSÁVEL TÉCNICO E COORDENAÇÃO PELA ELABORAÇÃO E COMPOSIÇÃO DA AVALIAÇÃO INTEGRADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAVEIRAS, RH 4 - SANTA CATARINA, CONFORME DIRETRIZES DO DECRETO ESTADUAL Nº 365/2015. EMPRESA CONTRATADA: DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE, CNPJ: 19.335.965/0001-63.

32.Valor: R$ 10.000,00	33.Total de horas: 320	34.Início: MAI/2020	35.Término:

36. ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data:	Data:
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante



37. LOGO DO CRBio

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /	Assinatura do Profissional	
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / /	Assinatura do Profissional	
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 1442.1756.1756.1756

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: 2019/03199

CONTRATADO

2.Nome: OSVALDO ONGHERO JUNIOR		3.Registro no CRBio: 053504/03-D	
4.CPF: 008.568.549-64	5.E-mail: desenvolvimentoambiental@gmail.com		6.Tel: (49)9977-2232
7.End.: 07 DE ABRIL 3489		8.Compl.: SALA 01	
9.Bairro: PARQUE JARDIM OURO	10.Cidade: OURO	11.UF: SC	12.CEP: 89663-000

CONTRATANTE

13.Nome: VILSON MARCOS TESTA			
14.Registro Profissional:	15.CPF / CGC / CNPJ: 307.187.980-91		
16.End.: RUA RUI BARBOSA - E 93			
17.Compl.: AP 401	18.Bairro: CENTRO	19.Cidade: CHAPECO	
20.UF: SC	21.CEP: 89801040	22.E-mail/Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;

24.Identificação : COORDENAÇÃO DO LEVANTAMENTO DE FAUNA TERRESTRE E AQUÁTICA PARA COMPOR AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DO RIO CANOINHAS- RH 04, SANTA CATARINA.

25.Município de Realização do Trabalho: LAGES		26.UF: SC
27.Forma de participação: EQUIPE	28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS ESPECIALISTAS EM FAUNA AQUÁTICA E TERRESTRE	
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Educação; Saúde Pública; Zoologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	

31.Descrição sumária : COORDENAÇÃO DO LEVANTAMENTO DE FAUNA TERRESTRE E AQUÁTICA PARA COMPOR AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DO RIO CANOINHAS- RH 04, SANTA CATARINA.RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO LEVANTAMENTO DE ICTIOFAUNA E MACROFAUNA BENTÔNICA. ATENDIMENTO A 2a CL. DO EMPRESA CONTRATADA: OBSERVADOR- ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE, CNPJ: 13.373.902/0001-61

32.Valor: R$ 15.000,00	33.Total de horas: 228	34.Início: FEV/2019	35.Término: FEV/2020

36. ASSINATURAS	37. LOGO DO CRBio
Declaro serem verdadeiras as informações acima	
Data: Assinatura do Profissional: Desenvolver - Engenharia e Meio Ambiente Osvaldo Ongharo Júnior Diretor - CRBio 53504	Data: Assinatura e Carimbo do Contratante: Vilson M. Testa

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 1201.1829.1143.1456

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: **2019/03318**

CONTRATADO

2.Nome: JERRI ANDRE BERTO		3.Registro no CRBio: 063781/03-D	
4.CPF: 036.209.589-20	5.E-mail: jerri_berto@yahoo.com.br		6.Tel: (49)33242225
7.End.: LINDOLFO STANGLER 22		8.Compl.: APT 702	
9.Bairro: JARDIM ITALIA	10.Cidade: CHAPECO	11.UF: SC	12.CEP: 89814-050

CONTRATANTE

13.Nome: DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE		
14.Registro Profissional:	15.CPF / CGC / CNPJ: 19.335.965/0001-63	
16.End.: RUA SETE DE ABRIL 3489		
17.Compl.:	18.Bairro: PARQUE JARDIM OURO	19.Cidade: OURO
20.UF: SC / 21.CEP: 89663-000	22.E-mail/Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;

24.Identificação : MEIO AMBIENTE: LEVANTAMENTO DE FAUNA TERRESTRE E AQUÁTICA PARA COMPOR AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DO RIO CAVEIRAS - RH 04, SANTA CATARINA.

25.Município de Realização do Trabalho: LAGES	26.UF: SC
27.Forma de participação: EQUIPE	28.Perfil da equipe: BIOLOGOS E AUXILIARES
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ciências morfológicas; Ecologia; Educação; Ética; Zoologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

31.Descrição sumária : MEIO AMBIENTE: LEVANTAMENTO DE FAUNA TERRESTRE E AQUÁTICA PARA COMPOR AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DO RIO CAVEIRAS - RH 04, SANTA CATARINA.RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO LEVANTAMENTO DA MASTOFAUNA CONFORME DIRETRIZES DA IN 62 E PELA INTEGRALIZAÇÃO DO ESTUDO EM TELA. EMPRESA CONTRATADA: DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE: CNPJ 19.335.965/0001-63.

32.Valor: R$ 12.000,00	33.Total de horas: 840	34.Início: FEV/2019	35.Término:

36. ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data: 28-02-19
Assinatura do Profissional

Data: 28-02-19
Assinatura e Carimbo do Contratante

37. LOGO DO CRBio

CRBio-03

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /
Assinatura do Profissional

Data: / /
Assinatura e Carimbo do Contratante

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / /
Assinatura do Profissional

Data: / /
Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 8318.8632.9260.9573

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART **CREA-SC**

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

ART OBRA OU SERVIÇO

25 2020 **7374915-6**

Inicial

Individual

1. Responsável Técnico

ANA LEONORA BAZZI MENEGHINI

Título Profissional: Engenheira Sanitarista e Ambiental

RNP: 2518164863

Registro: 182078-8-SC

Empresa Contratada:

Registro:

2. Dados do Contrato

Contratante: DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

CPF/CNPJ: 19.335.965/0001-63

Endereço: Rua 7 de Abril

Nº: 3489

Complemento:

Bairro: Parque Jardim Ouro

Cidade: OURO

UF: SC

CEP: 89663-000

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R$ 2.500,00

Honorários:

Ação Institucional:

Contrato:

Celebrado em:

Vinculado à ART:

Tipo de Contratante:

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

CPF/CNPJ: 19.335.965/0001-63

Endereço: Rio Caveiras - SC

Nº: 3489

Complemento:

Bairro: Parque Jardim Ouro

Cidade: OURO

UF: SC

CEP: 89663-000

Data de Início: 15/06/2020

Data de Término: 15/12/2020

Coordenadas Geográficas:

Finalidade:

Código:

4. Atividade Técnica

Estudo	Avaliação			
Bacias Hidrográficas		Dimensão do Trabalho:	90,00	Hora(s)

5. Observações

Estudo dos Usos Consuntivos e Hidrografia da bacia do Rio Caveiras - SC, para composição da Avaliação Ambiental Hidrográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras - SC.

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Informações

. A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART em 15/06/2020: TAXA DA ART A PAGAR

Valor ART: R$ 88,78 | Data Vencimento: 25/06/2020 | Registrada em: 15/06/2020
Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número: 14000004000228227

. A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.

. A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

. Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

OURO - SC, 15 de Maio de 2020

ANA LEONORA BAZZI MENEGHINI

096.478.529-32

Contratante: DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

19.335.965/0001-63

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: **2020/07168**

CONTRATADO

2.Nome: FREDERICO MACHADO URBIM		3.Registro no CRBio: 088043/03-D	
4.CPF: 010.871.160-90	5.E-mail: urbim.fred@hotmail.com		6.Tel: (49)99119-6638
7.End.: JOSEFINA DALLA ROSA 563		8.Compl.: 13	
9.Bairro: PRESIDENTE VARGAS	10.Cidade: ERECHIM	11.UF: RS	12.CEP: 99714-170

CONTRATANTE

13.Nome: DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE			
14.Registro Profissional:	15.CPF / CGC / CNPJ: 19.335.965/0001-63		
16.End.: RUA SETE DE ABRIL 3489			
17.Compl.:	18.Bairro: PARQUE JARDIM OURO	19.Cidade: OURO	
20.UF: SC	21.CEP: 89563000	22.E mail/Site: desenvolvergestaoambiental@gmail.com	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;

24.Identificação : MEIO AMBIENTE: LEVANTAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E CLIMATOLOGIA PARA COMPOR A AVALIAÇÃO INTEGRADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAVEIRAS - RH04, SANTA CATARINA.

25.Município de Realização do Trabalho: LAGES — 26.UF: SC

27.Forma de participação: EQUIPE — 28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS E AUXILIARES

29.Área do Conhecimento: Ecologia; Ética; Informática; Microbiologia; — 30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

31.Descrição sumária : MEIO AMBIENTE: RESPONSAVEL TÉCNICO PELO LEVANTAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E CLIMATOLOGIA PARA COMPOR A AVALIAÇÃO INTEGRADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAVEIRAS - RH04, SANTA CATARINA.

32.Valor: R$ 7.000,00	33.Total de horas: 450	34.Início: MAI/2020	35.Término:

36. ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data:	Data:
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante
Frederico M Urbim	

37. LOGO DO CRBio

CRBio-03

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /	Assinatura do Profissional	
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / /	Assinatura do Profissional	
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 7275.7589.7589.7903

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Digitalizado com CamScanner

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART **CREA-SC**

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

ART OBRA OU SERVIÇO

25 2019 **7248881-7**

Inicial

Individual

1. Responsável Técnico

DAVI DE SOUZA SCHWEITZER

Título Profissional: Geógrafo

RNP: 2500263592

Registro: 076026-4-SC

Empresa Contratada:

Registro:

2. Dados do Contrato

Contratante: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente

CPF/CNPJ: 19.335.965/0001-63

Endereço: Rua Sete de Abril

Nº: 3489

Complemento:

Bairro: Parque Jardim Ouro

Cidade: OURO

UF: SC

CEP: 89663-000

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R$ 7.999,99

Honorários:

Ação Institucional:

Contrato:

Celebrado em:

Vinculado à ART:

Tipo de Contratante:

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: Itararé Energética S.A. (PCH Itararé)

CPF/CNPJ: 20.431.592/0001-03

Endereço: RODOVIA JOSE CARLOS DAUX

Nº: 500

Complemento: Sala 403 Torre I

Bairro: JOAO PAULO

Cidade: FLORIANOPOLIS

UF: SC

CEP: 88030-000

Data de Início: 12/12/2019

Data de Término: 12/05/2020

Coordenadas Geográficas:

Finalidade: Ambiental

Código:

4. Atividade Técnica

Supervisão

Orientação

Cartografia para mapeamento temático

Dimensão do Trabalho: 2.442,52 Quilômetro(s) Quadrado(s)

Supervisão

Geoprocessamento

Dimensão do Trabalho: 2.442,52 Quilômetro(s) Quadrado(s)

Estudo Impacto Ambiental

Planejamento e Gestão Territorial - sócio econômico

Dimensão do Trabalho: 2.442,52 Milhões de Metros Quadrados

Planejamento

Estudo Impacto Ambiental

Conservação de Recursos Naturais Renováveis

Dimensão do Trabalho: 2.442,52 Quilômetro(s) Quadrado(s)

Estudo

Estudo Impacto Ambiental

Biogeografia - fitogeografia

Dimensão do Trabalho: 2.442,52 Quilômetro(s) Quadrado(s)

Supervisão

Planejamento e Gestão Territorial - sócio econômico

Dimensão do Trabalho: 2.442,52 Milhões de Metros Quadrados

5. Observações

Participação técnica na Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras/SC. Supervisão das áreas de cartografia temática e socioeconomia; elaboração dos estudos de Ecologia da Paisagem.

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Informações

. A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART em 30/12/2019: TAXA DA ART A PAGAR

Valor ART: R$ 85,96 | Data Vencimento: 09/01/2020 | Registrada em:
Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:

. A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.

. A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

. Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANOPOLIS - SC, 30 de Dezembro de 2019

DAVI DE SOUZA SCHWEITZER

036.149.269-31

Contratante: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente

19.335.965/0001-63

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: **2019/03521**

CONTRATADO

2.Nome: MARIO ARTHUR FAVRETTO		3.Registro no CRBio: 075310/03-D	
4.CPF: 066.439.249-01	5.E-mail: marioarthur.favretto@hotmail.com		6.Tel: (49)9976-8873
7.End.: ALMIRANTE TAMANDARÉ 246		8.Compl.:	
9.Bairro: TOBIAS	10.Cidade: JOAÇABA	11.UF: SC	12.CEP: 89600-000

CONTRATANTE

13.Nome: DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE		
14.Registro Profissional:	15.CPF / CGC / CNPJ: 10.335.965/0001-63	
16.End.: RUA SETE DE ABRIL 3480		
17.Compl.:	18.Bairro: PARQUE JARDIM OURO	19.Cidade: OURO
20.UF: SC / 21.CEP: 89663-000	22.E-mail/Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizado(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;

24.Identificação : MEIO AMBIENTE: LEVANTAMENTO DE AVIFAUNA PARA COMPOR AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DO RIO CAVEIRAS - RH 04, SANTA CATARINA.

25.Município de Realização do Trabalho: LAGES	26.UF: SC
27.Forma de participação: EQUIPE	28.Perfil da equipe: BIOLOGOS
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

31.Descrição sumária : MEIO AMBIENTE: LEVANTAMENTO DE AVIFAUNA PARA COMPOR AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DO RIO CAVEIRAS - RH 04, SANTA CATARINA, CONFORME IN 62/IMA.

32.Valor: R$ 2.000,00	33.Total de horas: 150	34.Início: MAR/2019	35.Termino:

36. ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data: 06-03-19
Assinatura do Profissional

Data: 06-03-19
Assinatura e Carimbo do Contratante
Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente
Osvaldo Onghero Junior
Diretor - CPF/n.º 010.xxx.xxx-xx

37. LOGO DO CRBio

CRBio-03

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /
Assinatura do Profissional

Data: / /
Assinatura e Carimbo do Contratante

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / /
Assinatura do Profissional

Data: / /
Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 9072.1015.1329.1956

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: **2020/07652**

CONTRATADO

2.Nome: EVERTON RICHETTI		3.Registro no CRBio: 095335/03-D	
4.CPF: 066.350.149-00	5.E-mail: evertonrichetti@hotmail.com		6.Tel: (49)9965-9296
7.End.: LEOBERTO LEAL 874		8.Compl.: ESCRITORIO/OFICINA	
9.Bairro: SAO VICENTO	10.Cidade: HERVAL D'OESTE	11.UF: SC	12.CEP: 89610-000

CONTRATANTE

13.Nome: DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE			
14.Registro Profissional:	15.CPF / CGC / CNPJ: 19.335.965/0001-63		
16.End.: RUA 7 DE ABRIL 3489			
17.Compl.:	18.Bairro: PARQUE E JARDIM OURO	19.Cidade: OURO	
20.UF: SC	21.CEP: 89663-000	22.E-mail/Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas; Emissão de laudos e pareceres;

24.Identificação : VEGETAÇÃO - LEVANTAMENTO DA COBERTURA VEGETAL PARA COMPOSIÇÃO DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DO RIO CAVEIRAS, RH04 - SANTA CATARINA

25.Município de Realização do Trabalho: LAGES	26.UF: SC
27.Forma de participação: EQUIPE	28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

31.Descrição sumária : VEGETAÇÃO - LEVANTAMENTO DA COBERTURA VEGETAL (ARBÓREA, ARBUSTIVA, EPÍFITAS, MACRÓFITAS, REÓFITAS) PARA COMPOSIÇÃO DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DO RIO CAVEIRAS, RH04 - SANTA CATARINA

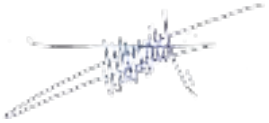
32.Valor: R$ 7.000,00	33.Total de horas: 200	34.Início: MAI/2020	35.Término: MAI/2020

36. ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data:	Data:
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante





37. LOGO DO CRBio

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 3543.3857.4171.4171

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: **2019/03321**

CONTRATADO

2.Nome: RAINER KEPPELER JUNIOR		3.Registro no CRBio: 110340/03-D	
4.CPF: 088.209.049-69	5.E-mail: desenvolvercoletas@gmail.com		6.Tel: (49)99109-1692
7.End.: JACOBE MAESTRI 192		8.Compl.: CASA	
9.Bairro: PARQUE JARDIM OURO	10.Cidade: OURO	11.UF: SC	12.CEP: 89663-000

CONTRATANTE

13.Nome: DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 19.335.965/0001-63	
16.End.: RUA SETE DE ABRIL 3489			
17.Compl.:	18.Bairro: PARQUE JARDIM OURO	19.Cidade: OURO	
20.UF: SC	21.CEP: 89663-000	22.E-mail/Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;

24.Identificação : MEIO AMBIENTE: LEVANTAMENTO DE FAUNA TERRESTRE E AQUÁTICA PARA COMPOR AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DO RIO CAVEIRAS - RH 04, SANTA CATARINA.

25.Município de Realização do Trabalho: LAGES	26.UF: SC
27.Forma de participação: EQUIPE	28.Perfil da equipe: BIÓLOGOS E AUXILIARES
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ciências morfológicas; Ecologia; Educação; Ética; Zoologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

31.Descrição sumária : MEIO AMBIENTE: LEVANTAMENTO DE FAUNA TERRESTRE E AQUÁTICA PARA COMPOR AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DO RIO CAVEIRAS - RH 04, SANTA CATARINA. RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO LEVANTAMENTO DE HERPETOFAUNA, FITO E ZOOPLÂNCTON CONFORME DIRETRIZES DA IN 62. EMPRESA CONTRATADA: DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE, CNPJ 19.335.965/0001-63.

32.Valor: R$ 12.000,00	33.Total de horas: 840	34.Início: FEV/2019	35.Término:

36. ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data: 28-02-19
Assinatura do Profissional

Data: 28-02-19
Assinatura e Carimbo do Contratante
Desenvolver - Engenharia e Meio Ambiente

37. LOGO DO CRBio

CRBio-03

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /
Assinatura do Profissional

Data: / /
Assinatura e Carimbo do Contratante

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / /
Assinatura do Profissional

Data: / /
Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 1380.1693.2321.2635

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART **CREA-SC**

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

ART OBRA OU SERVIÇO

25 2020 **7379723-0**

Inicial

Individual

1. Responsável Técnico

LAIS SARTORI

Título Profissional: Engenheira Sanitarista e Ambiental

RNP: 2518888241

Registro: 168302-0-SC

Empresa Contratada:

Registro:

2. Dados do Contrato

Contratante: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente

CPF/CNPJ: 19.335.965/0001-63

Endereço: Rua 7 de Abril

Nº: 3489

Complemento:

Bairro: Parque Jardim Ouro

Cidade: OURO

UF: SC

CEP: 89663-000

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R$ 2.500,00

Honorários:

Ação Institucional:

Contrato:

Celebrado em:

Vinculado à ART:

Tipo de Contratante:

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente

CPF/CNPJ: 19.335.965/0001-63

Endereço: Rio Caveiras/SC

Nº: 3489

Complemento:

Bairro: Parque Jardim Ouro

Cidade: OURO

UF: SC

CEP: 89663-000

Data de Início: 23/12/2019

Data de Término: 23/12/2020

Coordenadas Geográficas:

Finalidade:

Código:

4. Atividade Técnica

Elaboração

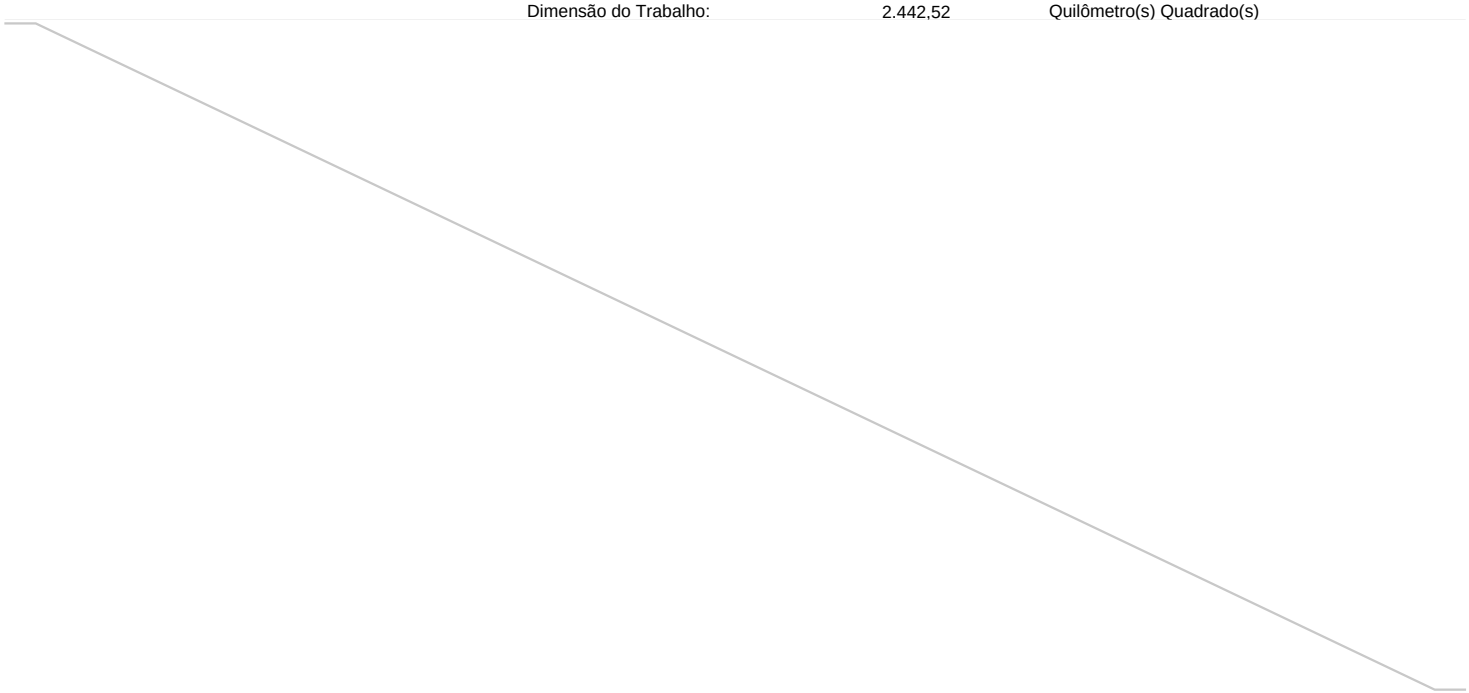
Geoprocessamento

Dimensão do Trabalho: 2.442,52 Quilômetro(s) Quadrado(s)

Estudo

Bacias Hidrográficas

Dimensão do Trabalho: 2.442,52 Quilômetro(s) Quadrado(s)



5. Observações

Estudo dos aproveitamentos hidrelétricos; cartografia; geoprocessamento e parte do meio físico da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Caveiras/SC

6. Declarações

. Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Informações

. A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa da ART em 20/05/2020: TAXA DA ART A PAGAR

Valor ART: R$ 88,78 | Data Vencimento: 01/06/2020 | Registrada em: 20/05/2020
Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número: 14002004000233420

. A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.

. A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

. Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

OURO - SC, 20 de Maio de 2020

LAIS SARTORI

098.344.069-75

Contratante: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente

19.335.965/0001-63

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

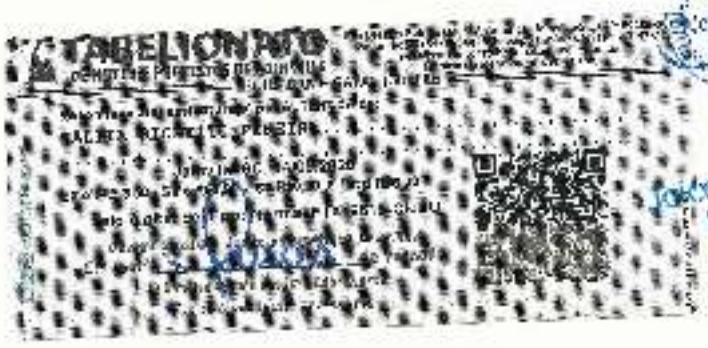
Eu, Talita Richetti Pereira, brasileira, casada, inscrita no RG sob o nº4.434.257, e CPF sob o nº 055.343.959-66, residente no município de Joinville/SC, Bacharel e Licenciada em História pela Universidade Regional de Blumenau-FURB, declaro de acordo com minhas atribuições profissionais e para fins de comprovação de capacidade técnica, que realizei estudo socioeconômico, englobando a elaboração do diagnóstico (dados primários e secundários), identificação de conflitos, análise multicritérios e finalização da Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, estado de Santa Catarina, de acordo com o Decreto Estadual/SC 365 de 10 de Setembro de 2015. Declaro ainda, que executei os trabalhos citados acima sobre a supervisão do Sr. Osvaldo Onghero Junior, biólogo responsável técnico da empresa Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente, inscrita no CNPJ sob o nº 19.335.965/0001-63, com sede na Rua Sete de Abril, 3489, bairro Parque Jardim Ouro- Ouro- SC, CEP: 89663-000.

Ouro, 14 de maio de 2020.

1º Tabelionato Joinville/SC

Talita Richetti Pereira

Historiadora-Meio Socioeconômico



Jaqueline Aline Sasso
Escrevente

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART **CREA-SC**

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

ART OBRA OU SERVIÇO

25 2020 **7374391-7**

Substituição de ART 7374365-8

Individual

1. Responsável Técnico

RODRIGO KERN

Título Profissional: Engenheiro Sanitarista e Ambiental

RNP: 2500694020

Registro: 079175-9-SC

Empresa Contratada: ESTELAR ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA

Registro: 089991-2-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente

CPF/CNPJ: 19.335.965/0001-63

Endereço: Rua 7 de Abril

Nº: 3489

Complemento:

Bairro: Parque Jardim Ouro

Cidade: OURO

UF: SC

CEP: 89663-000

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R$ 23.000,00

Honorários:

Ação Institucional:

Contrato:

Celebrado em:

Vinculado à ART:

Tipo do Contratante:

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente

CPF/CNPJ: 19.335.965/0001-63

Endereço: Rio Caveiras

Nº: s/n

Complemento:

Bairro: AREA RURAL DE LAGES

Cidade: LAGES

UF: SC

CEP: 88531-899

Data de Início: 01/03/2019

Data de Término: 14/05/2020

Coordenadas Geográficas:

Finalidade

Código:

4. Atividade Técnica

Análise	Diagnóstico Ambiental	Estudo Impacto Ambiental	Estudo	
Hidrologia				
	Dimensão do Trabalho:	2.411,91	Quilômetro(s) Quadrado(s)	
Análise	Diagnóstico Ambiental	Estudo Impacto Ambiental	Estudo	
Hidrografia - bacia hidrográfica				
	Dimensão do Trabalho:	2.411,91	Quilômetro(s) Quadrado(s)	
Análise	Estudo Impacto Ambiental	Estudo		
Modelagem de transporte de sedimentos em ambiente aquático				
	Dimensão do Trabalho:	2.411,91	Quilômetro(s) Quadrado(s)	
Análise	Estudo Impacto Ambiental	Estudo		
Sedimentação				
	Dimensão do Trabalho:	2.411,91	Quilômetro(s) Quadrado(s)	
Análise	Diagnóstico Ambiental	Estudo Impacto Ambiental	Estudo	
Hidrologia - Modelagem hidrológica				
	Dimensão do Trabalho:	2.411,91	Quilômetro(s) Quadrado(s)	
Análise	Estudo			
Qualidade/Caracteristica da Água				
	Dimensão do Trabalho:	12,00	Mês(es)	
Análise	Estudo Impacto Ambiental	Estudo		
Modelagem hidrodinâmica em ambiente aquático				
	Dimensão do Trabalho:	2.411,91	Quilômetro(s) Quadrado(s)	

5. Observações

Estudos de Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras/SC, referente: hidrologia, hidrossedimentologia, hidráulica, modelagem hidrodinâmica e de qualidade d'água. Bacia = 2.411,91 km².

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

ACE - 1

8. Informações

A ART é válida somente após o pagamento da taxa.

Situação do pagamento da taxa da ART em 14/05/2020: TAXA DA ART A PAGAR

Valor ART: R$ 233,94 | Data Vencimento: 25/05/2020 | Registrada em:

Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:

A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art

A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANÓPOLIS - SC, 14 de Maio de 2020

RODRIGO KERN

032.692.679-83

Contratante: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente

19.335.965/0001-63

Digitalizado com CamScanner

D E C L A R A Ç Ã O

Eu, Priscila Bogo Pessini, brasileira, portadora da célula de identidade nº 8097666484 e inscrita no CPF nº 027.582.650-36, no exercício da profissão de Engenheira Sanitarista e Ambiental, CREA/SC: 154721-7, declaro para os devidos fins de direito, que exerci participação na elaboração dos estudos de Modelagem Hidrodinâmica e Modelagem de Qualidade da Água dos Estudos de Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras/SC, com área de drenagem de 2.411,91 km². Foram desenvolvidas as atividades de análise, diagnóstico ambiental e estudo de impacto ambiental referente a estes estudos.

Florianópolis - SC, 14 de maio de 2020.



Priscila Bogo Pessini
CREA/SC: 154721-7

Ouro, 22 de abril de 2020

A

SEMASA- Secretaria Municipal de Águas e Saneamento.

Sr Jurandir Agostini

Secretário

DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE, pessoa jurídica de direito privado, com sede no município de Ouro, Santa Catarina, inscrita no CNPJ/MF sob o n°. 19.335.965-0001-63, vem por meio deste, informar sobre a realização dos estudos do meio físico, biótico e socioeconômico para compor a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, sendo esta, uma sub-bacia do Rio Canoas. O estudo está aberto a participação das instituições municipais, regionais e estaduais, de forma a compreender o real cenário desta bacia quanto aos usos, benefícios e conflitos atuais e futuros. A Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras atende as diretrizes estabelecidas na Lei nº 14.652/2009 que institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências, bem como o Decreto Estadual nº 365/2015 que regulamenta a referida lei.

Nestes termos,
Pede deferimento.

OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964

Digitally signed by OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=(EM BRANCO), ou=Autenticado por Ae Em Baixo Vale do Rio do Peixe, cn=OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964
Date: 2020.04.22 12:04:16 -03'00'

DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

CNPJ/MF sob o n.° 19.335.965-0001-63

Digitalizado com CamScanner

Ouro, 22 de abril de 2020

A

EPAGRI- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina- Florianópolis SC

Sra. Edilene Steinwandter

Diretora-Presidente

DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE, pessoa jurídica de direito privado, com sede no município de Ouro, Santa Catarina, inscrita no CNPJ/MF sob o n°. 19.335.965-0001-63, vem por meio deste, informar sobre a realização dos estudos do meio físico, biótico e socioeconômico para compor a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, sendo esta, uma sub-bacia do Rio Canoas. O estudo está aberto a participação das instituições municipais, regionais e estaduais, de forma a compreender o real cenário desta bacia quanto aos usos, benefícios e conflitos atuais e futuros. A Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras atende as diretrizes estabelecidas na Lei nº 14.652/2009 que institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências, bem como o Decreto Estadual nº 365/2015 que regulamenta a referida lei.

Nestes termos,
Pede deferimento.

OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964

Digitally signed by OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=(EM BRANCO), ou=Autenticado por Ao Em Balco Vale do Rio do Peixe, cn=OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964
Date: 2020.04.22 12:03:09 -03'00'

DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

CNPJ/MF sob o n.º 19.335.965-0001-63

Digitalizado com CamScanner

Ouro, 22 de abril de 2020

AO
Comitê do Rio Canoas

Sr. João Maria Teles de Souza
Presidente

DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE, pessoa jurídica de direito privado, com sede no município de Ouro, Santa Catarina, inscrita no CNPJ/MF sob o n°. 19.335.965-0001-63, vem por meio deste, informar sobre a realização dos estudos do meio físico, biótico e socioeconômico para compor a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, sendo esta, uma sub-bacia do Rio Canoas. O estudo está aberto a participação das instituições municipais, regionais e estaduais, de forma a compreender o real cenário desta bacia quanto aos usos, benefícios e conflitos atuais e futuros. A Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras atende as diretrizes estabelecidas na Lei nº 14.652/2009 que institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências, bem como o Decreto Estadual nº 365/2015 que regulamenta a referida lei.

Nestes termos,
Pede deferimento.

OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964

Digitally signed by OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A3, ou=EM BRANCO, ou=Autenticado por Active Valid Id Rondo Ativo, cn=OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964
Date: 2020.04.22 12:02:54 -03'00'

DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

CNPJ/MF sob o n.º 19.335.965-0001-63

Digitalizado com CamScanner

Ouro, 22 de abril de 2020

A

CIDASC- Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - Florianópolis SC

Sra. Luciane de Cássia Surdi

Presidente

DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE, pessoa jurídica de direito privado, com sede no município de Ouro, Santa Catarina, inscrita no CNPJ/MF sob o n°. 19.335.965-0001-63., vem por meio deste, informar sobre a realização dos estudos do meio físico, biótico e socioeconômico para compor a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, sendo esta, uma sub-bacia do Rio Canoas. O estudo está aberto a participação das instituições municipais, regionais e estaduais, de forma a compreender o real cenário desta bacia quanto aos usos, benefícios e conflitos atuais e futuros. A Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras atende as diretrizes estabelecidas na Lei nº 14.652/2009 que institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências, bem como o Decreto Estadual nº 365/2015 que regulamenta a referida lei.

Nestes termos,
Pede deferimento.

OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964

Digitally signed by OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=[EM BRANCO], ou=Autenticado por Ax Fm Bacia Vale do Rio do Peixe, cn=OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964
Date: 2020.04.22 12:01:09 -03'00'

DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

CNPJ/MF sob o n.º 19.335.965-0001-63

Digitalizado com CamScanner

Ouro, 22 de abril de 2020

A

CASAN- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

Sra. Roberta Maas dos Anjos

Diretora-Presidente

DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE, pessoa jurídica de direito privado, com sede no município de Ouro, Santa Catarina, inscrita no CNPJ/MF sob o n°. 19.335.965-0001-63, vem por meio deste, informar sobre a realização dos estudos do meio físico, biótico e socioeconômico para compor a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, sendo esta, uma sub-bacia do Rio Canoas. O estudo está aberto a participação das instituições municipais, regionais e estaduais, de forma a compreender o real cenário desta bacia quanto aos usos, benefícios e conflitos atuais e futuros. A Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras atende as diretrizes estabelecidas na Lei nº 14.652/2009 que institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências, bem como o Decreto Estadual nº 365/2015 que regulamenta a referida lei.

Nestes termos,
Pede deferimento.

OSVALDO ONGHERO JUNIOR:00856854964

DESENVOLVER ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE

CNPJ/MF sob o n.º 19.335.965-0001-63

Digitalizado com CamScanner

Gmail **Ana L. Meneghini <desenvolver.coletas1@gmail.com>**

Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras

Ana L. Meneghini <desenvolver.coletas1@gmail.com> 24 de abril de 2020 09:26
Para: gma@casan.com.br, pbarzan@casan.com.br
Cc: Desenvolver Gestão Ambiental e de Negócios <desenvolvergestaoambiental@gmail.com>

Prezado Senhor (a),

Viemos através deste informar sobre a realização dos estudos do meio físico, biótico e socioeconômico para compor a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, sendo esta, uma sub-bacia do Rio Canoas.

Salientamos que o estudo está aberto a participação das instituições municipais, regionais e estaduais, de forma a compreender o real cenário desta bacia quanto aos usos, benefícios e conflitos atuais e futuros.

Em anexo segue o Ofício para conhecimento e deferimento.

Colocamo-nos à disposição para maiores esclarecimentos.

Cordialmente,

--

desenvolver

Ana L. Meneghini
Gerência Operacional, Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente
(49) 3555-5940 | (49) 99905-7616 | desenvolver.coletas1@gmail.com
http://desenvolvermeioambiente.com.br/

Create your own WiseStamp email signature

Requerimento_AIBH_caveiras_casan ass.pdf
86K

Gmail **Ana L. Meneghini <desenvolver.coletas1@gmail.com>**

Fwd: Estudos Bacia Hidrográfico rio Caveiras

Lais Sartori <desenvolvergeo@gmail.com> 26 de maio de 2020 08:18
Para: Ana Meneghini <desenvolver.coletas1@gmail.com>

---------- Forwarded message ---------
De: **CRISTIANA MONDARDO** <cmondardo@casan.com.br>
Date: seg., 4 de mai. de 2020 às 14:39
Subject: Re: Estudos Bacia Hidrográfico rio Caveiras
To: desenvolvergeo <desenvolvergeo@gmail.com>

Boa tarde Lais, obrigada pelo retorno. Caso precisarem de informações da Casan, favor enviar e-mail para gma@casan.com.br

Estamos a disposição!
att

CRISTIANA MONDARDO
Chefe de Divisão
GMA/DIMAM
32215877 | cmondardo@casan.com.br
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN

De: "desenvolvergeo" <desenvolvergeo@gmail.com>
Para: "CRISTIANA MONDARDO" <cmondardo@casan.com.br>
Enviadas: Segunda-feira, 4 de maio de 2020 14:26:53
Assunto: Re: Estudos Bacia Hidrográfico rio Caveiras

Boa tarde Cristina,
O ofício foi encaminhado no intuito de informar sobre a realização do estudo que está ocorrendo e, caso haja alguma contribuição por parte da CASAN, estamos a disposição.

Att.
Lais Sartori

Em seg., 4 de mai. de 2020 às 12:29, CRISTIANA MONDARDO <cmondardo@casan.com.br> escreveu:

> Boa tarde, informe que recebi o ofício anexo, porém fiquei em dúvida em relação a participação da Casan nos estudos da BH do rio Caveiras, sendo assim fico no aguardo de um retorno da empresa com maiores esclarecimentos pra que possamos direcionar o email para o técnico responsável.
>
> att
>
> CRISTIANA MONDARDO
> Chefe de Divisão
> GMA/DIMAM
> 32215877 | cmondardo@casan.com.br
> Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN

Gmail **Ana L. Meneghini <desenvolver.coletas1@gmail.com>**

Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras

Ana L. Meneghini <desenvolver.coletas1@gmail.com> 24 de abril de 2020 09:22
Para: didag@cidasc.sc.gov.br
Cc: Desenvolver Gestão Ambiental e de Negócios <desenvolvergestaoambiental@gmail.com>

Prezado Senhor (a),

Viemos através deste informar sobre a realização dos estudos do meio físico, biótico e socioeconômico para compor a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, sendo esta, uma sub-bacia do Rio Canoas.

Salientamos que o estudo está aberto a participação das instituições municipais, regionais e estaduais, de forma a compreender o real cenário desta bacia quanto aos usos, benefícios e conflitos atuais e futuros.

Em anexo segue o Ofício para conhecimento e deferimento.

Colocamo-nos à disposição para maiores esclarecimentos.

Cordialmente,

--

desenvolver

Ana L. Meneghini
Gerência Operacional, Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente
(49) 3555-5940 | (49) 99905-7616 | desenvolver.coletas1@gmail.com
http://desenvolvermeioambiente.com.br/

Create your own WiseStamp email signature

Requerimento_AIBH_caveiras_cidasc ass.pdf
86K

Gmail **Ana L. Meneghini <desenvolver.coletas1@gmail.com>**

Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras

Ana L. Meneghini <desenvolver.coletas1@gmail.com> 24 de abril de 2020 09:21
Para: comitecanoas@gmail.com
Cc: Desenvolver Gestão Ambiental e de Negócios <desenvolvergestaoambiental@gmail.com>

Prezado Senhor (a),

Viemos através deste informar sobre a realização dos estudos do meio físico, biótico e socioeconômico para compor a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, sendo esta, uma sub-bacia do Rio Canoas.

Salientamos que o estudo está aberto a participação das instituições municipais, regionais e estaduais, de forma a compreender o real cenário desta bacia quanto aos usos, benefícios e conflitos atuais e futuros.

Em anexo segue o Ofício para conhecimento e deferimento.

Colocamo-nos à disposição para maiores esclarecimentos.

Cordialmente,

--

desenvolver
engenharia e meio ambiente

Ana L. Meneghini
Gerência Operacional, Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente
(49) 3555-5940 | (49) 99905-7616 | desenvolver.coletas1@gmail.com
http://desenvolvermeioambiente.com.br/

Create your own WiseStamp email signature

Requerimento_AIBH_caveiras_comitê ass.pdf
86K

D. H.

Correios SEDEX

PESO (kg) AR MP

Recebedor Entregue AO

Assinatura Documento

OD 34273631 5 BR

FORTIM

~~REMETENTE~~: Luiz Petroso

~~MUNICÍPIO~~. DESCONHECIDO

DESTINATÁRIO

Razão Social: Comitê do Rio Canoas
Sr. João Maria Teles de Souza
Endereço: Rua Lauro Muller, N° 15 – Centro
Curitibanos – SC
CEP: 89520000
Fone: (49) 3222-3740

AO REMETENTE





REMETENTE

Razão Social: Desenvolver Gestão Ambiental
CNPJ: 19.335.965/0001-63
Rua Sete de Abril, 3489 – Bairro Parque Jadim Ouro
Ouro – SC
CEP: 89663-000
Tel.: (49) 3555 – 5940

Gmail **Ana L. Meneghini <desenvolver.coletas1@gmail.com>**

Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras

Ana L. Meneghini <desenvolver.coletas1@gmail.com> 24 de abril de 2020 09:25
Para: fernandamota@epagri.sc.gov.br, ciran@epagri.sc.gov.br

Prezado Senhor (a),

Viemos através deste informar sobre a realização dos estudos do meio físico, biótico e socioeconômico para compor a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, sendo esta, uma sub-bacia do Rio Canoas.

Salientamos que o estudo está aberto a participação das instituições municipais, regionais e estaduais, de forma a compreender o real cenário desta bacia quanto aos usos, benefícios e conflitos atuais e futuros.

Em anexo segue o Ofício para conhecimento e deferimento.

Colocamo-nos à disposição para maiores esclarecimentos.

Cordialmente,

--

desenvolver
engenharia e meio ambiente

Ana L. Meneghini
Gerência Operacional, Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente
(49) 3555-5940 | (49) 99905-7616 | desenvolver.coletas1@gmail.com
http://desenvolvermeioambiente.com.br/

Create your own WiseStamp email signature

Requerimento_AIBH_caveiras_epagri ass.pdf
86K

Gmail **Ana L. Meneghini <desenvolver.coletas1@gmail.com>**

Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras

Ana L. Meneghini <desenvolver.coletas1@gmail.com> 24 de abril de 2020 09:28
Para: semasa@lages.sc.gov.br
Cc: Desenvolver Gestão Ambiental e de Negócios <desenvolvergestaoambiental@gmail.com>

Prezado Senhor (a),

Viemos através deste informar sobre a realização dos estudos do meio físico, biótico e socioeconômico para compor a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras, sendo esta, uma sub-bacia do Rio Canoas.

Salientamos que o estudo está aberto a participação das instituições municipais, regionais e estaduais, de forma a compreender o real cenário desta bacia quanto aos usos, benefícios e conflitos atuais e futuros.

Em anexo segue o Ofício para conhecimento e deferimento.

Colocamo-nos à disposição para maiores esclarecimentos.

Cordialmente,

--

desenvolver
engenharia e meio ambiente

Ana L. Meneghini
Gerência Operacional, Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente
(49) 3555-5940 | (49) 99905-7616 | desenvolver.coletas1@gmail.com
http://desenvolvermeioambiente.com.br/

Create your own WiseStamp email signature

Requerimento_AIBH_caveiras_semasa ass.pdf
85K

PREENCHER COM LETRA DE FORMA

AR

DESTINATÁRIO DO OBJETO / *DESTINATAIRE*

NOME OU RAZÃO SOCIAL DO DESTINATÁRIO DO OBJETO / *NOM OU RAISON SOCIALE DU DESTINATAIRE*

COMITE RIO CANOAS

ENDEREÇO / *ADRESSE*

RUA LAURO MULLER 15 CENTRO

CEP / *CODE POSTAL*	CIDADE / *LOCALITÉ*	UF	PAÍS / *PAYS*
89520-000	CURITIBANOS	SC	BRASIL

DECLARAÇÃO DE CONTEÚDO (SUJEITO À VERIFICAÇÃO) / *DISCRIMINACION*

NATUREZA DO ENVIO / *NATURE DE L'ENVOI*

- ☐ PRIORITÁRIA / *PRIORITAIRE*
- ☐ EMS
- ☐ SEGURADO / *VALEUR DÉCLARÉ*

ASSINATURA DO RECEBEDOR / *SIGNATURE DU RECEPTEUR*

Jaíce Didone

DATA DE RECEBIMENTO / *DATE DE LIVRAISON*

27/04/20

CARIMBO DE ENTREGA / *UNIDADE DE LIVRAISON* / *BUREAU DISTRIBUTEUR*

CDD CURITIBANOS
27 ABR 2020
SC

NOME LEGÍVEL DO RECEBEDOR / *NOM LISIBLE DU RECEPTEUR*

Inf. Prest. Simone Aris

Nº DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DO RECEBEDOR / ÓRGÃO EXPEDIDOR / *DOCUMENT D'IDENTIFICATION DU RECEPTEUR / ORGANISME EMETTEUR*

883677

RUBRICA E MATRÍCULA DO ATENDENTE / *SIGNATURE ET MATRICULE DE L'AGENT*

Simone J. Espagnol
Agente de Correio - Distr./Coleta
Matric.: 8.712.150-6

ENDEREÇO PARA DEVOLUÇÃO NO VERSO / *ADRESSE DE RETOUR DANS LE VERS*

Digitalizado com CamScanner



PREENCHER COM LETRA DE FORMA

AR

DESTINATÁRIO DO OBJETO / *DESTINATAIRE*

NOME OU RAZÃO SOCIAL DO DESTINATÁRIO DO OBJETO / *NOM OU RAISON SOCIALE DU DESTINATAIRE*

SEMASA

ENDEREÇO / *ADRESSE*

AV PRIMEIRO DE MAIO 370

CEP / *CODE POSTAL*	CIDADE / *LOCALITÉ*	UF	PAÍS / *PAYS*
88509-510	LAGES	SC	BRASIL

DECLARAÇÃO DE CONTEÚDO (SUJEITO À VERIFICAÇÃO) / *DISCRIMINACION*

NATUREZA DO ENVIO / *NATURE DE L'ENVOI*

- ☐ PRIORITÁRIA / *PRIORITAIRE*
- ☐ EMS
- ☐ SEGURADO / *VALEUR DÉCLARÉ*

ASSINATURA DO RECEBEDOR / *SIGNATURE DU RÉCEPTEUR*

INF DO CARTEIRO

DATA DE RECEBIMENTO / *DATE DE LIVRAISON*

27/04/20

CARIMBO DE ENTREGA

CDD LAGES

27 ABR 2020

NOME LEGÍVEL DO RECEBEDOR / *NOM LISIBLE DU RÉCEPTEUR*

VICMAR ZETTI

Nº DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DO RECEBEDOR / ÓRGÃO EXPEDIDOR

RUBRICA E MAT. DO EMPREGADO / *SIGNATURE DE L'AGENT*

Valdair da Silva Bernardo
Mat. 8705 816-1
Carteiro CDD LAGES
AC São José de Cerrito/SC

ENDEREÇO PARA DEVOLUÇÃO NO VERSO / *ADRESSE AU RETOUR DANS LE VERS*

7524202-0 FOLHA 1 / 1 114 x 180 mm

Digitalizado com CamScanner



AR

DESTINATÁRIO DO OBJETO / DESTINATAIRE

EPAGRI

RODOVIA ADMAR GONZAGA 1347 ITACORUBI

88034-901 | FLORIANOPOLIS | SC | BRASIL

NATUREZA DO ENVIO / NATURE DE L'ENVOI
PRIORITÁRIA / PRIORITAIRE
EMS
SEGURADO / VALEUR DÉCLARÉE

Valmir João Pereira
Ag. Op. Administrativo Nível 1
Mat. 3540-8
EPAGRI

DATA DE RECEBIMENTO
DATE DE LIVRAISON
27/4/20

CDD NORTE
27 ABR 2020
FPOLIS - SC

Osni M. Pires
Carteiro
Matr. 8.711.718-4

ENDEREÇO PARA DEVOLUÇÃO NO VERSO / ADRESSE DE RETOUR DANS LE VERS

Digitalizado com CamScanner

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16326.2019_Au_1_1 Rev_1

Este Relatório anula e substitui o relatório A_16326.2019_Au_1_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16326.2019_Au_1_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 01
Condições Climáticas: Nublado
Chuvas últimas 48 horas: Sim
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 04/10/2019 - 17:30
Data Recebimento: 05/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16326/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	34,2	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	1,00	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	1	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	392	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,18	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,55	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,000	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,10	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,001	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	170	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,180	± 0,001	mg PO4/L

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme FR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, FR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16326.2019_Au_1_1 Rev_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	9,4	-	-
pH (c)(PA1)	-	6,73	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	42	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	12	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	54	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)(PA1)	-	18,4	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	5,4	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	650	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	07/10/2019	07/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	07/10/2019	07/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	07/10/2019	07/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	07/10/2019	07/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	07/10/2019	07/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	07/10/2019	07/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	07/10/2019	07/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	08/10/2019	08/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	05/10/2019	11/10/2019

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, PPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, PPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16326.2019_Au_1_1 Rev_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	16/10/2019	16/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	07/10/2019	07/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	07/10/2019	07/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Bacillariophyta	*Fragilaria cappuccina*	-	34
2	Bacillariophyta	*Rhoicosphenia abbreviata*	-	11
3	Cyanobacteria	*Planktolyngbya sp.*	-	146
4	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	11
5	Bacillariophyta	*Oscilatoria sp.*	-	0
6	Bacillariophyta	*Surirella tenera*	-	0
7	Bacillariophyta	*Achnanthes sp.*	-	56
8	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	0
9	Chrysophyceae	*Mallomonas sp.*	-	0
10	Bacillariophyta	*Surirella linearis*	-	0
11	Bacillariophyta	*Amphora montana*	-	0
12	Bacillariophyta	*Nupela sp.*	-	22
13	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	0
14	Bacillariophyta	*Melosira varians*	-	0
15	Bacillariophyta	*Cymbella cornuta*	-	0

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16326.2019_Au_1_1 Rev_1

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
16	Bacillariophyta	*Amphipleura lindheimeri*	-	0
17	Bacillariophyta	*Navicula sp.*	-	56
18	Bacillariophyta	*Amphora sp.*	-	34
19	Zygnemaphyceae	*Spirogyra sp.*	-	0
20	Cyanobacteria	*Phormidium sp.*	-	0
21	Bacillariophyta	*Nitzschia palea*	-	11
22	Zygnemaphyceae	*Staurastrum sp.*	-	0
23	Bacillariophyta	*Fragilaria sp1.*	-	11
24	Zygnemaphyceae	*Closterium parvulum*	-	0
		Total	0	392

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
1	Testacea	*Arcella discoide*	100
2	Testacea	*Arcella vulgaris*	100
3	Rotifera	*Euchlanis dilatata*	50
4	Rotifera	*Lecane sp.*	100
5	Copepoda	*Náuplio de copepoda*	100
6	Rotifera	*Bdelloidea*	100
7	Diptera	*Cricotopus sp.*	50
8	Diptera	*Chaoborus sp.*	50
		Total	650

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Motivo da Revisão do Relatório de Ensaio: Retificado nomenclatura na tabela de **Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo).**
Reclamação / Sugestão Nº: 1238/2019

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16326.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme: FR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Swabs, FR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 008 Amostragem água p/ análise bacteriológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

(47) 3399-0432
freitag.com.br

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16327.2019_Au_2_1 Rev_1

Este Relatório anula e substitui o relatório A_16327.2019_Au_2_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16327.2019_Au_2_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 02
Condições Climáticas: Nublado
Chuvas últimas 48 horas: Sim
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 04/10/2019 - 16:00
Data Recebimento: 05/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 23/10/2019

Plano de Amostragem: A_16327/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	41,5	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	1,00	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	1	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	133	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,01	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,03	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,000	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,10	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,001	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	45	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,010	± 0,001	mg PO4/L

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme FR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, FR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 002 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16327.2019_Au_2_1 Rev_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	7,9	-	-
pH (c)(PA1)	-	7,90	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	60	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	5	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	60	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)(PA1)	-	18,4	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	2,7	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	2450	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	07/10/2019	07/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	07/10/2019	07/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	07/10/2019	07/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	07/10/2019	07/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	07/10/2019	07/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	07/10/2019	07/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	07/10/2019	07/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	09/10/2019	09/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	09/10/2019	09/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	09/10/2019	09/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	05/10/2019	11/10/2019

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragens conforme: PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragens de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragens água p/ análise biológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CRF/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16327.2019_Au_2_1 Rev_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	16/10/2019	16/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	07/10/2019	07/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	07/10/2019	07/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Bacillariophyta	*Melosira varians*	-	11
2	Bacillariophyta	*Achnanthes sp.*	-	34
3	Bacillariophyta	*Rhoicosphenia abbreviata*	-	11
4	Bacillariophyta	*Aulacoseira sp.*	-	0
5	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	0
6	Bacillariophyta	*Melosira sp.*	-	0
7	Chlorophyceae	*Acanthosphaera zachariasi*	-	0
8	Zygnemaphyceae	*Closterium parvulum*	-	0
9	Bacillariophyta	*Surirella linearis*	-	0
10	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	22
11	Bacillariophyta	*Diadesmis contenta*	-	0
12	Bacillariophyta	*Eunotia sp.*	-	11
13	Bacillariophyta	*Amphipleura lindheimeri*	-	0
14	Bacillariophyta	*Nupela sp.*	-	0
15	Bacillariophyta	*Nitzschia palea*	-	0

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise bacteriológica
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. (MS %) - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-0432
[illegible]
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16327.2019_Au_2_1 Rev_1

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
16	Bacillariophyta	*Fragilaria cappucina*	-	11
17	Bacillariophyta	*Ulnaria ulna*	-	0
18	Cyanobacteria	*Merismopedia glauca*	-	0
19	Chrysophyceae	*Mallomonas sp.*	-	0
20	Cyanobacteria	*Romeria victoriae*	-	0
21	Cyanobacteria	*Phormidium sp.*	-	0
22	Bacillariophyta	*Terpsinoë musica*	-	0
23	Bacillariophyta	*Girosygma sp.*	-	11
24	Bacillariophyta	*Aulacoseira ambigua*	-	0
25	Zygnemaphyceae	*Staurastrum sp.*	-	0
26	Bacillariophyta	*Amphora sp.*	-	0
27	Chlorophyceae	*Oocystis sp.*	-	22
		Total	0	133

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
1	Testacea	*Arcella discoide*	950
2	Rotifera	*Notholca sp.*	150
3	Testacea	*Arcella vulgaris*	700
4	Diptera	*Chaoborus sp.*	50
5	Diptera	*Cricotopus sp*	300
6	Rotifera	*Bdelloidea*	50
7	Copepoda	*Náuplio de copepoda*	250
		Total	2450

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Motivo da Revisão do Relatório de Ensaio: Retificado valores de Condutividade e OD.
Reclamação / Sugestão Nº: 1238/2019

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16327.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme FR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, FR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 082 Amostragem água p/ análise [illegible]
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relativa está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidt, 305 - Centro (Industrial Norte) Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16328.2019_Au_3_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16328.2019_Au_3_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 03
Condições Climáticas: Nublado
Chuvas últimas 48 horas: Sim
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 04/10/2019 - 14:30
Data Recebimento: 05/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16328/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	40,8	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	1,00	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	1	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	133	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,01	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,01	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,000	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,10	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,001	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	700	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,010	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	9,3	-	-
pH (c)(PA1)	-	6,74	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme: FR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, FR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16328.2019_Au_3_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	47	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	10	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	57	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	18,9	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	3,4	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	400	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	07/10/2019	07/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	07/10/2019	07/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	07/10/2019	07/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	07/10/2019	07/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	07/10/2019	07/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	07/10/2019	07/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	07/10/2019	07/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	09/10/2019	09/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	09/10/2019	09/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	09/10/2019	09/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	05/10/2019	11/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-0432
[illegible]
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16328.2019_Au_3_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	16/10/2019	16/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	07/10/2019	07/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	07/10/2019	07/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Bacillariophyta	*Melosira varians*	-	22
2	Bacillariophyta	*Achnanthes sp.*	-	11
3	Bacillariophyta	*Nupela sp.*	-	22
4	Bacillariophyta	*Eunotia sp.*	-	0
5	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	34
6	Bacillariophyta	*Surirella linearis*	-	0
7	Bacillariophyta	*Melosira sp.*	-	0
8	Bacillariophyta	*Rhoicosphenia abbreviata*	-	0
9	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	11
10	Bacillariophyta	*Diadesmis contenta*	-	0
11	Zygnemaphyceae	*Closterium parvulum*	-	0
12	Bacillariophyta	*Cymbella cornuta*	-	22
13	Chrysophyceae	*Synura sp.*	-	0
14	Bacillariophyta	*Amphora montana*	-	0
15	Euglenophyceae	*Euglena sp.*	-	0
16	Bacillariophyta	*Navicula sp.*	-	11
17	Cyanobacteria	*Merismopedia glauca*	-	0
18	Cyanobacteria	*Komvophoron sp.*	-	0
19	Bacillariophyta	*Surirella tenera*	-	0

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Hering, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16328.2019_Au_3_1

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
20	Bacillariophyta	*Terpsinoë musica*	-	0
21	Chlorophyceae	*Desmodesmus communis*	-	0
22	Bacillariophyta	*Ulnaria ulna*	-	0
23	Bacillariophyta	*Amphipleura lindheimeri*	-	0
24	Zygnemaphyceae	*Cosmarium sp.*	-	0
		Total	0	133

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
1	Rotifera	*Notholca sp.*	50
2	Diptera	*Cricotopus sp.*	100
3	Testacea	*Arcella vulgaris*	50
4	Testacea	*Arcella discoide*	100
5	Rotifera	*Bdelloidea*	50
6	Copepoda	*Acanthocyclops robustus*	50
		Total	400

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16328.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise biológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16329.2019_Au_4_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16329.2019_Au_4_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 04
Condições Climáticas: Chuva
Chuvas últimas 48 horas: Sim
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 04/10/2019 - 12:30
Data Recebimento: 05/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16329/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	42,3	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	1,00	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	1	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	100	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,01	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,01	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,000	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,10	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,001	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	78	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,010	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	6,7	-	-
pH (c)(PA1)	-	6,26	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-8432
[illegible]
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16329.2019_Au_4_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	47	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	5	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	47	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	19,3	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	3,7	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	1400	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	07/10/2019	07/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	07/10/2019	07/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	07/10/2019	07/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	07/10/2019	07/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	07/10/2019	07/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	07/10/2019	07/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	07/10/2019	07/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	09/10/2019	09/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	09/10/2019	09/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	09/10/2019	09/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	05/10/2019	11/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. *LQ - Limite de Quantificação*
Nota 03. *Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.*
Nota 04. *Procedimentos de Amostragens conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragens de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragens água p/ análise [illegible]*
Nota 05. *Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.*
Nota 06. *Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.*
Nota 07. *U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.*
Nota 08. *Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.*
Nota 09. *(*) Serviço subcontratado.*
Nota 10. *As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.*

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Hering, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16329.2019_Au_4_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	16/10/2019	16/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	07/10/2019	07/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	07/10/2019	07/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	11
2	Cyanobacteria	*Pseudanabaena sp.*	-	0
3	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	11
4	Bacillariophyta	*Melosira sp.*	-	22
5	Bacillariophyta	*Aulacoseira granulata*	-	11
6	Chlorophyceae	*Desmodesmus spinoso-aculeolatus*	-	0
7	Euglenophyceae	*Euglena caudata*	-	0
8	Chrysophyceae	*Synura sp.*	-	0
9	Bacillariophyta	*Fragilaria cappuccina*	-	0
10	Bacillariophyta	*Surirella linearis*	-	0
11	Chlorophyceae	*Acanthosphaera zachariasi*	-	0
12	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	34
13	Chlorophyceae	*Coelastrum sp.*	-	0
14	Zygnemaphyceae	*Closterium parvulum*	-	0
15	Bacillariophyta	*Surirella tenera*	-	0
16	Bacillariophyta	*Ulnaria ulna*	-	0
17	Bacillariophyta	*Cymbella sp.*	-	11
18	Zygnemaphyceae	*Cosmarium pyramidatum*	-	0
19	Zygnemaphyceae	*Sphaerozosma sp.*	-	0

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-0432
[illegible]
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CRF/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16329.2019_Au_4_1

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
		Total	0	100

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
1	Diptera	*Chaoborus sp.*	150
2	Testacea	*Arcella discoide*	200
3	Testacea	*Arcella vulgaris*	550
4	Rotifera	*Bdelloidea*	200
5	Rotifera	*Notholca sp.*	100
6	Copepoda	*Náuplio de copepoda*	100
7	Rotifera	*Kellicottia sp.*	50
8	Copepoda	*Acanthocyclops robustus*	50
		Total	1400

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16329.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16330.2019_Au_5_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16330.2019_Au_5_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 05
Condições Climáticas: Chuva
Chuvas últimas 48 horas: Sim
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 04/10/2019 - 10:45
Data Recebimento: 05/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16330/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	117,5	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	9,86	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	24	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	257	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,17	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,60	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,440	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,62	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,174	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	3,2	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	16000	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,170	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	0,1	-	-
pH (c)(PA1)	-	6,59	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme: PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi baixos
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16330.2019_Au_5_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	120	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	44	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	164	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	19,2	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	8,7	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	1150	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	07/10/2019	07/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	07/10/2019	07/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	07/10/2019	07/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	07/10/2019	07/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	07/10/2019	07/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	07/10/2019	07/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	07/10/2019	07/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	09/10/2019	09/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	09/10/2019	09/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	09/10/2019	09/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	05/10/2019	11/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-0432
[illegible]
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16330.2019_Au_5_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	16/10/2019	16/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	07/10/2019	07/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	07/10/2019	07/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	34
2	Bacillariophyta	*Achnanthes sp.*	-	22
3	Euglenophyceae	*Euglena caudata*	-	56
4	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	34
5	Bacillariophyta	*Sellaphora sp.*	-	0
6	Cyanobacteria	*Pseudanabaena sp.*	-	0
7	Cyanobacteria	*Phormidium sp.*	-	0
8	Bacillariophyta	*Surirella linearis*	-	0
9	Bacillariophyta	*Eunotia dydima*	-	22
10	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	56
11	Bacillariophyta	*Pennales sp.*	-	11
12	Zygnemaphyceae	*Closterium parvulum*	-	0
13	Bacillariophyta	*Diadesmis contenta*	-	0
14	Bacillariophyta	*Ulnaria ulna*	-	11
15	Cyanobacteria	*Oscillatoria sp.*	-	0
16	Bacillariophyta	*Aulacoseira sp.*	-	0
17	Cyanobacteria	*Lyngbya sp.*	-	0
18	Bacillariophyta	*Fragilaria cappuccina*	-	11
		Total	0	257

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. *LQ - Limite de Quantificação*
Nota 03. *Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.*
Nota 04. *Procedimentos de Amostragens conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragens de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragens água p/ análi[illegible]*
Nota 05. *Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.*
Nota 06. *Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.*
Nota 07. *LMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.*
Nota 08. *Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.*
Nota 09. *(*) Serviço subcontratado.*
Nota 10. *As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.*

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16330.2019_Au_5_1

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	**Organismos/m3**
1	Rotifera	*Bdelloidea*	1100
2	Rotifera	*Lecane sp.*	50
		Total	1150

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16330.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragens conforme FR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 077 Amostragens de Alimentos e Swabs, FR-Tb 072 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 082 Amostragens água p/ análise biológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16331.2019_Au_6_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16331.2019_Au_6_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 06
Condições Climáticas: Chuva
Chuvas últimas 48 horas: Sim
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 04/10/2019 - 09:00
Data Recebimento: 05/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16331/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	209,0	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	14,26	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	27	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	1321	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,53	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	1,77	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,560	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,27	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,023	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	4,7	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	6,4	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,7	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	16000	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,530	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	-1,8	-	-
pH (c)(PA1)	-	6,72	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme: FR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, FR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Hering, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16331.2019_Au_6_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	128	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	56	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	184	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	18,7	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	12,1	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	3100	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	07/10/2019	07/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	07/10/2019	07/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	07/10/2019	07/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	07/10/2019	07/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	07/10/2019	07/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	07/10/2019	07/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	07/10/2019	07/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	09/10/2019	09/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	09/10/2019	09/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	05/10/2019	11/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Hering, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16331.2019_Au_6_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	16/10/2019	16/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	04/10/2019	04/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	07/10/2019	07/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	07/10/2019	07/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Euglenophyceae	*Euglena sp.*	-	549
2	Cyanobacteria	*Oscilatoria sp.*	-	22
3	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	11
4	Zygnemaphyceae	*Closterium parvulum*	-	0
5	Cyanobacteria	*Lyngbya sp.*	-	0
6	Cyanobacteria	*Microcystis sp.*	-	0
7	Cyanobacteria	*Microcystis wesenbergii*	-	0
8	Cyanobacteria	*Pseudanabaena sp.*	-	0
9	Chlorophyceae	*Desmodesmus communis*	-	0
10	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	0
11	Bacillariophyta	*Achnanthes sp.*	-	34
12	Zygnemaphyceae	*Spirogyra sp.*	-	0
13	Euglenophyceae	*Euglena acus*	-	694
14	Cyanobacteria	*Phormidium sp.*	-	11
		Total	0	1321

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidt, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16331.2019_Au_6_1

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	**Organismos/m3**
1	Rotifera	*Bdelloidea*	2200
2	Testacea	*Arcella discoide*	650
3	Testacea	*Arcella vulgaris*	250
		Total	3100

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Recebimento da Amostra:
Durante o Recebimento da Amostra, houve a(s) seguinte(s) não conformidade(s) (lista a(s) não NCs). Os seguintes ensaios podem ter seus resultados influenciados por esta(s) não conformidade(s):
7 - O cliente enviou os frascos exatamente como descrito em 'Tipo de Frasco / Volume'?
Não
Preservação feita em bancada

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16331.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme FR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, FR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16332.2019_Au_7_1 Rev_1

Este Relatório anula e substitui o relatório A_16332.2019_Au_7_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16332.2019_Au_7_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 07
Condições Climáticas: Nublado
Chuvas últimas 48 horas: Sim
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 03/10/2019 - 17:40
Data Recebimento: 04/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16332/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	133,2	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	1,00	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	1	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	191	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,40	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	1,23	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,360	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	2,29	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,279	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	2,4	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	170	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,400	± 0,001	mg PO4/L

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme: FR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, FR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 002 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Hoepcke, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16332.2019_Au_7_1 Rev_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	2,8	-	-
pH (c)(PA1)	-	6,60	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	17	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	133	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	150	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)(PA1)	-	19,5	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	1,8	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	4700	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	05/10/2019	05/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	05/10/2019	05/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	05/10/2019	05/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	04/10/2019	04/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	04/10/2019	04/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	05/10/2019	05/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	05/10/2019	05/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	08/10/2019	08/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	04/10/2019	08/10/2019

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Hering, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16332.2019_Au_7_1 Rev_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	16/10/2019	16/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	05/10/2019	05/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	04/10/2019	04/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	11
2	Zygnemaphyceae	*Closterium parvulum*	-	0
3	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	22
4	Bacillariophyta	*Melosira varians*	-	0
5	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	34
6	Chlorophyceae	*Desmodesmus brasiliensis*	-	0
7	Bacillariophyta	*Ulnaria ulna*	-	11
8	Bacillariophyta	*Diadesmis contenta*	-	0
9	Bacillariophyta	*Terpsinoë musica*	-	0
10	Bacillariophyta	*Rhoicosphenia abbreviata*	-	34
11	Chlorophyceae	*Oocystis sp.*	-	0
12	Bacillariophyta	*Achnanthes sp.*	-	46
13	Bacillariophyta	*Cymbella cornuta*	-	0
14	Bacillariophyta	*Eunotia bilunaris*	-	0
15	Bacillariophyta	*Nitzschia palea*	-	11

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragens conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragens de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relativa está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-8432
[illegible]
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16332.2019_Au_7_1 Rev_1

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
16	Bacillariophyta	*Achnanthidium exiggum*	-	0
17	Bacillariophyta	*Eunotia dydima*	-	0
18	Chlorophyceae	*Desmodesmus communis*	-	11
19	Bacillariophyta	*Surirella tenera*	-	0
20	Chrysophyceae	*Mallomonas sp.*	-	0
21	Bacillariophyta	*Orthoseira sp.*	-	11
22	Chlorophyceae	*Monoraphydium contortum*	-	0
23	Zygnemaphyceae	*Cosmarium piramydatum*	-	0
24	Cyanobacteria	*Phormidium sp.*	-	0
25	Bacillariophyta	*Amphipleura lindheimeri*	-	0
26	Cyanobacteria	*Aphanocapsa sp.*	-	0
		Total	0	191

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	**Organismos/m3**
1	Diptera	*Cricotopus sp.*	550
2	Testacea	*Arcella vulgaris*	1300
3	Rotifera	*Keratella cochlearis*	200
4	Rotifera	*Bdelloidea*	150
5	Cladocera	*Leydigia cf. striata*	50
6	Testacea	*Arcella discoide*	600
7	Copepoda	*Náuplio de copepoda*	1600
8	Rotifera	*Notholca sp.*	200
9	Cladocera	*Bosmina cf. longirostris*	50
		Total	4700

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Motivo da Revisão do Relatório de Ensaio: Retificado nomenclatura na tabela **Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)**
Reclamação / Sugestão Nº: 1238/2019

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16332.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise [illegible]
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relativa está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidt, 305 - Centro - Ouro/SC - CEP: 89163-000
(47) 3369-8492
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16333.2019_Au_8_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16333.2019_Au_8_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 08
Condições Climáticas: Chuva
Chuvas últimas 48 horas: Não
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 03/10/2019 - 14:30
Data Recebimento: 04/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16333/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	79,3	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	9,42	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	17	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	584	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,16	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,49	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,240	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	1,74	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,114	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	170	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,160	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	11,6	-	-
pH (c)(PA1)	-	6,9	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme: PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheffer, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16333.2019_Au_8_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	50	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	5	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	50	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	21,6	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	12,0	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	1800	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	05/10/2019	05/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	05/10/2019	05/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	05/10/2019	05/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	04/10/2019	04/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	04/10/2019	04/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	05/10/2019	05/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	05/10/2019	05/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	08/10/2019	08/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	04/10/2019	08/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise de metais.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Hering, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16333.2019_Au_8_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	16/10/2019	16/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	05/10/2019	05/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	04/10/2019	04/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	493
2	Chlorophyceae	*Sphaerocystis sp.*	-	0
3	Bacillariophyta	*Aulacoseira sp.*	-	34
4	Chlorophyceae	*Desmodesmus communis*	-	0
5	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	22
6	Chlorophyceae	*Desmodesmus brasiliensis*	-	11
7	Chlorophyceae	*Oocystis sp.*	-	0
8	Bacillariophyta	*Aulacoseira ambigua*	-	24
		Total	0	584

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
1	Rotifera	*Euchlanis sp.*	500

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 062 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16333.2019_Au_8_1

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	**Organismos/m3**
2	Cladocera	*Simocephalus daphnoides*	200
3	Testacea	*Arcella discoide*	50
4	Copepoda	*Náuplio de copepoda*	550
5	Rotifera	*Brachionus plicatilis*	150
6	Rotifera	*Notholca sp.*	100
7	Cladocera	*Bosminopsis deitersi*	100
8	Copepoda	*Simocephalus daphnoides*	50
9	Copepoda	*Notodiaptomus fimbriatus*	50
10	Rotifera	*Brachionus falcatus*	50
		Total	1800

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16333.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi baixos.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16334.2019_Au_9_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16334.2019_Au_9_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 09
Condições Climáticas: Nublado
Chuvas últimas 48 horas: Não
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 02/10/2019 - 19:00
Data Recebimento: 03/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16334/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	76,9	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	1,00	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	1	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	1008	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,01	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,01	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,000	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,22	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,023	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	<1,1	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,010	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	11,8	-	-
pH (c)(PA1)	-	9,23	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidt, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16334.2019_Au_9_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	60	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	33	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	93	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	20,3	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	13,8	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	650	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	04/10/2019	04/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	04/10/2019	04/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	04/10/2019	04/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	03/10/2019	03/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	03/10/2019	03/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	04/10/2019	04/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	05/10/2019	05/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	08/10/2019	08/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	03/10/2019	05/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidt, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16334.2019_Au_9_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	15/10/2019	15/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	15/10/2019	15/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	15/10/2019	15/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	04/10/2019	04/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	03/10/2019	03/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	941
2	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	11
3	Bacillariophyta	*Aulacoseira ambigua*	-	34
4	Bacillariophyta	*Aulacoseira granulata*	-	11
5	Bacillariophyta	*Nupela sp.*	-	11
6	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	0
7	Chlorophyceae	*Oocystis sp.*	-	0
8	Bacillariophyta	*Pennales sp.*	-	0
		Total	0	1008

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
1	Rotifera	*Euchlanis sp.*	350

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragens conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragens de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragens água p/ análise bacteriológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16334.2019_Au_9_1

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	**Organismos/m3**
2	Rotifera	*Notholca sp.*	50
3	Copepoda	*Náuplio de copepoda*	50
4	Copepoda	*Acanthocyclops robustus*	100
5	Cladocera	*Simocephalus daphnoides*	50
6	Copepoda	*Notodiaptomus incompositus*	50
		Total	650

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Recebimento da Amostra:
Durante o Recebimento da Amostra, houve a(s) seguinte(s) não conformidade(s) (lista a(s) não NCs). Os seguintes ensaios podem ter seus resultados influenciados por esta(s) não conformidade(s):
7 - O cliente enviou os frascos exatamente como descrito em 'Tipo de Frasco / Volume'?
Não
Preservação feita em bancada

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16334.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragens de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise bacteriológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. (MS %) - Incerteza expandida relativa está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidt, 305 - Centro - Ouro/SC - CEP: 89.663-000
(47) 3369-8492
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16335.2019_Au_10_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16335.2019_Au_10_1

Matriz: Água Bruta

Ponto Amostragem: Ponto 10

Condições Climáticas: Chuva
Chuvas últimas 48 horas: Sim
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: Cliente: -
Data Amostragem: 03/10/2019 - 16:00
Data Recebimento: 04/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16335/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	68,8	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	1,00	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	1	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	358	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,10	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,31	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,000	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,10	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,014	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	20	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,100	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	9,6	-	-
pH (c)(PA1)	-	7,07	-	-

Nota 01. SNEWM - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme: FR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, FR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16335.2019_Au_10_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	57	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	3	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	60	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	21,7	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	6,3	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	600	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	05/10/2019	05/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	05/10/2019	05/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	05/10/2019	05/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	04/10/2019	04/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	04/10/2019	04/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	05/10/2019	05/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	05/10/2019	05/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	08/10/2019	08/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	04/10/2019	08/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. *LQ - Limite de Quantificação*
Nota 03. *Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.*
Nota 04. *Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise [illegible]*
Nota 05. *Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.*
Nota 06. *Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.*
Nota 07. *U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.*
Nota 08. *Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.*
Nota 09. *(*) Serviço subcontratado.*
Nota 10. *As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.*

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Schaefer, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16335.2019_Au_10_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	16/10/2019	16/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	05/10/2019	05/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	04/10/2019	04/10/2019

Os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	201
2	Bacillariophyta	*Aulacoseira granulata*	-	22
3	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	34
4	Bacillariophyta	*Pennales sp.*	-	0
5	Chlorophyceae	*Sphaerocystis sp.*	-	0
6	Bacillariophyta	*Surirella sp.*	-	0
7	Bacillariophyta	*Cymbella sp.*	-	0
8	Chlorophyceae	*Desmodesmus sp.*	-	0
9	Bacillariophyta	*Amphora montana*	-	0
10	Bacillariophyta	*Rhoicosphenia abbreviata*	-	34
11	Zygnemaphyceae	*Xanthidium sp.*	-	0
12	Chlorophyceae	*Desmodesmus communis*	-	0
13	Bacillariophyta	*Sellaphora sp.*	-	0
14	Bacillariophyta	*Surirella tenera*	-	0
15	Bacillariophyta	*Nitzschia sp.*	-	11
16	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	22
17	Cyanobacteria	*Aphanocapsa sp.*	-	0

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise biológica
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidt, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16335.2019_Au_10_1

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	**nº Células**	**nº Indivíduos**
18	Bacillariophyta	*Gomphonema turris*	-	34
		Total	0	358

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	**Organismos/m3**
1	Rotifera	*Bdelloidea*	200
2	Rotifera	*Notholca sp.*	200
3	Rotifera	*Lecane sp.*	50
4	Rotifera	*Euchlanis sp.*	150
		Total	600

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16335.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise bacteriológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16336.2019_Au_11_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16336.2019_Au_11_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 11
Condições Climáticas: Chuva
Chuvas últimas 48 horas: Sim
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 03/10/2019 - 09:45
Data Recebimento: 04/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16336/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	74,9	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	5,38	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	20	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	684	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,03	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,09	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,070	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,43	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,025	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	110	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,030	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	7,2	-	-
pH (c)(PA1)	-	7,95	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidt, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16336.2019_Au_11_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	72	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	20	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	92	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	20,1	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	9,8	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	<1	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	05/10/2019	05/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	05/10/2019	05/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	05/10/2019	05/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	04/10/2019	04/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	04/10/2019	04/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	05/10/2019	05/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	09/10/2019	09/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	09/10/2019	09/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	09/10/2019	09/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	04/10/2019	08/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragens conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragens de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragens água p/ análise biológica
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16336.2019_Au_11_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	16/10/2019	16/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	05/10/2019	05/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	04/10/2019	04/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	594
2	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	34
3	Bacillariophyta	*Aulacoseira sp.*	-	34
4	Bacillariophyta	*Aulacoseira ambigua*	-	0
5	Bacillariophyta	*Nupela sp.*	-	0
6	Bacillariophyta	*Navicula sp.*	-	0
7	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	22
		Total	0	684

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise bacteriológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CRF/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16336.2019_Au_11_1

Código Ordem Serviço: A_16336.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. *SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. *LQ - Limite de Quantificação*
Nota 03. *Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.*
Nota 04. *Procedimentos de Amostragens conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragens de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragens água p/ análise biológica.*
Nota 05. *Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.*
Nota 06. *Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.*
Nota 07. *LMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.*
Nota 08. *Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.*
Nota 09. *(*) Serviço subcontratado.*
Nota 10. *As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.*

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16337.2019_Au_12_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16337.2019_Au_12_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 12
Condições Climáticas: Chuva
Chuvas últimas 48 horas: Sim
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 03/10/2019 - 11:10
Data Recebimento: 04/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16337/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	72,9	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	6,44	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	30	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	907	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,09	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,27	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,100	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,64	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,029	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	2,3	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	<1,1	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,090	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	8,1	-	-
pH (c)(PA1)	-	7,29	-	-

Nota 01. SNEWM - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-8432
[illegible]
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16337.2019_Au_12_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	74	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	12	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	86	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	20,7	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	12,2	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	800	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	05/10/2019	05/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	05/10/2019	05/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	05/10/2019	05/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	04/10/2019	04/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	04/10/2019	04/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	05/10/2019	05/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	05/10/2019	05/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	08/10/2019	08/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	04/10/2019	08/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. *LQ - Limite de Quantificação*
Nota 03. *Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.*
Nota 04. *Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise [illegible]*
Nota 05. *Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.*
Nota 06. *Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.*
Nota 07. *U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.*
Nota 08. *Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.*
Nota 09. *(*) Serviço subcontratado.*
Nota 10. *As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.*

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-0432
[illegible]
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CRF/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16337.2019_Au_12_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	16/10/2019	16/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	16/10/2019	16/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	03/10/2019	03/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	05/10/2019	05/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	04/10/2019	04/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	829
2	Bacillariophyta	*Diadesmis contenta*	-	11
3	Bacillariophyta	*Nupela sp.*	-	22
4	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	34
5	Bacillariophyta	*Aulacoseira ambigua*	-	0
6	Bacillariophyta	*Sellaphora sp.*	-	0
7	Bacillariophyta	*Aulacoseira sp.*	-	11
		Total	0	907

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
1	Rotifera	*Brachionus plicatilis*	100

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise [illegible]
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-0432
[illegible]
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16337.2019_Au_12_1

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	**Organismos/m3**
2	Copepoda	*Náuplio de copepoda*	100
3	Rotifera	*Euchlanis sp.*	400
4	Copepoda	*Paracyclops fimbriatus*	100
5	Cladocera	*Simocephalus daphnoides*	100
		Total	800

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16337.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag ao lado.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragem realizada pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16338.2019_Au_13_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16338.2019_Au_13_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 13
Condições Climáticas: Nublado
Chuvas últimas 48 horas: Não
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 02/10/2019 - 17:00
Data Recebimento: 03/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16338/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	74,7	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	11,64	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	27	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	2464	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,01	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,01	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,060	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,10	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,018	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	20	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,010	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	13,6	-	-
pH (c)(PA1)	-	8,57	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16338.2019_Au_13_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	42	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	64	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	106	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	21,3	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	19,1	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	2150	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	04/10/2019	04/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	04/10/2019	04/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	04/10/2019	04/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	03/10/2019	03/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	03/10/2019	03/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	04/10/2019	04/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	05/10/2019	05/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	08/10/2019	08/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	03/10/2019	10/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Hoepcke, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CRF/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16338.2019_Au_13_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	15/10/2019	15/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	15/10/2019	15/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	15/10/2019	15/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	04/10/2019	04/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	03/10/2019	03/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	2408
2	Chlorophyceae	*Desmodesmus communis*	-	22
3	Bacillariophyta	*Melosira sp.*	-	0
4	Chlorophyceae	*Desmodesmus armatus var. bicaudatus*	-	34
5	Bacillariophyta	*Nupela sp.*	-	0
6	Chlorophyceae	*Oocystis sp.*	-	0
		Total	0	2464

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
1	Rotifera	*Notholca sp.*	50
2	Rotifera	*Euchlanis sp.*	1750

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragens conforme: FR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 007 Amostragens de Alimentos e Swabs, FR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 062 Amostragens água p/ análise biológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-0432
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CRF/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16338.2019_Au_13_1

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	**Organismos/m3**
3	Rotifera	*Brachionus plicatilis*	150
4	Rotifera	*Brachionus falcatus*	50
5	Rotifera	*Keratella cochlearis*	150
		Total	2150

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Recebimento da Amostra:
Durante o Recebimento da Amostra, houve a(s) seguinte(s) não conformidade(s) (lista a(s) não NCs). Os seguintes ensaios podem ter seus resultados influenciados por esta(s) não conformidade(s):
7 - O cliente enviou os frascos exatamente como descrito em 'Tipo de Frasco / Volume'?
Não
Preservação feita em bancada

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16338.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise [illegible]
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Schaefer, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16339.2019_Au_14_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16339.2019_Au_14_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 14
Condições Climáticas: Nublado
Chuvas últimas 48 horas: Não
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 02/10/2019 - 14:50
Data Recebimento: 03/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16339/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	71,6	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	1,00	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	1	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	346	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,05	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,15	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,000	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,10	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,010	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	45	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,050	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	8,3	-	-
pH (c)(PA1)	-	7,26	-	-

Nota 01. SNEWM - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme: FR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, FR-Tb 072 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheffer, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16339.2019_Au_14_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	46	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	46	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	92	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	22,3	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	13,4	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	4500	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	04/10/2019	04/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	04/10/2019	04/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	04/10/2019	04/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	03/10/2019	03/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	03/10/2019	03/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	04/10/2019	04/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	05/10/2019	05/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	08/10/2019	08/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	03/10/2019	07/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. *LQ - Limite de Quantificação*
Nota 03. *Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.*
Nota 04. *Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica.*
Nota 05. *Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.*
Nota 06. *Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.*
Nota 07. *U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.*
Nota 08. *Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.*
Nota 09. *(*) Serviço subcontratado.*
Nota 10. *As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.*

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Hoepcke, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16339.2019_Au_14_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	15/10/2019	15/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	15/10/2019	15/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	15/10/2019	15/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	04/10/2019	04/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	03/10/2019	03/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	280
2	Chlorophyceae	*Desmidesmus communis*	-	22
3	Chlorophyceae	*Desmodesmus armatus var. bicaudatus*	-	22
4	Bacillariophyta	*Navicula sp.*	-	0
5	Bacillariophyta	*Nupela sp.*	-	0
6	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	22
7	Bacillariophyta	*Melosira sp.*	-	0
		Total	0	346

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
1	Rotifera	*Notholca sp.*	700

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise bacteriológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. LMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16339.2019_Au_14_1

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	**Organismos/m3**
2	Rotifera	*Euchlanis sp.*	3350
3	Rotifera	*Keratella cochlearis*	50
4	Testacea	*Arcella discoide*	150
5	Rotifera	*Brachionus plicatilis*	50
6	Copepoda	*Náuplio de copepoda*	150
7	Copepoda	*Acanthocyclops robustus*	50
		Total	4500

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Recebimento da Amostra:
Durante o Recebimento da Amostra, houve a(s) seguinte(s) não conformidade(s) (lista a(s) não NCs). Os seguintes ensaios podem ter seus resultados influenciados por esta(s) não conformidade(s):
7 - O cliente enviou os frascos exatamente como descrito em 'Tipo de Frasco / Volume'?
Não
Preservação feita em bancada

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16339.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. LMS % - Incerteza expandida relativa está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16340.2019_Au_15_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16340.2019_Au_15_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 15
Condições Climáticas: Nublado
Chuvas últimas 48 horas: Não
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 02/10/2019 - 12:00
Data Recebimento: 03/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16340/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	71,2	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	1,00	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	1	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	639	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,01	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,01	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,000	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,10	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,011	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	<1,1	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,010	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	14,0	-	-
pH (c)(PA1)	-	9,51	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme: PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16340.2019_Au_15_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	33	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	37	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	70	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	22,3	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	22,0	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	1350	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	04/10/2019	04/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	04/10/2019	04/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	04/10/2019	04/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	03/10/2019	03/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	03/10/2019	03/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	04/10/2019	04/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	05/10/2019	05/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	08/10/2019	08/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	03/10/2019	07/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Hoepcke, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16340.2019_Au_15_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	15/10/2019	15/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	15/10/2019	15/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	15/10/2019	15/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	04/10/2019	04/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	03/10/2019	03/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	594
2	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	34
3	Bacillariophyta	*Nupela sp.*	-	11
4	Bacillariophyta	*Achnanthes sp.*	-	0
5	Bacillariophyta	*Navicula sp.*	-	0
6	Chlorophyceae	*Oocystis sp.*	-	0
		Total	0	639

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
1	Rotifera	*Euchlanis sp.*	1000
2	Rotifera	*Bdelloidea*	50

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragens conforme: FR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 007 Amostragens de Alimentos e Swabs, FR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 008 Amostragens água p/ análise bacteriológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

(47) 3399-0432
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CRF/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16340.2019_Au_15_1

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	**Organismos/m3**
3	Rotifera	*Notholca sp*	150
4	Copepoda	*Náuplio de copepoda*	50
5	Cladocera	*Simocephalus daphnoides*	50
6	Copepoda	*Notodiaptomus incompositus*	50
		Total	1350

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16340.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise bacteriológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16341.2019_Au_16_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16341.2019_Au_16_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 16
Condições Climáticas: Nublado
Chuvas últimas 48 horas: Não
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 02/10/2019 - 11:15
Data Recebimento: 03/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16341/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	53,2	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	1,00	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	1	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	246	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,08	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,24	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,000	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,10	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,011	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	20	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,080	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	9,3	-	-
pH (c)(PA1)	-	6,87	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme FR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, FR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16341.2019_Au_16_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	30	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	50	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	80	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	17,2	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	3,2	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	3150	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	04/10/2019	04/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	04/10/2019	04/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	04/10/2019	04/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	03/10/2019	03/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	03/10/2019	03/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	04/10/2019	04/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	05/10/2019	05/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	08/10/2019	08/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	03/10/2019	07/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. *LQ - Limite de Quantificação*
Nota 03. *Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.*
Nota 04. *Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise [illegible]*
Nota 05. *Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.*
Nota 06. *Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.*
Nota 07. *U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.*
Nota 08. *Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.*
Nota 09. *(*) Serviço subcontratado.*
Nota 10. *As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.*

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-0432
[illegible]
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CRF/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16341.2019_Au_16_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	15/10/2019	15/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	15/10/2019	15/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	15/10/2019	15/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	04/10/2019	04/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	03/10/2019	03/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	146
2	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	22
3	Bacillariophyta	*Achnanthes sp.*	-	11
4	Bacillariophyta	*Nupela sp.*	-	0
5	Bacillariophyta	*Nitzschia palea*	-	34
6	Bacillariophyta	*Fragilaria cappucina*	-	0
7	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	0
8	Bacillariophyta	*Gomphonema sp.*	-	0
9	Chlorophyceae	*Desmodesmus communis*	-	11
10	Chlorophyceae	*Desmodesmus sp.*	-	22
11	Chlorophyceae	*Oocystis sp.*	-	0
		Total	0	246

Zooplâncton c/ Rede

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise [illegible]
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CRF/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16341.2019_Au_16_1

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	**Organismos/m3**
1	Rotifera	*Notholca sp.*	1100
2	Copepoda	*Náuplio de copepoda*	200
3	Rotifera	*Euchlanis sp.*	1200
4	Rotifera	*Brachionus falcatus*	100
5	Copepoda	*Paracyclops fimbriatus*	50
6	Rotifera	*Keratella cochlearis*	350
7	Cladocera	*Ceriodaphnia richardi*	100
8	Copepoda	*Acanthocyclops robustus*	50
		Total	3150

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16341.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi baixos.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16342.2019_Au_17_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16342.2019_Au_17_1
Matriz: Água Bruta
Ponto Amostragem: Ponto 17
Condições Climáticas: Nublado
Chuvas últimas 48 horas: Não
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 02/10/2019 - 09:45
Data Recebimento: 03/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16342/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	59,7	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	9,54	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	19	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	111	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,05	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,15	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,000	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,10	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,008	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	<1,1	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,050	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	11,8	-	-
pH (c)(PA1)	-	8,74	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme FR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 077 Amostragens de Alimentos e Bebs, FR-Tb 072 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 082 Amostragens água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-8432
[illegible]
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16342.2019_Au_17_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	46	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	40	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	86	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	20,6	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	13,6	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	450	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	04/10/2019	04/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	04/10/2019	04/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	04/10/2019	04/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	03/10/2019	03/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	03/10/2019	03/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	04/10/2019	04/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	05/10/2019	05/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	08/10/2019	08/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	08/10/2019	08/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	03/10/2019	08/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. *LQ - Limite de Quantificação*
Nota 03. *Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.*
Nota 04. *Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise [illegible]*
Nota 05. *Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.*
Nota 06. *Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.*
Nota 07. *U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.*
Nota 08. *Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.*
Nota 09. *(*) Serviço subcontratado.*
Nota 10. *As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.*

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Hoepcke, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16342.2019_Au_17_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	15/10/2019	15/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	15/10/2019	15/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	15/10/2019	15/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	02/10/2019	02/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	04/10/2019	04/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	03/10/2019	03/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	22
2	Chlorophyceae	*Desmodesmus communis*	-	11
3	Bacillariophyta	*Melosira sp.*	-	11
4	Chlorophyceae	*Oocystis sp.*	-	0
5	Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	34
6	Bacillariophyta	*Nupela sp.*	-	11
7	Bacillariophyta	*Navicula sp.*	-	0
8	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	22
		Total	0	111

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
1	Rotifera	*Euchlanis sp.*	450

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 002 Amostragem água p/ análise bacteriológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-0432
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CRF/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16342.2019_Au_17_1

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
		Total	450

** 1ª Legislação	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Recebimento da Amostra:
Durante o Recebimento da Amostra, houve a(s) seguinte(s) não conformidade(s) (lista a(s) não NCs). Os seguintes ensaios podem ter seus resultados influenciados por esta(s) não conformidade(s):
7 - O cliente enviou os frascos exatamente como descrito em 'Tipo de Frasco / Volume'?
Não
Preservação feita em bancada

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16342.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragens conforme: FR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 007 Amostragens de Alimentos e Swabs, FR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 018 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 008 Amostragens água p/ análise [illegible]
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Centro - Ouro/SC - CEP: 89163-000
(47) 3369-8492
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16343.2019_Au_18_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16343.2019_Au_18_1
Matriz: Água Bruta
Endereço Amostragem: Rio Caveiras
Ponto Amostragem: Ponto 18
Condições Climáticas: Ensolarado
Chuvas últimas 48 horas: Não
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 01/10/2019 - 14:00
Data Recebimento: 02/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16343/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	52,4	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	1,00	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	1	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	191	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,03	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,09	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,000	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,10	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,009	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	<1,1	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,030	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	8,6	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme: PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Óleos, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise bacteriológica
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

(47) 3399-0432
freitag.com.br

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16343.2019_Au_18_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
pH (c)[PA1]	-	6,24	-	-
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	58	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	14	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	72	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[PA1]	-	22,1	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	10,5	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	<1	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	03/10/2019	03/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	01/10/2019	01/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	03/10/2019	03/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	03/10/2019	03/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	02/10/2019	02/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	02/10/2019	02/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	03/10/2019	03/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	03/10/2019	03/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	07/10/2019	07/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	07/10/2019	07/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	07/10/2019	07/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	02/10/2019	07/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragem Ambientais, PPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, PPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragem água p/ análise biológica
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Hoepcke, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16343.2019_Au_18_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	01/10/2019	01/10/2019
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	01/10/2019	01/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	14/10/2019	14/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	14/10/2019	14/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	14/10/2019	14/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	01/10/2019	01/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	03/10/2019	03/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	02/10/2019	02/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	146
2	Bacillariophyta	*Amphipleura lindheimeri*	-	0
3	Cyanobacteria	*Merismopedia glauca*	-	0
4	Bacillariophyta	*Fragilaria cappuccina*	-	34
5	Bacillariophyta	*Fragilaria sp.*	-	11
6	Chlorophyceae	*Oocystis sp.*	-	0
		Total	0	191

**** 1ª Legislação**	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragens conforme FR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, FR-Tb 007 Amostragens de Alimentos e Swabs, FR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e FR-Tb 062 Amostragens água p/ análise biológica
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando Scheidemantel, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0432
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CRF/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16343.2019_Au_18_1

Código Ordem Serviço: A_16343.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragens conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragens de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragens água p/ análise bacteriológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

Rua Hermann Fernando, 305 - Distrito Industrial
Timbó/SC - CEP: 89120-000
(47) 3399-0400
freitag@freitag.com.br
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16344.2019_Au_19_1

Interessado: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Endereço: Rua Sete de Abril, nº 3.489
CNPJ: 19.335.965/0001-63

Cidade: Ouro , Santa Catarina
CEP: 89.663-000
Fone: (49) 3555-5940

DADOS DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

Protocolo: 16344.2019_Au_19_1
Matriz: Água Bruta
Endereço Amostragem: Rio Caveiras
Ponto Amostragem: Ponto 19
Condições Climáticas: Ensolarado
Tipo de Amostra: Água Superficial.

Técnico de Amostragem: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES
Data Amostragem: 01/10/2019 - 09:45
Data Recebimento: 02/10/2019
Data de Emissão do Relatório: 16/10/2019

Plano de Amostragem: A_16344/2019
1ª Legislação: CONAMA - Resolução nº 357:2005 - Artigo 15 - Água Doce Classe 2 - Tabela I

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Clorofila *a*	≤ 30 µg/L	2,7	± 0,5	µg/L
Condutividade Elétrica (c)(PA1)	-	53,5	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	≤ 5 mg O2/L	1,00	± 0,20	mg/L Oxig.
Demanda Química de Oxigênio - DQO	-	1	± 2	mg/L Oxig.
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	88	-	ind/mL
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	Anexo	-	ind/mL
FOSFORO INORGÂNICO	-	0,03	-	mg P/L
Fósforo Orgânico	-	0,09	± 0,01	mg/L PO4 3-
Fósforo Total	Vide(**)	0,000	± 0,001	mg P/L
Nitrato (como N)	-	0,10	± 0,02	mg/L NO_3-N
Nitrito (como N)	-	0,001	± 0,001	mg/L NO_2-N
Nitrogênio Amoniacal Total	-	1,0	± 0,5	mg N-NH3/L
Nitrogênio Kjeldahl	-	1,0	± 0,8	mg/L
Nitrogênio Orgânico	-	1,0	-	mg N/L
NMP Coliformes Termotolerantes	≤ 1000 em 100 mL	<1,1	-	NMP/100mL
Ortofosfato Total	-	0,030	± 0,001	mg PO4/L
Oxigênio Dissolvido (c)(PA1)	-	8,3	-	-
pH (c)(PA1)	-	6,15	-	-

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas analíticas e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag
LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-8432
[illegible]
freitag.com.br
CRQ/SC 4023 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16344.2019_Au_19_1

PARÂMETRO	LEGISLAÇÃO	RESULTADO	U95%	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	≤ 500 mg/L	62	± 3	mg/L
Sólidos Suspensos Totais	-	2	± 2	mg/L
Sólidos Totais	-	64	± 4	mg/L
Temperatura da Água (c)[(PA1)]	-	20,3	-	-
Turbidez	≤ 100 NTU	2,3	± 0,1	NTU
Zooplâncton c/ Rede	-	3500	-	Organismos/m3

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
Clorofila *a*	4,7	1,4	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 10200 H	03/10/2019	03/10/2019
Condutividade Elétrica	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	01/10/2019	01/10/2019
Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	2,79	0,84	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5210 B	03/10/2019	03/10/2019
Demanda Química de Oxigênio - DQO	50	50	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 5220 D	03/10/2019	03/10/2019
Fitoplâncton (quantitativo) s/ Rede	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012 Method 10200 C,D,F	02/10/2019	02/10/2019
Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)	-	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 C,D,F	02/10/2019	02/10/2019
FOSFORO INORGÂNICO	0,01	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 P E	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Orgânico	0,01	-	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Fósforo Total	0,013	0,004	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 3030 F/3120 B	15/10/2019	15/10/2019
Nitrato (como N)	0,20	0,06	-	PR-Tb-FQ 170	03/10/2019	03/10/2019
Nitrito (como N)	0,006	0,002	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 NO2 - B	03/10/2019	03/10/2019
Nitrogênio Amoniacal Total	2,3	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 4500 NH3 C	07/10/2019	07/10/2019
Nitrogênio Kjeldahl	2,0	0,6	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg B (preparo) e NH3 C (titulação)	07/10/2019	07/10/2019
Nitrogênio Orgânico	2,0	-	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 4500 Norg A	07/10/2019	07/10/2019
NMP Coliformes Termotolerantes	1,1	-	-	SMEWW - 22°nd 2012, Method 9221 A, B, C, E e F	02/10/2019	07/10/2019
Ortofosfato Total	0,010	0,003	-	PR-Tb-FQ 336	08/10/2019	08/10/2019
Oxigênio Dissolvido	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	01/10/2019	01/10/2019

Nota 01. *SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.*
Nota 02. *LQ - Limite de Quantificação*
Nota 03. *Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.*
Nota 04. *Procedimentos de Amostragens conforme PR-Tb 085 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 077 Amostragens de Alimentos e Swabs, PR-Tb 072 Amostragens Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 082 Amostragens água p/ análise [illegible]*
Nota 05. *Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.*
Nota 06. *Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.*
Nota 07. *U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.*
Nota 08. *Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.*
Nota 09. *(*) Serviço subcontratado.*
Nota 10. *As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.*

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

[illegible]
(47) 3399-0432
freitag.com.br
CRQ/SC 4013 | CFR/SC 10876

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16344.2019_Au_19_1

DADOS EXTRAS DA QUALIDADE DO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	LD	FAIXA DE TRABALHO	MÉTODO	DATA INÍCIO	DATA FINALIZAÇÃO
pH	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	01/10/2019	01/10/2019
Sólidos Dissolvidos Totais	24	7	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 C	14/10/2019	14/10/2019
Sólidos Suspensos Totais	18	5	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 D	14/10/2019	14/10/2019
Sólidos Totais	35	11	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2540 B	14/10/2019	14/10/2019
Temperatura da Água	-	-	-	Medidor Multiparâmetro AK88	01/10/2019	01/10/2019
Turbidez	0,4	0,3	-	SMEWW, 23ª edição 2017, Método 2130 B	03/10/2019	03/10/2019
Zooplâncton c/ Rede	1	-	-	SMEWW - 22º nd. 2012, Method 10200 G	02/10/2019	02/10/2019

Legendas

(c)	Serviços realizados em campo
PA	Laboratórios Parceiro

PA1: DESENVOLVER - GESTAO AMBIENTAL E DE NEGOCIOS SOCIEDADE SIMPLES

Fitoplâncton c/ Rede (qualitativo)

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
1	Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	-	22
2	Zygnemaphyceae	*Staurastrum sp.*	-	0
3	Bacillariophyta	*Aulacoseira ambigua*	-	11
4	Chlorophyceae	*Chlorella vulgaris*	-	0
5	Euglenophyceae	*Parmidium applanta*	-	0
6	Bacillariophyta	*Amphora sp.*	-	22
7	Bacillariophyta	*Surirella sp1.*	-	0
8	Bacillariophyta	*Surirella sp.*	-	0
9	Chlorophyceae	*Pediastrum duplex var. duplex*	-	0
10	Bacillariophyta	*Aulacoseira granulata*	-	11
11	Cyanobacteria	*Oscilatoria sp.*	-	0
12	Dinophyceae	*Durinskia baltica*	-	0
13	Chlorophyceae	*Kirchneriella contorta var. elegans*	-	0
14	Zygnemaphyceae	*Croasdalea marthae*	-	0
15	Bacillariophyta	*Surirella linearis*	-	0
16	Bacillariophyta	*Fragilaria cappuccina*	-	11
17	Bacillariophyta	*Melosira varians*	-	11
18	Bacillariophyta	*Amphipleura lindheimeri*	-	0
19	Chlorophyceae	*Desmodesmus brasiliensis*	-	0

Nota 01. SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados referem-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Bebs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análi bacter.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. UMS % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicado por um fator de abrangência K para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

Freitag LABORATÓRIOS

(47) 3399-0432
freitag.com.br

RELATÓRIO DE ENSAIO A_16344.2019_Au_19_1

Nº	Grupo Fitoplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa	
		Táxon	nº Células	nº Indivíduos
20	Chlorophyceae	*Coelastrum sp.*	-	0
21	Chlorophyceae	*Coelastrum pulchrum var. pulchrum*	-	0
22	Chlorophyceae	*Pediastrum duplex var. gracilimun*	-	0
		Total	0	88

Zooplâncton c/ Rede

Nº	Grupo Zooplanctônico	Análise Qualitativa	Análise Quantitativa
		Táxon	Organismos/m3
1	Rotifera	*keratella cochlearis*	50
2	Rotifera	*Notholca sp.*	1050
3	Rotifera	*Asplanchna sp.*	100
4	Rotifera	*Euchlanis sp.*	700
5	Copepoda	*Náuplio de copepoda*	350
6	Rotifera	*Brachionus plicatilis*	400
7	Copepoda	*Acanthocyclops robustus*	600
8	Copepoda	*Notodiaptomus incompositus*	150
9	Copepoda	*Atheyella fuhrmani*	100
		Total	3500

** 1ª Legislação	Fósforo Total - 0,050 mg/L, em ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico. 0,030 mg/L em ambientes lênticos e 0,1 mg/L em ambientes lóticos e tributários diretos de ambientes lênticos).

Relatório de Ensaio revisado e liberado por: Elizabethe Regina Johannson/Supervisora Técnica_Ambiental
Código Ordem Serviço: A_16344.2019
Chave de autenticação: XF3-5RDG-U7B

Verifique a autenticidade deste documento no seguinte endereço: http://www.freitag.com.br

Consulte nossas certificações e escopo acreditado no site: www.freitag.com.br

Nota 01. SNEWA - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edição 22.
Nota 02. LQ - Limite de Quantificação
Nota 03. Os resultados relacionam-se exclusivamente à amostra analisada.
Nota 04. Procedimentos de Amostragem conforme PR-Tb 005 Amostragem p/ Solos e Resíduos Sólidos/Líquidos, PR-Tb 007 Amostragem de Alimentos e Swabs, PR-Tb 012 Amostragem Ambientais, FPR-Tb 138 Cadeia de Custódia e, FPR-Tb 006 Plano de Amostragem e PR-Tb 008 Amostragem água p/ análise biológica.
Nota 05. Os métodos utilizados estão de acordo com normas nacionais e internacionais reconhecidas.
Nota 06. Este Relatório de Ensaio é válido com somente uma das assinaturas e sua autenticidade pode ser verificada no site da Freitag na internet.
Nota 07. U95 % - Incerteza expandida relatada está baseada em uma incerteza combinada, multiplicada por um fator de abrangência K, para um nível de confiança de aproximadamente 95 %.
Nota 08. Este relatório de ensaio só pode ser reproduzido parcialmente e sem nenhuma alteração.
Nota 09. (*) Serviço subcontratado.
Nota 10. As informações de amostragens realizadas pelo cliente são dados fornecidos pelo mesmo.

Dr. Guilherme Freitag
Gestor Técnico
CRF/SC 6672
assinatura digital

Quim. Emerson Carlos de Quadros
Gestor da Qualidade
CRQ/SC 13101127
assinatura digital

AIBH RIO CAVEIRAS

ESTUDOS HIDROLÓGICOS

desenvolver
engenharia e meio ambiente

Maio/2020

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Determinação do fator de forma para duas bacias de mesma área 11
Figura 2 – Curvas de Descarga - E. F. Ponte Rio João Paulo 18
Figura 3 – Curvas de Descarga - E. F. Vila Canoas 19
Figura 4 – Curvas de Descarga - E. F. Rio Bonito 21
Figura 5 – Curvas de Descarga - E. F. Encruzilhada 22
Figura 6 – Curvas de Descarga - E. F. Encruzilhada II 23
Figura 7 – Curvas de Descarga - E. F. Ponte Alta do Sul 25
Figura 8 – Curvas de Descarga - E. F. Passo Caru 26
Figura 9 – Curvas de Descarga E. F. Colônia Santana 28
Figura 10-– Curvas de Descarga E. F. Ponte Marombas 28
Figura 11 – Curvas de Descarga E. F. Passo Marombas 30
Figura 12 – Curvas de Descarga E. F. Travessão 32
Figura 13 – Flutuação de Vazões Médias Mensais – Rio Canoas – Estações Base – 1960 a 1980 33
Figura 14 – Flutuação de Vazões Médias Mensais – Rio Canoas – Demais Estações – 1960 a 1980 33
Figura 15 – Flutuação de Vazões Médias Mensais – Rio Canoas – Estações Base – 1980 a 2019 34
Figura 16 – Regionalização Bacia do Rio Canoas 1942-2019 58
Figura 17 – Regionalização da Bacia do Rio Canoas 1958 a 1963 - Análise com a Estação Capão Alto 58
Figura 18 – Regionalização da Bacia do Rio Canoas 1982 a 1985 - Análise com a Estação Travessão 59
Figura 19 – Curvas de Permanência Mensal – AHEs 76
Figura 20 – Ajuste das Distribuições para Diferentes Tempos de Retorno das Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Ponte Rio João Paulo 88
Figura 21 – Ajuste das Distribuições para Diferentes Tempos de Retorno das Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Vila Canoas 88
Figura 22 – Ajuste das Distribuições para Diferentes Tempos de Retorno das Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Rio Bonito 89
Figura 23 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Santo Antônio 91
Figura 24 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH A. M. Dias 92
Figura 25 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH São Paulo 93
Figura 26 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Caveiras 94

Figura 27 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Pinheiro 95
Figura 28 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH João Borges 96
Figura 29 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Portão.....97
Figura 30 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Santo Antônio 98
Figura 31 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH A. M. Dias 99
Figura 32 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH São Paulo 100
Figura 33 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Caveiras 101
Figura 34 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Pinheiro.....102
Figura 35 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH João Borges.....103
Figura 36 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Portão 104
Figura 37 – Curva Chave de Descarga E. F. Ponte Alta do Sul 107
Figura 38 – Curva de Eficiência de Retenção de Sedimentos Segundo Churchill (IS em s^2/ft) 111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estações Fluviométricas – Rio Canoas 15
Tabela 2 – Estações Fluviométricas – Rio Marombas 15
Tabela 3 – Estações Fluviométricas – Rio Caveiras 15
Tabela 4 – Curvas de Descarga - E. F. Ponte Rio João Paulo 17
Tabela 5 – Curvas de Descarga - E. F. Vila Canoas 18
Tabela 6 – Curvas de Descarga - E. F. Rio Bonito 20
Tabela 7 – Curvas de Descarga - E. F. Encruzilhada II 22
Tabela 8 – Equações da Curva de Descarga - E. F. Encruzilhada II a parir de 20/01/2012 .. 23
Tabela 9 – Análise das Cheias 24
Tabela 10 – Curvas de Descarga - E. F. Ponte Alta do Sul 24
Tabela 11 – Curvas de Descarga - E. F. Passo Caru 26
Tabela 12 – Curvas de Descarga E. F. Passo Marombas 29
Tabela 13 –Equação Curva de Descarga E. F. Travessão 32
Tabela 14 – Correlações E. F. Ponte Rio João Paulo 34
Tabela 15 – Correlações E. F. Vila Canoas 34
Tabela 16 – Correlações E. F. Rio Bonito 35
Tabela 17 – Correlações E. F. Joana 35
Tabela 18 – Correlações E. F. Encruzilhada 35
Tabela 19 – Correlações E. F. Encruzilhada II 36
Tabela 20 – Correlações E. F. Canoas 36
Tabela 21 – Correlações E. F. Ponte Alta do Sul 36
Tabela 22 – Correlações E. F. Passo Caru 37
Tabela 23 – Correlações E. F. Colônia Santana 37
Tabela 24 – Correlações E. F. Ponte Marombas 37
Tabela 25 – Correlações E. F. Passo Marombas 38
Tabela 26 – Correlações E. F. Capão Alto 38
Tabela 27 – Correlações E. F. Travessão 38
Tabela 28 – Vazões Médias Mensais – E. F. Ponte Rio João Paulo 39
Tabela 29 – Vazões Médias Mensais – E. F. Vila Canoas 40
Tabela 30 – Vazões Médias Mensais – E. F. Rio Bonito 42
Tabela 31 – Vazões Médias Mensais – E. F. Joana 44
Tabela 32 – Vazões Médias Mensais – E. F. Encruzilhada 45
Tabela 33 – Vazões Médias Mensais – E. F. Encruzilhada II 47
Tabela 34 – Vazões Médias Mensais – E. F. Canoas 48

Tabela 35 – Vazões Médias Mensais – E. F. Ponte Alta do Sul 49
Tabela 36 – Vazões Médias Mensais – E. F. Passo Caru 51
Tabela 37 – Vazões Médias Mensais – E. F. Colônia Santana 52
Tabela 38 – Vazões Médias Mensais – E. F. Ponte Marombas 54
Tabela 39 – Vazões Médias Mensais – E. F. Capão Alto 55
Tabela 40 – Vazões Médias Mensais – E. F. Travessão 56
Tabela 41 – Regionalização Bacia do Rio Canoas 57
Tabela 42 – Coeficiente de Transferência - Regionalização 59
Tabela 43 – Vazões Médias Mensais – CGH Santo Antônio 60
Tabela 44 – Vazões Médias Mensais – PCH A. M. Dias 61
Tabela 45 – Vazões Médias Mensais – CGH São Paulo 63
Tabela 46 – Vazões Médias Mensais – CGH Hoppen 65
Tabela 47 – Vazões Médias Mensais – CGH Caveiras 66
Tabela 48 – Vazões Médias Mensais – PCH Pinheiro 68
Tabela 49 – Vazões Médias Mensais – PCH Itararé 69
Tabela 50 – Vazões Médias Mensais – PCH João Borges 71
Tabela 51 – Vazões Médias Mensais – PCH Portão 73
Tabela 52 – Curvas de Permanência Mensal - AHEs 75
Tabela 53 – Vazões Máximas Médias Diárias – Estações Base – Período Úmido 77
Tabela 54 – Vazões Máximas Médias Diárias – Estações Base – Período Seco 78
Tabela 55 – Curva de Frequência de Cheias – Estações Fluviométricas – Período Úmido 80
Tabela 56 – Curva de Frequência de Cheias – Estações Fluviométricas – Período Seco 81
Tabela 57 – Curva de Frequência de Cheias – CGH Santo Antônio 81
Tabela 58 – Curva de Frequência de Cheias – PCH A. M. Dias 82
Tabela 59 – Curva de Frequência de Cheias – CGH São Paulo 82
Tabela 60 – Curva de Frequência de Cheias – CGH Hoppen 83
Tabela 61 – Curva de Frequência de Cheias – CGH Caveiras 83
Tabela 62 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Pinheiro 83
Tabela 63 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Itararé 84
Tabela 64 – Curva de Frequência de Cheias – PCH João Borges 84
Tabela 65 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Portão 85
Tabela 66 – Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Ponte Rio João Paulo 86
Tabela 67 – Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Vila Canoas 86
Tabela 68 – Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Rio Bonito 87

Tabela 69 – Q7,10 – 01/03.....89
Tabela 70 – Q7,10 – 02/03.....89
Tabela 71 – Q7,10 – 03/03.....89
Tabela 72 – Volumes dos Reservatórios 90
Tabela 73 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Santo Antônio 90
Tabela 74 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH A. M. Dias.....91
Tabela 75 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH São Paulo 92
Tabela 76 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Caveiras.....93
Tabela 77 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Pinheiro 94
Tabela 78 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH João Borges 95
Tabela 79 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Portão.....96
Tabela 80 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Santo Antônio 97
Tabela 81 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH A. M. Dias.....98
Tabela 82 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH São Paulo 99
Tabela 83 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Caveiras.....100
Tabela 84 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Pinheiro 101
Tabela 85 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH João Borges 102
Tabela 86 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Portão.....103
Tabela 87 – Descarga Sólida – E. F. Ponte Alta do Sul.....105
Tabela 88 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – CGH Santo Antônio.....108
Tabela 89 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH A. M. Dias 108
Tabela 90 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – CGH São João 108
Tabela 91 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – CGH Caveiras 108
Tabela 92 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH Pinheiro 109
Tabela 93 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH João Borges 109
Tabela 94 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH Portão 109
Tabela 95 – Classificação do reservatório para obtenção da ER 110
Tabela 96 – Cálculo da Vida Útil – CGH Santo Antônio 112
Tabela 97 – Cálculo da Vida Útil – PCH A. M. Dias.....112
Tabela 98 – Cálculo da Vida Útil – CGH São Paulo 112
Tabela 99 – Cálculo da Vida Útil – CGH Caveiras.....113
Tabela 100 – Cálculo da Vida Útil – PCH Pinheiro 113
Tabela 101 – Cálculo da Vida Útil – PCH João Borges 113
Tabela 102 – Cálculo da Vida Útil – PCH Portão.....114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAI	Avaliação Ambiental Integrada
ANA	Agência Nacional de Águas
CPR	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
PCHs	Pequenas Centrais Hidrelétricas
RH	Região Hidrográfica
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SDS-SC	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

LISTA DE SÍMBOLOS

GW	Gigawatts
ha	Hectares
MW	Megawatts
%	Porcentagem
Kw/h	Quilowatt-hora
Kg	Quilograma
KM²	Quilômetro quadrado
R$	Real

SUMÁRIO

1 ESTUDOS HIDROLÓGICOS 10
1.1 Estudos Hidrológicos - Fluviometria 10
1.1.1 Fisiografia 10
1.1.2 Estações Utilizadas 14
1.1.3 Análise de Consistência 17
1.1.4 Vazões Médias nos Locais das Estações Fluviométricas 39
1.1.5 Regionalização 56
1.1.6 Vazões Médias nos Locais dos AHEs 59
1.1.7 Curvas de Permanência nos Locais dos AHEs 74
1.1.8 Vazões Máximas 76
1.1.9 Vazões Mínimas 85
1.2 Estudos dos Reservatórios 90
1.2.1 Tempo de Residência 90
1.2.2 Tempo de Enchimento 97
1.3 Hidrossedimentologia 104
REFERÊNCIAS 115
ANEXOS 116

1 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

1.1 ESTUDOS HIDROLÓGICOS - FLUVIOMETRIA

1.1.1 Fisiografia

A bacia do Rio Caveiras desenvolve-se basicamente no sentido sul-norte, aproximadamente entre as coordenadas geográficas Latitude: 27°55'59.21"S e Longitude: 49°51'19.38"O à montante, Latitude: 27°34'58.51"S e Longitude: 50°55'39.77"O à jusante. As nascentes do rio Caveiras estão localizadas no município de Urupema – SC, em altitudes da ordem de 1650 m.

A bacia hidrográfica do rio Caveiras apresenta as seguintes características:

- Extensão do curso principal de água (L) = 231,39 km
- Área de drenagem (A) = 2.411,91 km²
- Perímetro (P) = 408,50 km
- Diferença de cotas (H) = 970,60 m
- Comprimento axial da bacia (LA) = 112,98 km
- Comprimento de todos os cursos de água da bacia (LT) = 4.247,45 km

Coeficiente de compacidade (Kc): é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia, ou seja:

$$A=\pi r^2 \rightarrow r = (A/\pi)^{0,5} \rightarrow Kc = P/(2\pi r) \rightarrow Kc = P/(2\pi \times (A/\pi)^{0,5})$$
$$Kc = 0,28 \times (P/(A^{0,5}))$$

onde:
P = perímetro da bacia (km);
A = área de drenagem da bacia (km²).

O índice de compacidade Kc é uma medida do grau de irregularidade da bacia, já que para uma bacia completamente circular o valor do índice de compacidade é igual a 1.0. Desde que outros fatores não interfiram, quanto

mais próximo da unidade for o índice de compacidade maior será a potencialidade de ocorrência de picos elevados de enchentes.

Fator de forma (Kf): é a relação entre a área da bacia hidrográfica e o quadrado de seu comprimento axial, medido ao longo do curso de água principal, desde a foz (ou barramento) até a cabeceira mais distante, próxima do divisor de águas, ou seja:

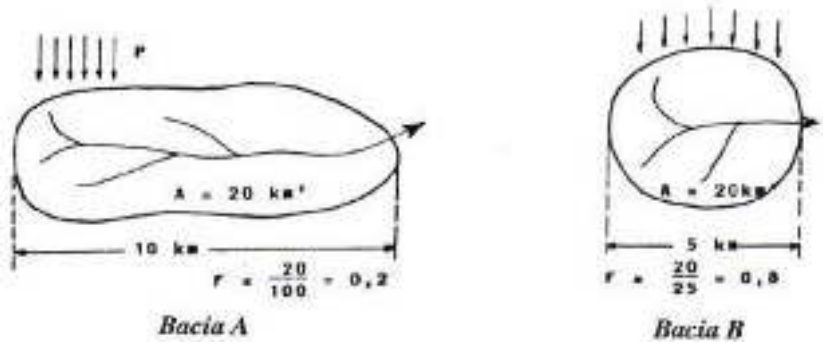
$$Kf = A/L_A^2$$

onde:

A =área de drenagem da bacia (km²);

L_A= comprimento axial da bacia (km).

Figura 1 – Determinação do fator de forma para duas bacias de mesma área



O índice de conformação relaciona a forma da bacia com um quadrado. O escoamento direto de uma chuva na bacia (A) não se concentra tão rapidamente como em (B), além do fato de que numa bacia estreita e longa (A), a possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo, ao mesmo tempo toda sua extensão, é menor que em bacias largas e curtas (B). Portanto, para bacias de mesmo tamanho, estará sujeita a enchentes menores aquela que possuir menor fator de forma.

Declividade média da bacia (S): considerada como sendo a relação entre o desnível entre a nascente e o eixo do barramento pela extensão do curso de água principal até o barramento, ou seja:

$$S = H/L$$

A declividade dos terrenos controla em boa parte a velocidade com que se dá o escoamento superficial, afetando o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias. A magnitude dos picos de enchente, e a maior ou a menor oportunidade de infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos, dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia.

Tempo de Concentração (Tc): o tempo necessário para que toda a bacia contribua com o escoamento superficial numa seção considerada, ou seja, é o tempo em que a gota que se precipita no ponto mais distante da seção considerada de uma bacia, leva para atingir esta seção. Para o cálculo do tempo de concentração adotou-se a fórmula do *Soil Conservation Service*:

$$Tc(min) = 57 \times L^{1,155} x H^{-0,385}$$

Densidade de Drenagem (DD): relação entre o comprimento total dos cursos de água de uma bacia e a sua área total:

$$DD = L_T / A$$

A DD é um índice importante, pois reflete a influência da geologia, topografia, do solo e da vegetação da bacia hidrográfica, e está relacionado com o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia.

As tabelas a seguir apresentam as características fisiográficas da bacia do rio Caveiras e das bacias até o eixo de cada empreendimento em estudo.

Empreendimento	Área de Drenagem (km²)	Comprimento Rio Principal (km)	Cota Foz (m)	Cota Nascente (m)	Comprimento Axial (km)	Perímetro (km)	Comprimento de todos os Rios (km)
Bacia do Rio Caveiras	2411,91	231,39	685,00	1655,61	112,98	408,50	4247,45
PCH Portão	2213,50	200,22	704,00	1655,61	96,24	374,79	3910,16
PCH João Borges	1695,33	171,08	754,00	1655,61	82,19	316,27	3029,39
PCH Itararé	1360,45	151,02	792,00	1655,61	73,10	281,85	2457,47
PCH Pinheiro	1242,19	137,67	817,00	1655,61	68,12	267,70	2235,71
CGH Caveiras	1031,09	126,08	851,00	1655,61	62,79	246,10	1838,31
CGH Hoppen	686,91	94,06	866,00	1655,61	50,04	182,47	1256,96
CGH São Paulo	317,86	51,02	926,00	1655,61	30,52	112,43	576,66
PCH A.M. Dias	299,07	48,99	973,50	1655,61	29,15	106,03	542,98
CGH Santo Antônio	129,02	39,69	1039,00	1655,61	23,83	68,97	235,07

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Empreendimento	Diferença de Cotas (H)	Índice de Compacidade (Kc)	Fator de Forma (Kf)	Declividade Média (S)	Tempo de Concentração (Tc)	Tempo de Concentração (Tc) em horas	Densidade de Drenagem
Bacia do Rio Caveiras	970,6	2,33	0,19	0,0042	2171,1	36,2	1,76
PCH Portão	951,6	2,23	0,24	0,0048	1851,0	30,8	1,77
PCH João Borges	901,6	2,15	0,25	0,0053	1575,9	26,3	1,79
PCH Itararé	863,6	2,14	0,25	0,0057	1387,3	23,1	1,81
PCH Pinheiro	838,6	2,13	0,27	0,0061	1260,9	21,0	1,80
CGH Caveiras	804,6	2,15	0,26	0,0064	1157,4	19,3	1,78
CGH Hoppen	789,6	1,95	0,27	0,0084	831,1	13,9	1,83
CGH São Paulo	729,6	1,77	0,34	0,0143	422,7	7,0	1,81
PCH A.M. Dias	682,1	1,72	0,35	0,0139	414,0	6,9	1,82
CGH Santo Antônio	616,6	1,70	0,23	0,0155	337,4	5,6	1,82

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.1.2 Estações Utilizadas

Para a determinação das séries de descargas médias mensais, assim como para a determinação das cheias de projeto e vazões mínimas, foram consideradas as estações fluviométricas do Banco de Dados da ANA - HIDROWEB (Agência Nacional de Águas), conforme tabelas a seguir.

Conforme pode-se observar na tabela a seguir, a grande maioria das estações apresentou área de drenagem muito próxima da publicada pela ANA no site HIDROWEB, endereço eletrônico de obtenção dos dados, porém foram utilizados os dados calculados para coerência do estudo.

Ressalta-se que as estações CGH Caveiras Jusante, PCH João Borges Jusante e UHE Campos Novo Rio Caveiras foram analisadas quanto aos dados disponíveis por telemetria, porém são estações recentes, onde a ANA não dispõe todos os dados para análise de consistência no HIDROWEB, e os dados de vazão obtidos não apresentavam coerência, logo foram descartadas do estudo.

Como pode-se observar nos quadros a seguir, a grande maioria das estações apresentou área de drenagem muito próxima da publicada pela ANA no site HIDROWEB, endereço eletrônico de obtenção dos dados, porém foram utilizados os dados calculados para coerência do estudo.

Tabela 1 – Estações Fluviométricas – Rio Canoas

Estações Fluviométricas - Rio Canoas													
Código	Nome Estação	Bacia	Sub Bacia	Rio	Estado	Município	Responsável	Operadora	Latitude	Longitude	Altitude (m)	AD (Km²)	AD Calculada (Km²)
71250000	PONTE DO RIO JOÃO PAULO	7	71	RIO JOÃO PAULO	SC	BOM RETIRO	ANA	CPRM	-27,8297	-49,6269	900	489	486,07
71200000	VILA CANOAS	7	71	RIO CANOAS	SC	BOCAINA DO SUL	ANA	CPRM	-27,8028	-49,7786	837	1010	1007,87
71300000	RIO BONITO	7	71	RIO CANOAS	SC	BOCAINA DO SUL	ANA	CPRM	-27,7022	-49,8400	840	2000	1987,66
71320000	JOANA	7	71	RIO CANOAS	SC	BOCAINA DO SUL	ANA	ANA	-27,6675	-49,9058	900	2320	2326,04
71350000	ENCRUZILHADA	7	71	RIO CANOAS	SC	OTACÍLIO COSTA	ANA	ANA	-27,5003	-50,1331	840	3230	3150,80
71350001	ENCRUZILHADA II	7	71	RIO CANOAS	SC	OTACÍLIO COSTA	ANA	CPRM	-27,5078	-50,1128	824	3230	3139,02
71380000	CANOAS	7	71	RIO CANOAS	SC	PONTE ALTA	ANA	ANA	-27,5503	-50,3678	820	4410	4510,17
71383000	PONTE ALTA DO SUL	7	71	RIO CANOAS	SC	PONTE ALTA	ANA	CPRM	-27,4858	-50,3917	815	4610	4712,76
71550000	PASSO CARU	7	71	RIO CANOAS	SC	SÃO JOSÉ DO CERRITO	ANA	ANA	-27,5381	-50,8600	720	10000	10109,06
71800000	COLÔNIA SANTANA	7	71	RIO CANOAS	SC	ANITA GARIBALDI	ANA	ANA	-27,6500	-51,0500	680	13200	13360,24

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 2 – Estações Fluviométricas – Rio Marombas

Estações Fluviométricas - Rio das Marombas													
Código	Nome Estação	Bacia	Su bBacia	Rio	Estado	Município	Responsável	Operadora	Latitude	Longitude	Altitude (m)	AD (Km²)	AD Calculada (Km²)
71490000	PONTE MAROMBAS	7	71	RIO DAS MAROMBAS	SC	SÃO CRISTOVÃO DO SUL	ANA	ANA	-27,2156	-50,4661	920	354	362,58
71498000	PASSO MAROMBAS	7	71	RIO DAS MAROMBAS	SC	CURITIBANOS	ANA	CPRM	-27,3339	-50,7539	829	3680	3681,85

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 3 – Estações Fluviométricas – Rio Caveiras

Estações Fluviométricas - Rio Caveiras													
Código	Nome Estação	Bacia	Sub Bacia	Rio	Estado	Município	Responsável	Operadora	Latitude	Longitude	Altitude (m)	AD (Km²)	AD Calculada (Km²)
71630000	CAPÃO ALTO	7	71	RIO CAVEIRAS	SC	CAPÃO ALTO	ANA	ANA	-27,8806	-50,3825	920	800	796,73
71621500	CGH CAVEIRAS JUSANTE	7	71	RIO CAVEIRAS	SC	LAGES	CELESC	CELESC	-27,8050	-50,4811	870	1080	1033,32
71645000	PCH JOÃO BORGES JUSANTE	7	71	RIO CAVEIRAS	SC	SÃO JOSÉ DO CERRITO	ELETROSUL	ELETROSUL	-27,7161	-50,6758	734	1710	1700,22

Estações Fluviométricas - Rio Caveiras													
Código	Nome Estação	Bacia	Sub Bacia	Rio	Estado	Município	Responsável	Operadora	Latitude	Longitude	Altitude (m)	AD (Km²)	AD Calculada (Km²)
71647000	UHE CAMPOS NOVOS RIO CAVEIRAS	7	71	RIO CAVEIRAS	SC	SÃO JOSÉ DO CERRITO	ENERCAN	ENERCAN	-27,6711	-50,7097	742	2050	2048,77
71650000	TRAVESSÃO	7	71	RIO CAVEIRAS	SC	CAMPO BELO DO SUL	ANA	ANA	-27,6722	-50,7228	750	2120	2116,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.1.3 Análise de Consistência

A análise de consistência dos dados das estações fluviométricas foi realizada nas seguintes etapas:

⇒ Análise das Curvas de Descarga;

⇒ Análise dos Cotagramas e Fluviogramas;

⇒ Análise dos Gráficos de Flutuação das Vazões Médias Mensais Específicas;

⇒ Preenchimento de Falhas: Correlações de Vazões Médias Mensais entre as Estações.

1.1.3.1 Analise das Curvas de Descarga

A análise das curvas de descarga de cada estação foi realizada através do ajuste das mesmas aos dados históricos de medição de campo. Levou-se ainda em consideração, as possíveis alterações nos locais das réguas, e/ou depósito/carreamento de sedimentos no fundo da seção, que possam alterar a relação cota x vazão. Foram verificadas as extrapolações de cheia pelos métodos logaritmo, Stevens e Manning, e realizados ajustes quando necessários.

A primeira estação analisada é Ponte Rio João Paulo, a qual possui 3 curvas de descarga ajustas aos dados de medição de campo ao longo do período de operação, como pode-se observar no quadro e gráficos da figura a seguir.

Percebe-se que as 3 curvas de descarga estão bem ajustadas aos dados de medição de campo, com coeficientes N adequados, logo não foram necessárias alterações nas curvas definidas pela ANA.

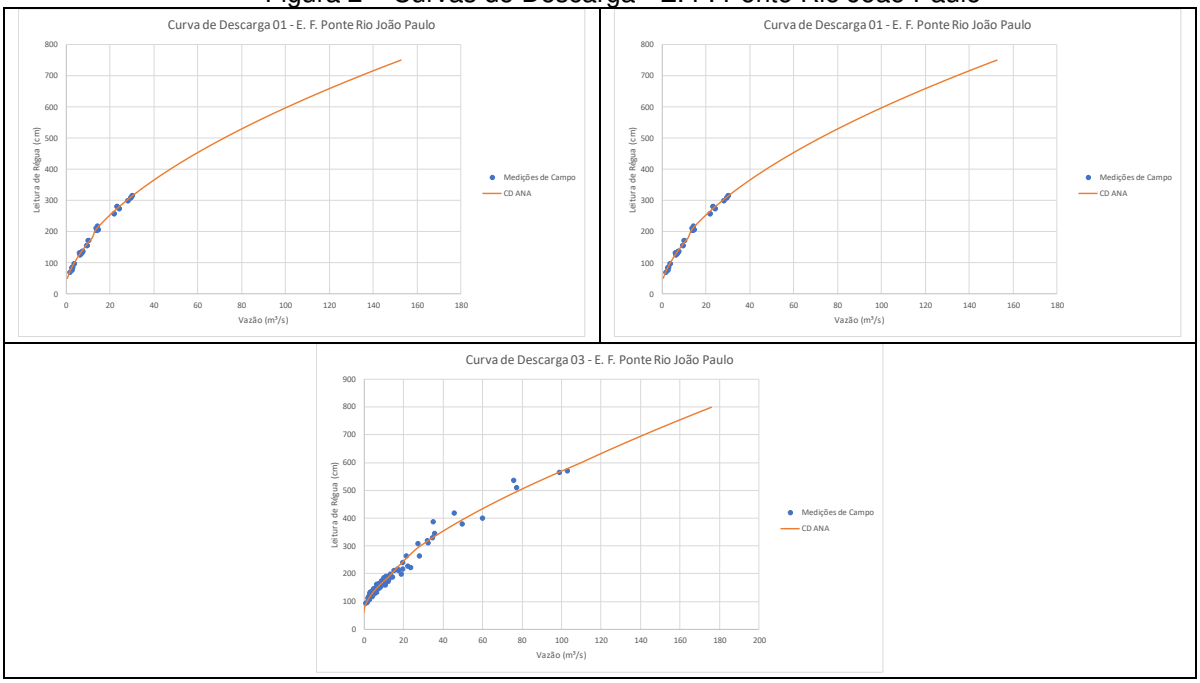
Tabela 4 – Curvas de Descarga - E. F. Ponte Rio João Paulo

N	Código	Nível Cons.	Período Validade Inicio	Período Validade Fim	Cota Máxima	Cota Mínima	Coef. (A)	Coef. (H0)	Coef. (N)
1	71250000	2	01/09/1959	30/08/1967	750	205	4,000	0,100	1,820
	71250000	2	01/09/1959	30/08/1967	180	50	6,300	0,270	1,520
	71250000	2	01/09/1959	30/08/1967	205	180	4,000	-0,700	1,200
2	71250000	2	31/08/1967	01/01/1988	331	40	6,592	0,410	1,268
	71250000	2	31/08/1967	01/01/1988	900	331	3,000	0,380	1,990
3	71250000	2	02/01/1988	31/12/2014	289	187	7,503	0,430	1,400
	71250000	2	02/01/1988	31/12/2014	187	60	8,257	0,600	1,750

	71250000	2	02/01/1988	31/12/2014	800	597	7,500	0,350	1,550
	71250000	2	02/01/1988	31/12/2014	597	289	7,500	0,700	1,610

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 2 – Curvas de Descarga - E. F. Ponte Rio João Paulo



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

A segunda estação analisada é Vila Canoas, percebe-se que 7 curvas de descarga foram determinadas ao longo do período de operação da estação. O comportamento das curvas ajustadas pela ANA é bem peculiar, com variações de inflexões não comuns. Por tal fato, decidiu-se não alterar as curvas, devido ao melhor conhecimento do comportamento da estação pelos responsáveis por sua operação. Sua análise foi feita pelos cotagramas, fluviogramas e flutuações de vazões médias mensais específicas entre as estações, e mostrou um bom comportamento com as demais estações, como será demonstrado nos sub-itens de análise de consistência na sequência (flutuação de vazões médias mensais específicas e correlações).

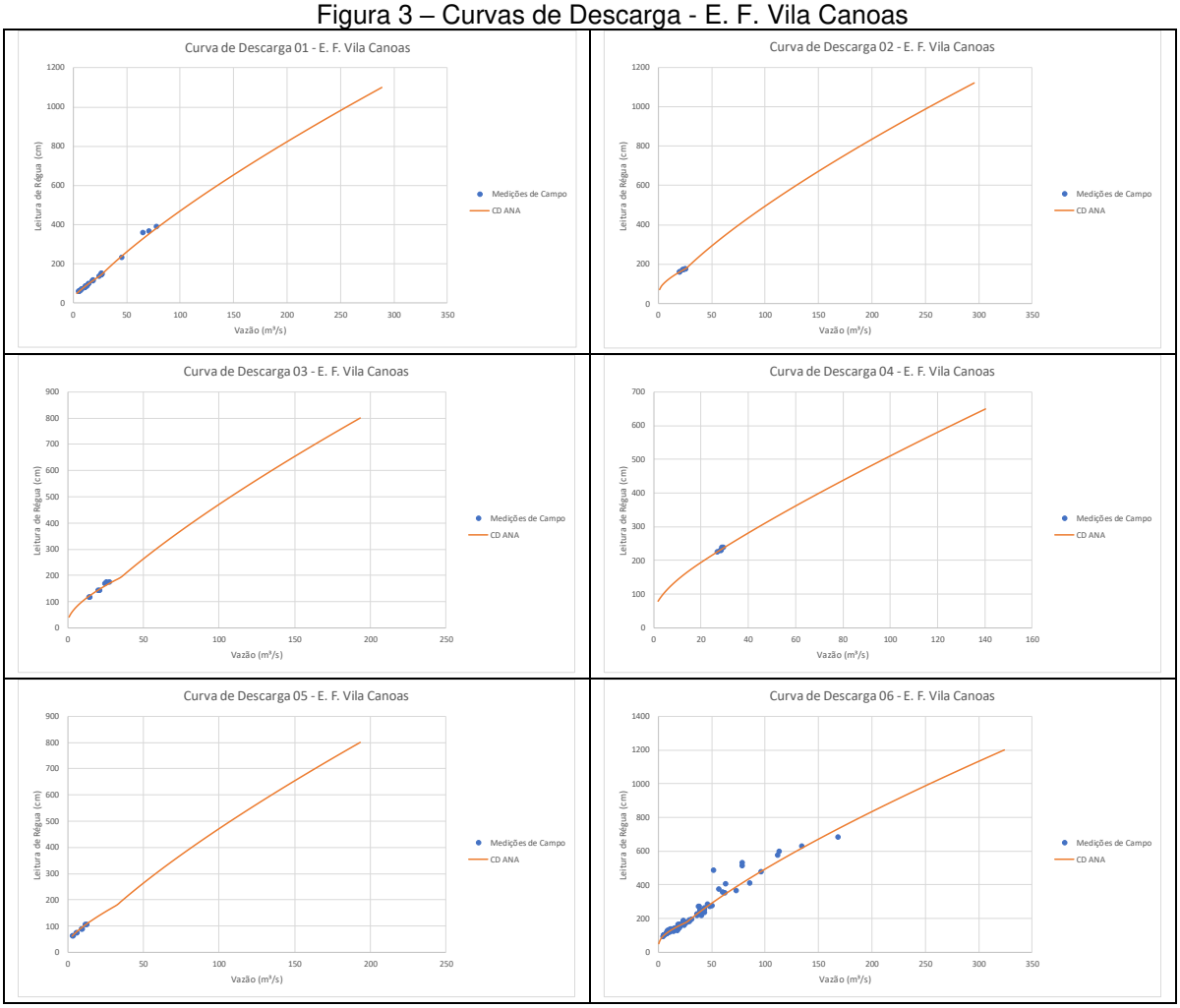
Tabela 5 – Curvas de Descarga - E. F. Vila Canoas

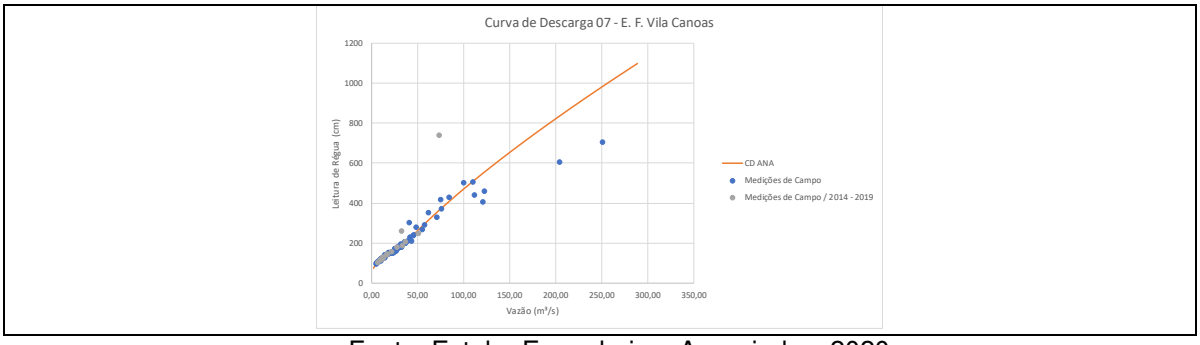
N	Código	Nível Cons.	Período Validade Inicio	Período Validade Fim	Cota Máxima	Cota Mínima	Coef. (A)	Coef. (H0)	Coef. (N)
1	71200000	2	01/01/1957	17/08/1965	145	50	22,300	0,310	1,200
	71200000	2	01/01/1957	17/08/1965	1100	145	11,650	-0,390	1,320
2	71200000	2	18/08/1965	15/02/1967	89	70	10,857	0,330	2,000

	71200000	2	18/08/1965	15/02/1967	178	89	16,999	0,490	1,750
	71200000	2	18/08/1965	15/02/1967	1200	178	11,650	-0,070	1,335
3	71200000	2	16/02/1967	03/11/1968	800	192	11,650	-0,390	1,320
	71200000	2	16/02/1967	03/11/1968	192	40	14,827	0,230	1,650
4	71200000	2	04/11/1968	02/12/1968	189	80	10,532	0,460	1,612
	71200000	2	04/11/1968	02/12/1968	650	189	17,480	0,830	1,200
5	71200000	2	03/12/1968	16/08/1969	179	60	20,144	0,360	1,350
	71200000	2	03/12/1968	16/08/1969	800	179	11,650	-0,390	1,320
6	71200000	2	17/08/1969	20/06/1989	89	50	10,857	0,330	2,000
	71200000	2	17/08/1969	20/06/1989	178	89	16,999	0,490	1,750
	71200000	2	17/08/1969	20/06/1989	1200	178	11,650	-0,070	1,335
7	71200000	2	21/06/1989	31/12/2014	1100	190	11,650	-0,390	1,320
	71200000	2	21/06/1989	31/12/2014	98	75	14,166	0,430	1,600
	71200000	2	21/06/1989	31/12/2014	190	98	19,823	0,510	1,710

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 3 – Curvas de Descarga - E. F. Vila Canoas





Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

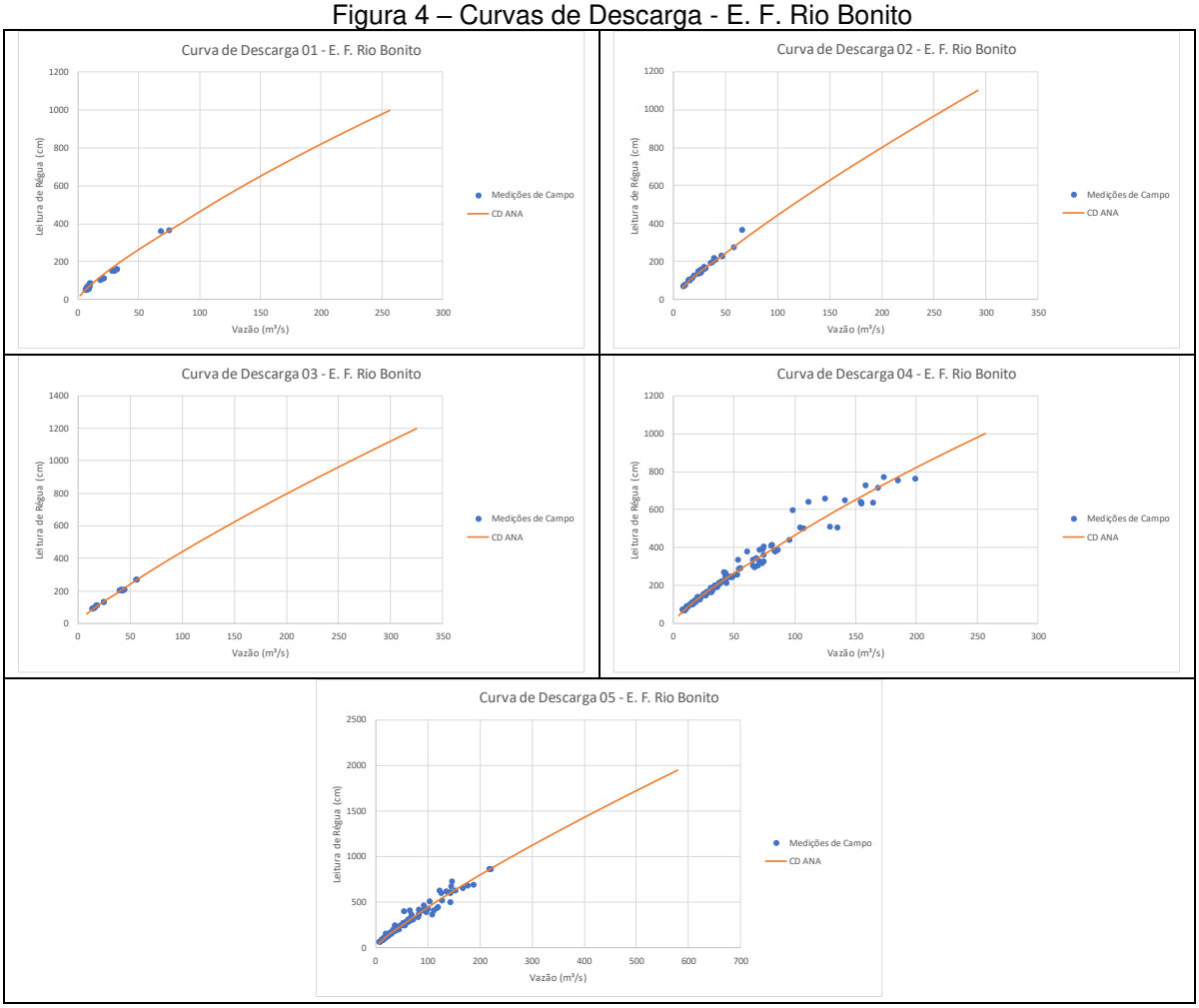
A próxima estação analisa é Rio Bonito, nesta estação 5 curvas de descargas foram ajustadas ao longo do período de operação. Observa-se pelo quadro a seguir que todas as curvas têm uma extrapolação das cheias muito próxima, mudando apenas levemente o ajuste nas vazões baixas e médias. Devido a se ter medições de vazões em trechos altos das curvas, e as mesmas serem muito semelhantes, e pelo ajuste aos dados de campo se mostrar coerente, não houve necessidade de alterações nas curvas de descarga ajustadas pela ANA.

Tabela 6 – Curvas de Descarga - E. F. Rio Bonito

N	Código	Nível Cons.	Período Validade Inicio	Período Validade Fim	Cota Máxima	Cota Mínima	Coef. (A)	Coef. (H0)	Coef. (N)
1	71300000	2	01/01/1942	16/05/1954	406	20	15,000	0,020	1,250
	71300000	2	01/01/1942	16/05/1954	1000	406	9,000	-0,950	1,400
2	71300000	2	17/05/1954	18/08/1963	1100	228	16,000	-0,130	1,206
	71300000	2	17/05/1954	18/08/1963	228	60	13,000	-0,120	1,450
3	71300000	2	19/08/1963	05/06/1967	781	183	16,200	-0,130	1,200
	71300000	2	19/08/1963	05/06/1967	183	60	17,000	0,020	1,280
	71300000	2	19/08/1963	05/06/1967	1200	781	16,000	-0,130	1,206
4	71300000	2	06/06/1967	18/02/1977	406	40	15,000	0,020	1,250
	71300000	2	06/06/1967	18/02/1977	1000	406	9,000	-0,950	1,400
5	71300000	2	19/02/1977	31/12/2014	1950	228	16,000	-0,130	1,206
	71300000	2	19/02/1977	31/12/2014	228	40	13,000	-0,120	1,450

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

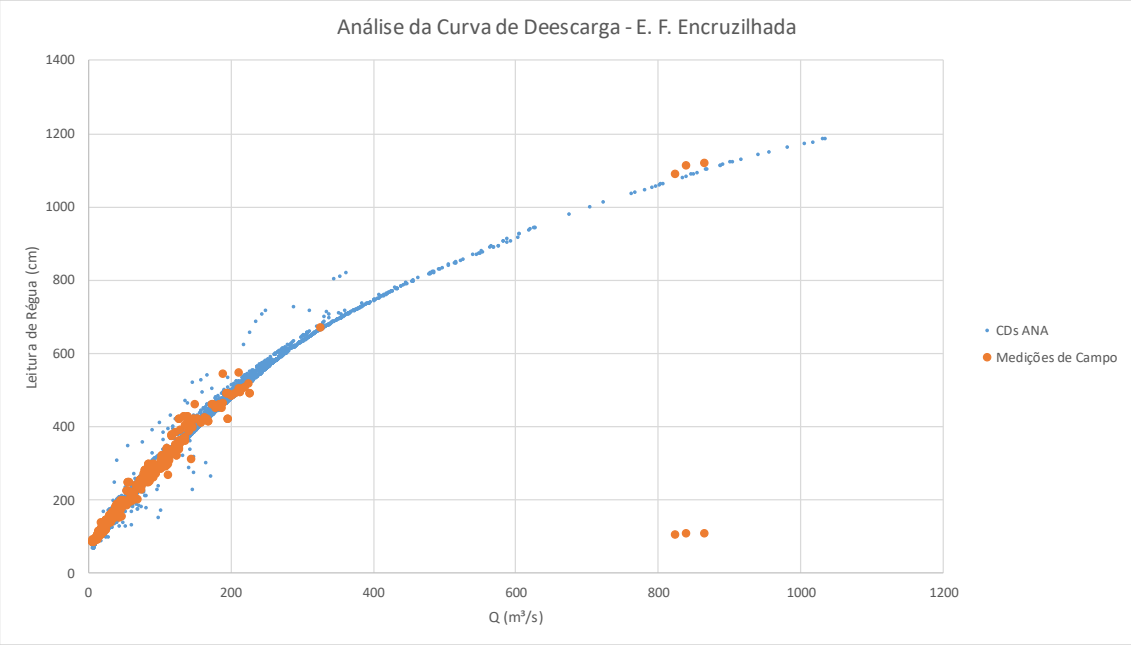
Figura 4 – Curvas de Descarga - E. F. Rio Bonito



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

A terceira estação analisada é Encruzilhada, nesta estação a ANA não disponibilizou as equações das curvas de descarga, por se tratar de uma estação mais antiga, que está fora de operação, porém foi relocada um pouco mais para montante e renomeada de Encruzilhada II, devido a proximidade. Para a estação Encruzilhada temos algumas curvas de descargas definidas, todas bem próximas, com alterações apenas nos trechos médio e inferior das curvas, a extrapolação das cheias é a mesma para todas curvas. Percebe-se que há 3 medições no ramo alto da curva que certificam seu ajuste, por isso não foram alteradas as curvas.

Figura 5 – Curvas de Descarga - E. F. Encruzilhada



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

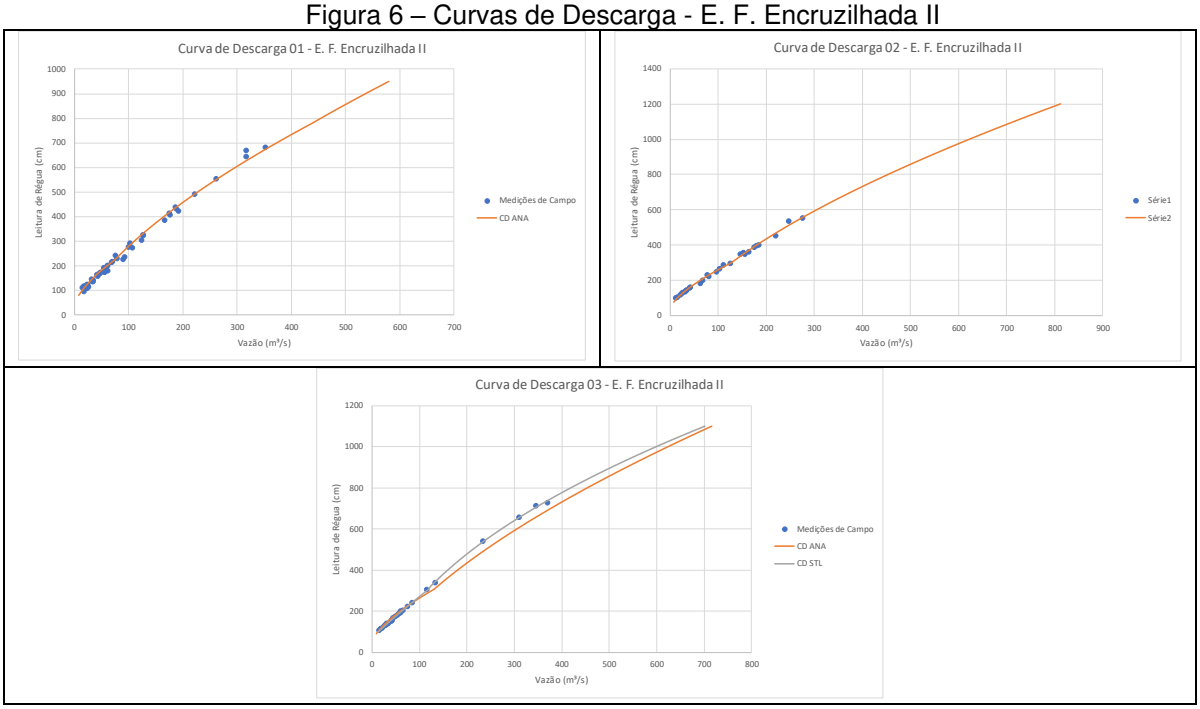
Para a estação fluviométrica Encruzilhada II a ANA determinou 3 curvas de descarga ao longo do período de medição, todas muito próximas, com leves ajustes, conforme pode ser observado nos quadros e gráficos a seguir. Devido a amplitude de dados de medição de campo, até vazões de cheia, certificou-se as 2 primeiras curvas definidas pela ANA, não havendo necessidade alterações destas. Porém a última, a partir de 2012, verificou-se que não correspondia as cheias medidas em campo, logo promove-se um ajuste na extrapolação pelo método logarítmico, como equações mostradas na sequência.

Tabela 7 – Curvas de Descarga - E. F. Encruzilhada II

N	Código	Nível Cons.	Período Validade Inicio	Período Validade Fim	Cota Máxima	Cota Mínima	Coef. (A)	Coef. (H0)	Coef. (N)
1	71350001	2	01/07/1984	22/04/2002	950	778	12,6024	-1,2000	1,6150
	71350001	2	01/07/1984	22/04/2002	167	80	30,2000	0,4100	1,4100
	71350001	2	01/07/1984	22/04/2002	224	167	31,0254	0,4500	1,5000
	71350001	2	01/07/1984	22/04/2002	778	224	14,8299	-0,5000	1,6000
2	71350001	2	23/04/2002	19/01/2012	1200	297	12,6024	-1,2000	1,6150
	71350001	2	23/04/2002	19/01/2012	297	75	30,0000	0,3600	1,5000
3	71350001	2	20/01/2012	31/12/2014	1050	307	12,6024	-1,2000	1,6150
	71350001	2	20/01/2012	31/12/2014	307	90	31,0254	0,4500	1,5000

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 6 – Curvas de Descarga - E. F. Encruzilhada II



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 8 – Equações da Curva de Descarga - E. F. Encruzilhada II a parir de 20/01/2012

Parâmetros	Até 320 cm	> 320 cm
H0	-300,00	71,30
b	2,143795	1,078659
a	0,000126	0,326232

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Para a estação fluviométrica Ponte Alta do Sul, a ANA determinou, no seu período de operação, 7 curvas de descarga, todas muito semelhantes em todos trechos. Certificou-se a extrapolação das cheias devido aos eventos de 1983 e 1984, onde o balanço entre os dados das estações Passo Caru e Passo Marombas resultaram em valores coerentes para a estação Ponte Alta do Sul.

Explicando melhor, a estação Passo Caru, no rio Canoas, recebe as águas do rio Marombas, onde está a estação Passo Marombas, logo a diferença de vazões entre o registrado em Passo Caru e Passo Marombas, deve resultar num valor próximo ao resultado de Ponte Alta do Sul somada a área incremental, e foi este o percebido (quadro a seguir). Para a cheia de julho de 1983, maior cheia da bacia, tivemos registrado pelas curvas de descargas definidas pela ANA uma vazão de 2310 m³/s em Ponte Alta do Sul, 2556 m³/s em Passo Marombas e 6349 m³/s em

Passo Caru, já para a cheia de agosto de 1984 tivemos uma vazão de 2980 m³/s em Ponte Alta do Sul, 2098 m³/s em Passo Marombas e 5893 m³/s em Passo Caru.

Percebe-se pelo quadro a seguir que na cheia de 83 a vazão incremental ficou superior ao estimado pelas vazões específicas das estações Ponte Alta do Sul e Passo Marombas, quando comparas com Passo Caru, e em 84 ficou muito próxima. A questão da cheia de 83 ter apresentado uma diferença maior no trecho incremental pode estar atrelada a medição de 7 e 17 horas, onde a medição em dois pontos pode mascarar o real resultado dos hidrogramas. Sendo assim, certificou-se a extrapolação das cheias e não houveram necessidade de mudanças nas curvas de descarga

Tabela 9 – Análise das Cheias

Análise do Evento de Julho/1983						
	PAS	PSM	PSC	SOMA PAS+PSM	Diferença com PSC	Estimativa de Qinc
Q (m³/s)	2310	2556	6349	4866	1483	921
AD (km²)	4712,76	3786	10109	8498,76	1610,24	
q (l/s.km²)	490,17	675,12	628,05	572,56	920,94	
Análise do Evento de Agosto/1984						
	PAS	PSM	PSC	SOMA PAS+PSM	Diferença com PSC	Estimativa de Qinc
Q (m³/s)	2980	2098	5893	5078	815	962
AD (km²)	4712,76	3786	10109	8498,76	1610,24	
q (l/s.km²)	632,33	554,15	582,95	597,50	506,14	

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

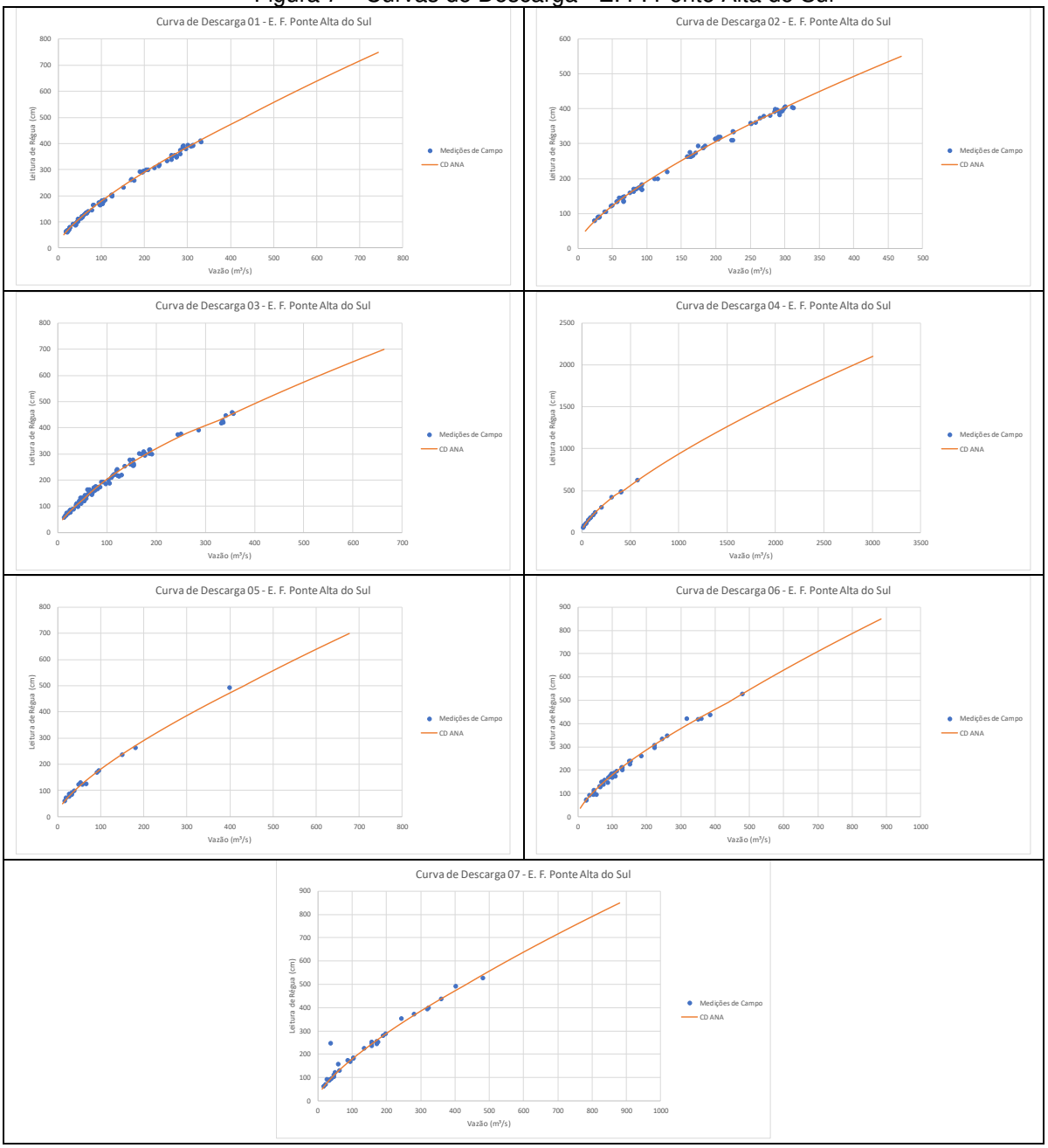
Tabela 10 – Curvas de Descarga - E. F. Ponte Alta do Sul

N	Código	Nível Cons.	Período Validade Inicio	Período Validade Fim	Cota Máxima	Cota Mínima	Coef. (A)	Coef. (H0)	Coef. (N)
1	71383000	2	01/01/1956	13/06/1966	501	199	45,0000	0,0200	1,4100
	71383000	2	01/01/1956	13/06/1966	750	501	44,4519	-0,2000	1,3800
	71383000	2	01/01/1956	13/06/1966	199	50	49,6712	0,1200	1,3710
2	71383000	2	14/06/1966	15/04/1971	550	50	44,4519	0,1400	1,4030
3	71383000	2	16/04/1971	20/10/1979	429	381	32,1380	0,3400	1,6900
	71383000	2	16/04/1971	20/10/1979	700	429	44,4519	0,1400	1,4030
	71383000	2	16/04/1971	20/10/1979	381	126	16,9529	-0,5600	1,8600
	71383000	2	16/04/1971	20/10/1979	126	50	44,4519	0,1500	1,4030
4	71383000	2	21/10/1979	23/10/1984	2100	507	44,4519	-0,2000	1,3800
	71383000	2	21/10/1979	23/10/1984	451	60	44,4519	0,1400	1,4030
	71383000	2	21/10/1979	23/10/1984	507	451	45,0000	0,8300	1,5800
5	71383000	2	24/10/1984	20/06/1992	700	501	44,4519	-0,2000	1,3800
	71383000	2	24/10/1984	20/06/1992	501	448	45,0000	0,0200	1,4100
	71383000	2	24/10/1984	20/06/1992	448	50	50,0432	0,1600	1,3680

N	Código	Nível Cons.	Período Validade Inicio	Período Validade Fim	Cota Máxima	Cota Mínima	Coef. (A)	Coef. (H0)	Coef. (N)
6	71383000	2	21/06/1992	19/11/2006	850	491	39,0000	-0,6600	1,4090
	71383000	2	21/06/1992	19/11/2006	491	213	46,0000	0,0700	1,4300
	71383000	2	21/06/1992	19/11/2006	213	35	49,6712	0,1200	1,3710
7	71383000	2	20/11/2006	31/12/2014	497	226	45,0000	0,0200	1,4100
	71383000	2	20/11/2006	31/12/2014	226	50	50,0432	0,1500	1,3800
	71383000	2	20/11/2006	31/12/2014	850	497	44,4519	-0,2000	1,3800

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 7 – Curvas de Descarga - E. F. Ponte Alta do Sul



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

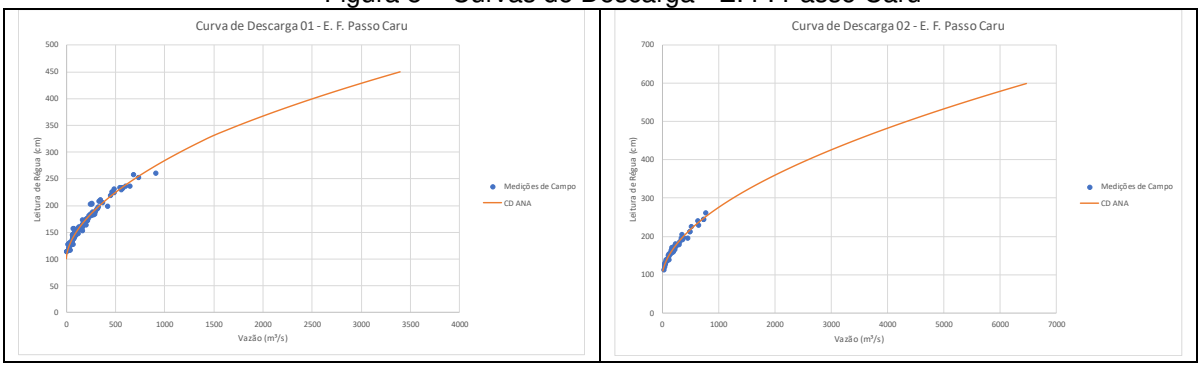
Para a estação fluviométrica Passo Caru a ANA determinou 5 curvas de descarga ao longo do período de operação. Todas curvas com a extrapolação das cheias muito próxima e leves alterações nos trechos médio e inferior. Conforme explicado na análise da estação Ponte Alta do Sul, devido a coerência entre as cheias de Passo Caru e Passo Marombas e Ponte Alta do Sul, manteve-se as extrapolações de cheias definidas pela ANA.

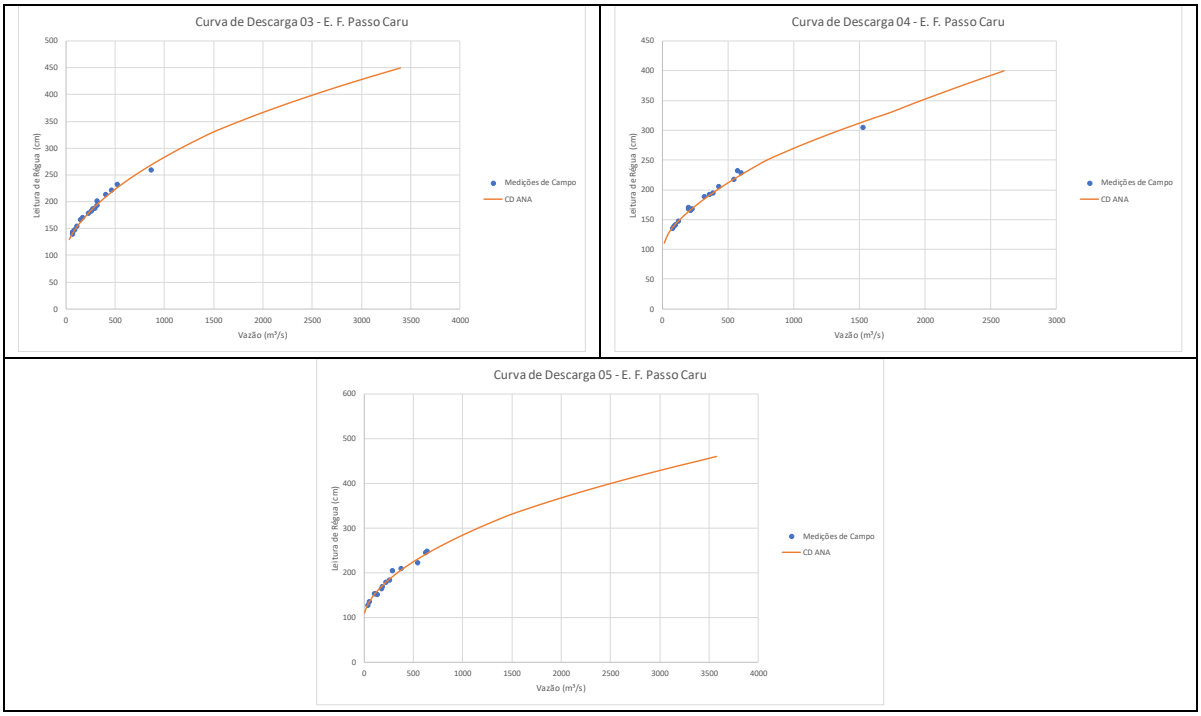
Tabela 11 – Curvas de Descarga - E. F. Passo Caru

N	Código	Nível Cons.	Período Validade Inicio	Período Validade Fim	Cota Máxima	Cota Mínima	Coef. (A)	Coef. (H0)	Coef. (N)
1	71550000	2	01/12/1950	10/05/1979	450	330	330,000	1,090	1,900
	71550000	2	01/12/1950	10/05/1979	330	100	330,000	0,980	1,790
2	71550000	2	11/05/1979	03/08/1997	600	110	323,260	0,910	1,841
3	71550000	2	04/08/1997	27/01/2002	180	130	409,357	1,100	1,600
	71550000	2	04/08/1997	27/01/2002	330	180	330,000	0,980	1,790
	71550000	2	04/08/1997	27/01/2002	450	330	330,000	1,090	1,900
4	71550000	2	28/01/2002	04/10/2008	134	110	323,260	0,910	1,841
	71550000	2	28/01/2002	04/10/2008	249	134	461,552	1,060	1,496
	71550000	2	28/01/2002	04/10/2008	330	249	461,552	1,120	1,700
	71550000	2	28/01/2002	04/10/2008	400	330	461,552	0,950	1,550
5	71550000	2	05/10/2008	10/10/2012	500	454	323,260	0,910	1,841
	71550000	2	05/10/2008	10/10/2012	330	110	330,000	0,980	1,790
	71550000	2	05/10/2008	10/10/2012	454	330	330,000	1,090	1,900

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 8 – Curvas de Descarga - E. F. Passo Caru

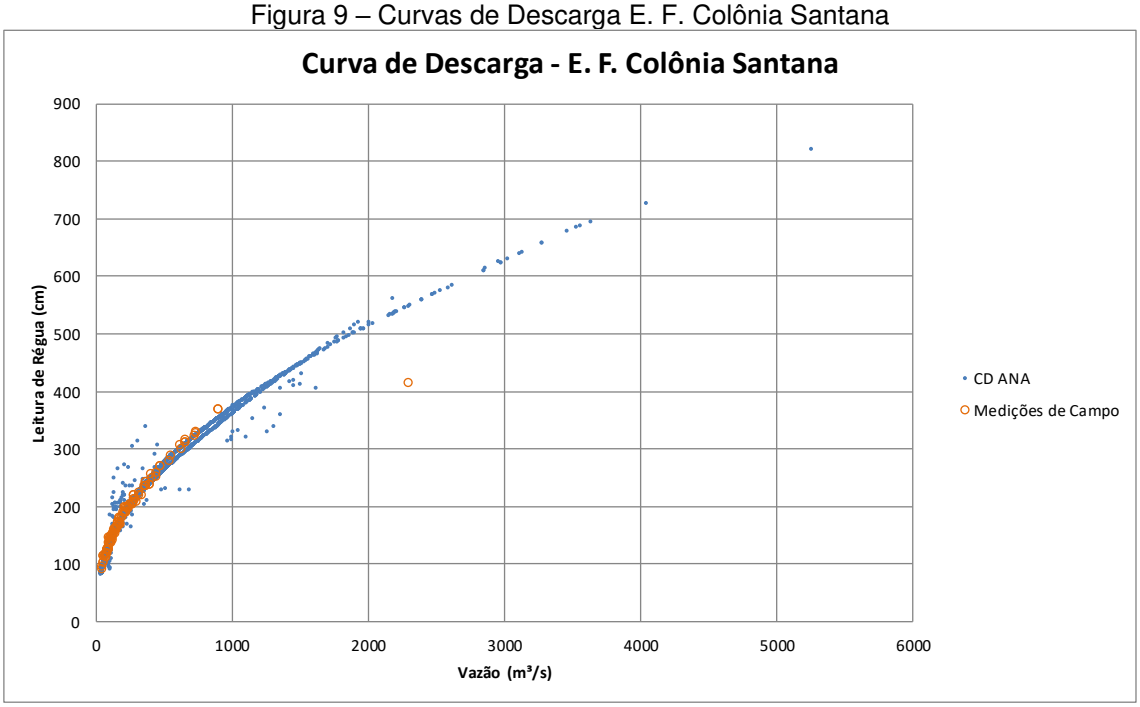




Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Para a estação Colônia Santana, já desativada, a ANA definiu duas curvas de descarga ao longo do período de operação, sendo as duas muito próximas. As mesmas estão bem ajustadas aos dados de medição de campo, logo não houve a necessidade de alterações. Foram feitos alguns ajustes de vazões não rebatidos para as cotas pela ANA, por isso alguns dados dispersos no gráfico seguinte (pontos azuis).

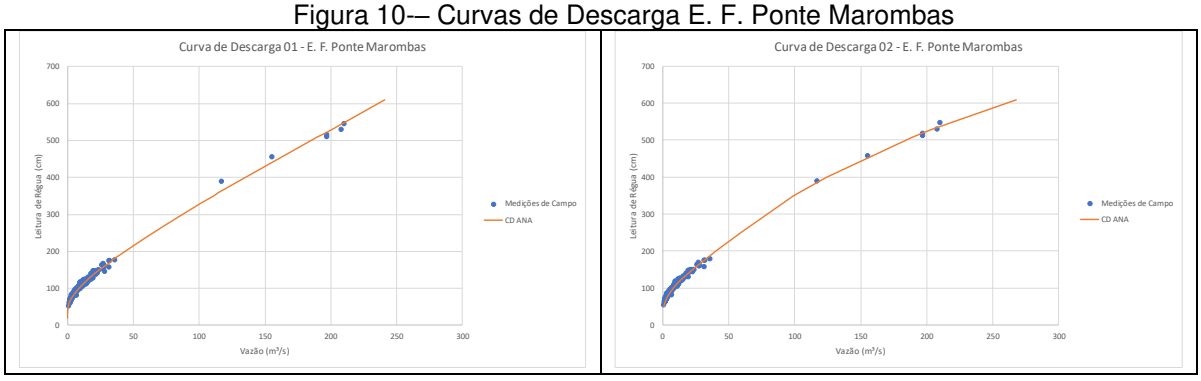
Figura 9 – Curvas de Descarga E. F. Colônia Santana

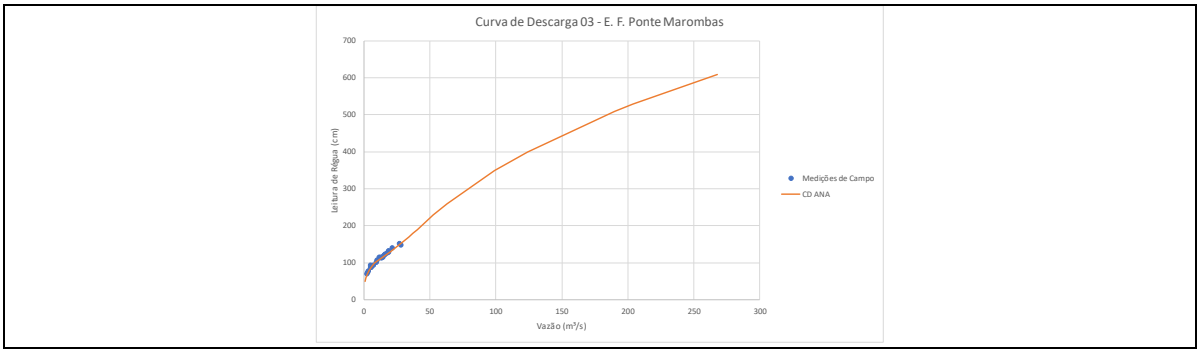


Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Para a estação Ponte Marombas, já desativada, a ANA definiu três curvas de descarga ao longo do período de operação, percebe-se que as curvas 1 e 2 possuem dados de medição até a parte mais alta (cheias), o que certificam seu excelente ajuste. A Curva 3 teve a extrapolação baseada na curva 2.

Figura 10-– Curvas de Descarga E. F. Ponte Marombas





Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

A próxima estação analisada, Passo Marombas, teve 9 curvas de descargas definidas pela ANA ao longo do seu período de operação. Todas curvas com a extrapolação das cheias muito próxima e leves alterações nos trechos médio e inferior. Conforme explicado na análise da estação Ponte Alta do Sul, devido a coerência entre as cheias de Passo Caru e Passo Marombas e Ponte Alta do Sul, manteve-se as extrapolações de cheias definidas pela ANA. Outra questão a ser ressaltada são as medições de vazão no trecho superior da curva, certificando o ajuste da extrapolação.

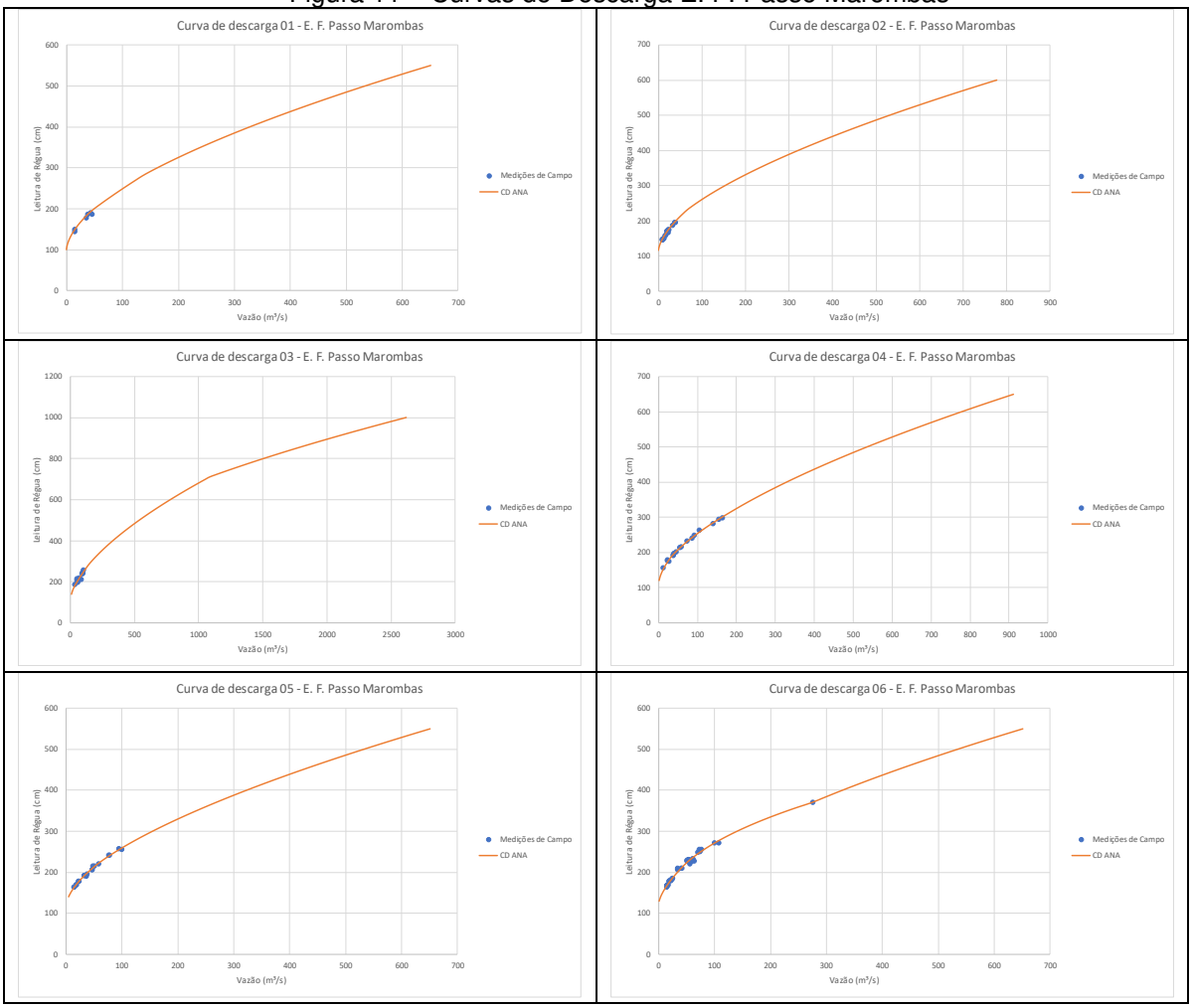
Tabela 12 – Curvas de Descarga E. F. Passo Marombas

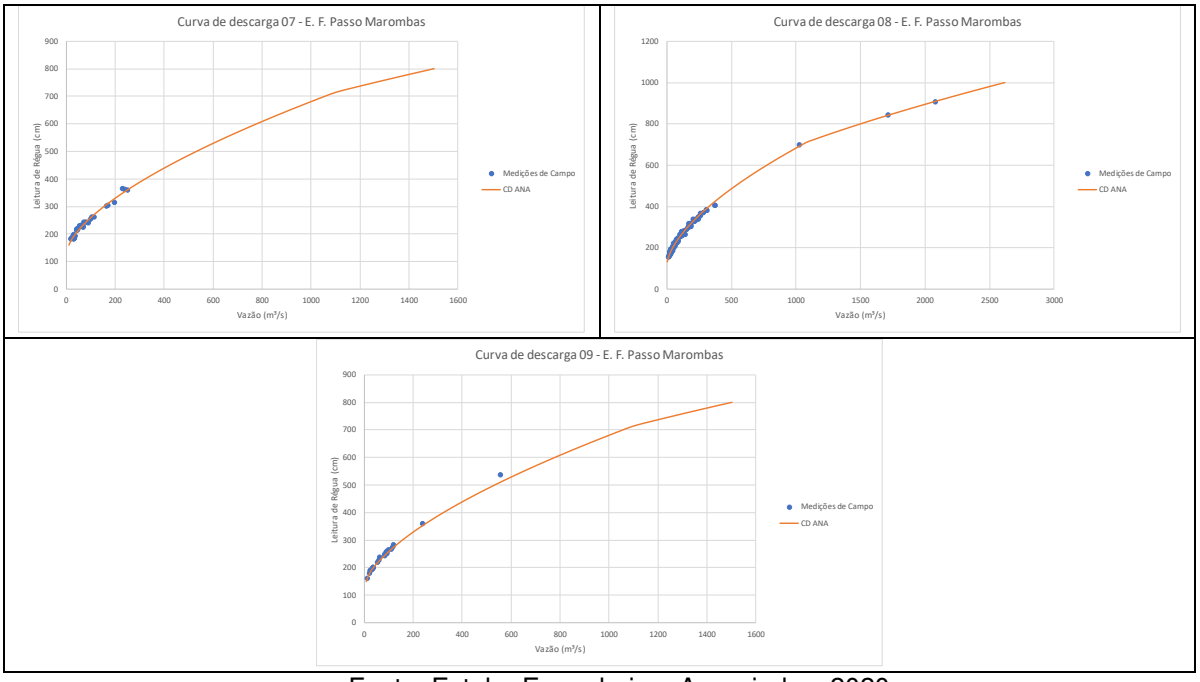
N	Código	Nível Cons.	Período Validade Inicio	Período Validade Fim	Cota Máxima	Cota Mínima	Coef. (A)	Coef. (H0)	Coef. (N)
1	71498000	2	22/04/1940	22/06/1946	550	283	60,0722	1,1500	1,6210
	71498000	2	22/04/1940	22/06/1946	196	100	45,9494	0,9600	1,7500
	71498000	2	22/04/1940	22/06/1946	283	196	88,8949	1,3800	1,2070
2	71498000	2	23/06/1946	16/09/1953	231	110	49,8307	1,1100	1,6350
	71498000	2	23/06/1946	16/09/1953	600	231	67,1698	1,3100	1,5850
3	71498000	2	17/09/1953	13/03/1958	712	283	60,0722	1,1500	1,6210
	71498000	2	17/09/1953	13/03/1958	177	140	60,0722	1,1400	1,6210
	71498000	2	17/09/1953	13/03/1958	283	177	88,8949	1,3800	1,2070
	71498000	2	17/09/1953	13/03/1958	1000	712	122,5075	3,1900	1,5960
4	71498000	2	14/03/1958	18/09/1962	650	315	60,0722	1,1500	1,6210
	71498000	2	14/03/1958	18/09/1962	189	120	49,8307	1,1100	1,6350
	71498000	2	14/03/1958	18/09/1962	315	189	63,6992	1,2200	1,6200
5	71498000	2	19/09/1962	27/10/1966	550	225	67,1698	1,3100	1,5850
	71498000	2	19/09/1962	27/10/1966	225	140	54,3378	1,1800	1,6680
6	71498000	2	28/10/1966	20/06/1972	371	225	18,6914	0,7500	2,4800
	71498000	2	28/10/1966	20/06/1972	550	371	60,0722	1,1500	1,6210
	71498000	2	28/10/1966	20/06/1972	225	130	49,5612	1,2300	1,5080
7	71498000	2	21/06/1972	10/03/1975	177	160	49,5612	1,2300	1,5080
	71498000	2	21/06/1972	10/03/1975	715	177	67,1698	1,3100	1,5850
	71498000	2	21/06/1972	10/03/1975	800	715	122,5075	3,1900	1,5960

N	Código	Nível Cons.	Período Validade Inicio	Período Validade Fim	Cota Máxima	Cota Mínima	Coef. (A)	Coef. (H0)	Coef. (N)
8	71498000	2	11/03/1975	25/02/2012	146	130	49,8307	1,1100	1,6350
	71498000	2	11/03/1975	25/02/2012	712	146	60,0722	1,1500	1,6210
	71498000	2	11/03/1975	25/02/2012	1000	712	122,5075	3,1900	1,5960
9	71498000	2	26/02/2012	31/12/2014	715	232	67,1698	1,3100	1,5850
	71498000	2	26/02/2012	31/12/2014	800	715	122,5075	3,1900	1,5960
	71498000	2	26/02/2012	31/12/2014	192	150	49,5612	1,2300	1,5080
	71498000	2	26/02/2012	31/12/2014	232	192	84,2957	1,4600	1,4000

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 11 – Curvas de Descarga E. F. Passo Marombas



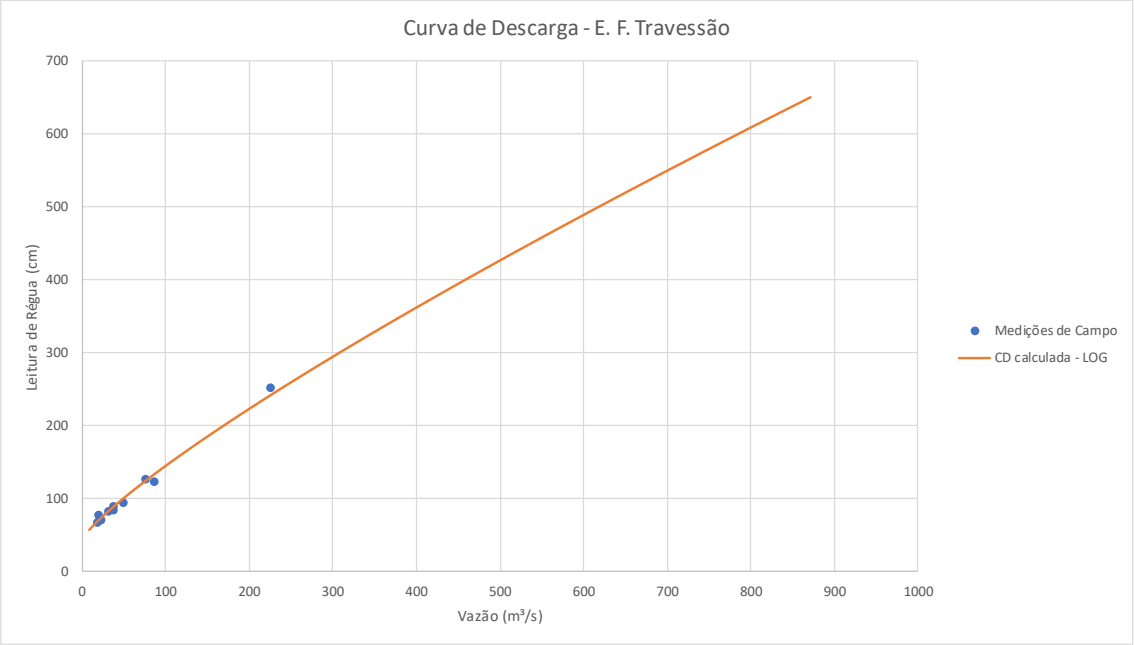


Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Para a estação Capão Alto a ANA não apresentou dados das medições de campo para avaliar a curva de descarga definida.

A última estação analisada é a estação Travessão, onde não havia curva definida pela ANA, logo, através das medições de campo, calculou-se a curva de descarga mostrada a seguir pelo método logarítmico.

Figura 12 – Curvas de Descarga E. F. Travessão



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 13 –Equação Curva de Descarga E. F. Travessão

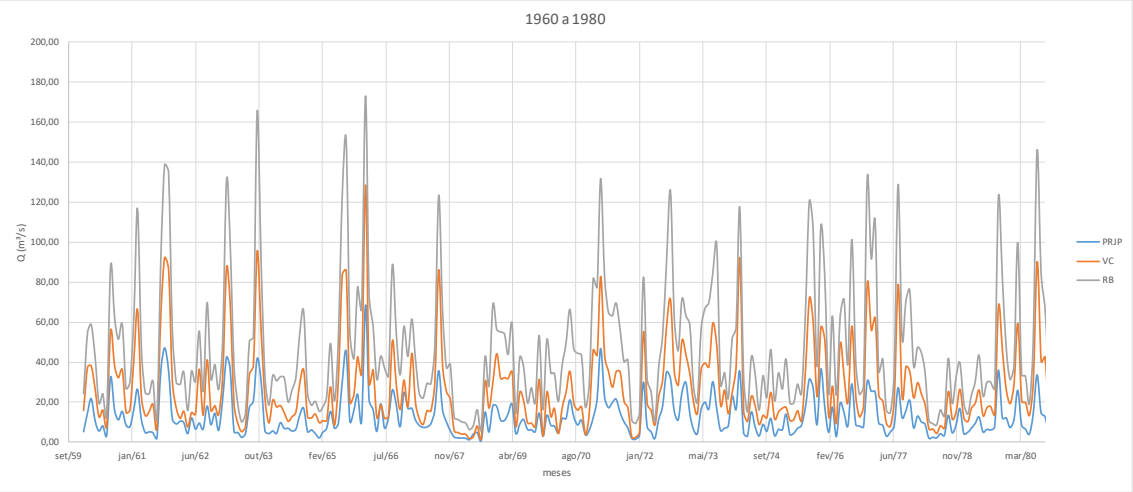
H0	45,00
b	1,205488
a	0,386385

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.1.3.2 Cotagramas, Fluviogramas e Flutuações de Vazões Médias Mensais

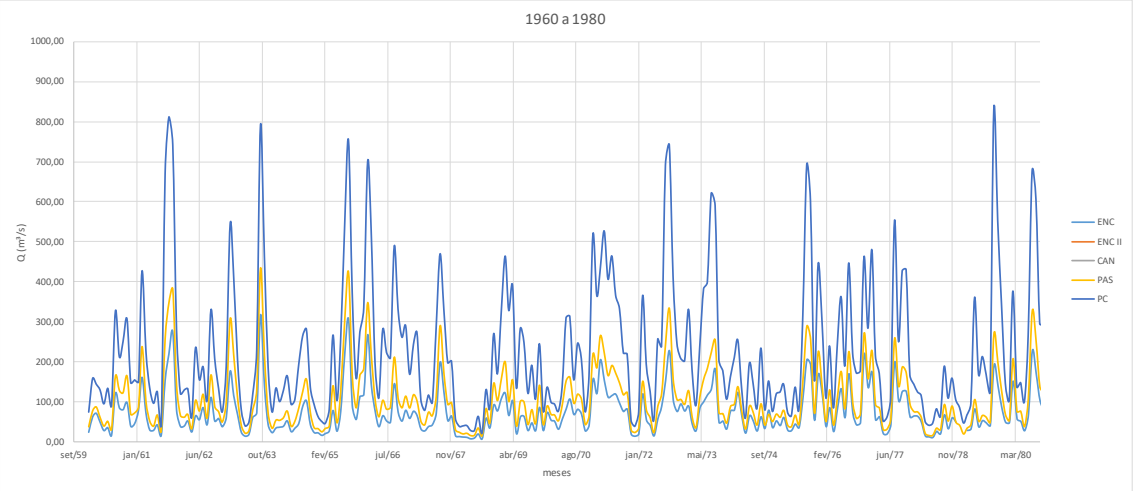
Para a análise de consistência das estações plotou-se os cotagramas, fluviogramas e flutuações de vazões médias mensais, afim de reconhecer períodos com inconsistências. Como exemplo, são mostrados os gráficos a seguir de flutuação de vazões médias mensais, ressalta-se que foram muitos gráficos analisados, não cabendo demonstrar cada um deles. Percebe-se uma boa coerência entre os dados das estações.

Figura 13 – Flutuação de Vazões Médias Mensais – Rio Canoas – Estações Base – 1960 a 1980



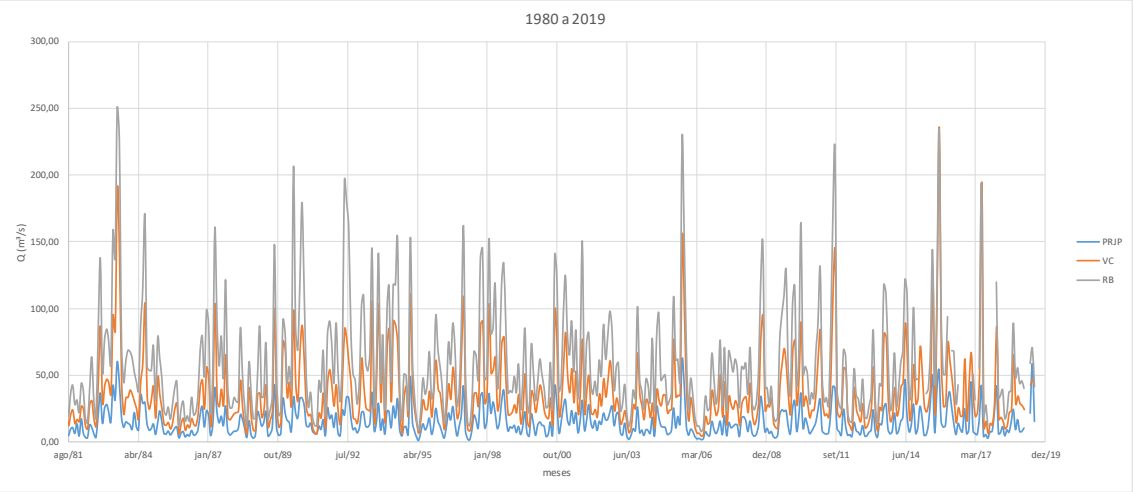
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 14 – Flutuação de Vazões Médias Mensais – Rio Canoas – Demais Estações – 1960 a 1980



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 15 – Flutuação de Vazões Médias Mensais – Rio Canoas – Estações Base – 1980 a 2019



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.1.3.3 Correlações

Foram realizadas as correlações de vazões médias mensais, afim de analisar inconsistências e posteriormente preencher as falhas nas estações. Os valores obtidos das correlações finais são apresentados nas tabelas a seguir. A maioria das estações apresenta um excelente coeficiente de correlação com as demais, possibilitando o preenchimento de falhas e extensão da série.

Salienta-se que as falhas e extensões foram preenchidas com as mesmas cores das tabelas a seguir.

Tabela 14 – Correlações E. F. Ponte Rio João Paulo

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R²	R
1	VC	PRJP	1007,87	486,074	0,4823	Y = 0,3966 X	0,7849	0,8859
2	RB	PRJP	1987,66	486,074	0,2445	Y = 0,2506 X	0,8258	0,9087
3	JOA	PRJP	2326,042	486,074	0,2090	Y = 0,2075 X	0,8758	0,9358
4	ENC	PRJP	3150,8	486,074	0,1543	Y = 0,1469 X	0,6628	0,8141
5	ENC II	PRJP	3139,02	486,074	0,1548	Y = 0,1441 X	0,7227	0,8501
6	CAN	PRJP	4510,17	486,074	0,1078			
7	PAS	PRJP	4712,76	486,074	0,1031	Y = 0,1080 X	0,7610	0,8724
8	PC	PRJP	10109,06	486,074	0,0481	Y = 0,0458 X	0,6176	0,7859
9	CST	PRJP	13360,24	486,074	0,0364	Y = 0,0415 X	0,6407	0,8004
10	PTM	PRJP	362,58	486,074	1,3406	Y = 1,1636 X	0,5703	0,7552
11	PSM	PRJP	3681,85	486,074	0,1320	Y = 0,1427 X	0,5382	0,7336
12	CA	PRJP	796,73	486,074	0,6101	Y = 0,7057 X	0,2364	0,4862
13	TRA	PRJP	2116	486,074	0,2297	Y = 0,2190 X	0,6067	0,7789

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 15 – Correlações E. F. Vila Canoas

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R²	R
14	PRJP	VC	486,07	1007,87	2,0735	Y = 2,3279 X	0,8009	0,8949
15	RB	VC	1987,66	1007,87	0,5071	Y = 0,6189 X	0,9069	0,9523

16	JOA	VC	2326,042	1007,87	0,4333	Y = 0,4349 X	0,9534	0,9764
17	ENC	VC	3150,8	1007,87	0,3199	Y = 0,3467 X	0,8733	0,9345
18	ENC II	VC	3139,02	1007,87	0,3211	Y = 0,3704 X	0,8300	0,9110
19	CAN	VC	4510,17	1007,87	0,2235			
20	PAS	VC	4712,76	1007,87	0,2139	Y = 0,2686 X	0,8463	0,9199
21	PC	VC	10109,06	1007,87	0,0997	Y = 0,1119 X	0,7388	0,8595
22	CST	VC	13360,24	1007,87	0,0754	Y = 0,0913 X	0,6936	0,8328
23	PTM	VC	362,58	1007,87	2,7797	Y = 2,6130 X	0,5675	0,7533
24	PSM	VC	3681,85	1007,87	0,2737	Y = 0,3522 X	0,6412	0,8007
25	CA	VC	796,73	1007,87	1,2650	Y = 1,4068 X	0,3070	0,5541
26	TRA	VC	2116	1007,87	0,4763	Y = 0,5368 X	0,7348	0,8572

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 16 – Correlações E. F. Rio Bonito

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R^2	R
27	PRJP	RB	486,07	1987,66	4,0892	Y = 3,7427 X	0,8117	0,9009
28	VC	RB	1007,87	1987,66	1,9721	Y = 1,5571 X	0,8904	0,9436
29	JOA	RB	2326,042	1987,66	0,8545	Y = 0,7294 X	0,9668	0,9833
30	ENC	RB	3150,8	1987,66	0,6308	Y = 0,5783 X	0,8851	0,9408
31	ENC II	RB	3139,02	1987,66	0,6332	Y = 0,6006 X	0,9153	0,9567
32	CAN	RB	4510,17	1987,66	0,4407	Y = 0,3219 X	-0,025	0,1581
33	PAS	RB	4712,76	1987,66	0,4218	Y = 0,4329 X	0,9134	0,9557
34	PC	RB	10109,06	1987,66	0,1966	Y = 0,1865 X	0,7724	0,8789
35	CST	RB	13360,24	1987,66	0,1488	Y = 0,1581 X	0,7731	0,8793
36	PTM	RB	362,58	1987,66	5,4820	Y = 4,4693 X	0,5632	0,7505
37	PSM	RB	3681,85	1987,66	0,5399	Y = 0,5698 X	0,6860	0,8283
38	CA	RB	796,73	1987,66	2,4948	Y = 2,2801 X	0,2305	0,4801
39	TRA	RB	2116	1987,66	0,9393	Y = 0,9127 X	0,7349	0,8573

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 17 – Correlações E. F. Joana

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R^2	R
40	PRJP	JOA	486,07	2326,042	4,7854	Y = 4,5659 X	0,8850	0,9407
41	VC	JOA	1007,87	2326,042	2,3079	Y = 2,2537 X	0,9566	0,9781
42	RB	JOA	1987,66	2326,042	1,1702	Y = 1,3543 X	0,9732	0,9865
43	ENC	JOA	3150,8	2326,042	0,7382	Y = 0,8172 X	0,9626	0,9811
44	ENC II	JOA	3139,02	2326,042	0,7410			
45	CAN	JOA	4510,17	2326,042	0,5157			
46	PAS	JOA	4712,76	2326,042	0,4936	Y = 0,5538 X	0,9746	0,9872
47	PC	JOA	10109,06	2326,042	0,2301	Y = 0,2923 X	0,9360	0,9675
48	CST	JOA	13360,24	2326,042	0,1741	Y = 0,2067 X	0,9534	0,9764
49	PTM	JOA	362,58	2326,042	6,4153	Y = 5,7778 X	0,4949	0,7035
50	PSM	JOA	3681,85	2326,042	0,6318	Y = 0,9481 X	0,7492	0,8656
51	CA	JOA	796,73	2326,042	2,9195	Y = 4,0938 X	-0,2200	0,4690
52	TRA	JOA	2116	2326,042	1,0993			

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 18 – Correlações E. F. Encruzilhada

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R^2	R
53	PRJP	ENC	486,07	3150,8	6,4822	Y = 5,9272 X	0,7061	0,8403
54	VC	ENC	1007,87	3150,8	3,1262	Y = 2,7347 X	0,8822	0,9393
55	RB	ENC	1987,66	3150,8	1,5852	Y = 1,6616 X	0,9094	0,9536
56	JOA	ENC	2326,04	3150,8	1,3546	Y = 1,2028 X	0,9627	0,9812
57	ENC II	ENC	3139,02	3150,8	1,0038	Relação AD		
58	CAN	ENC	4510,17	3150,8	0,6986	Y = 0,3879 X	-0,3450	0,5874
59	PAS	ENC	4712,76	3150,8	0,6686	Y = 0,7289 X	0,9575	0,9785
60	PC	ENC	10109,06	3150,8	0,3117	Y = 0,3100 X	0,9014	0,9494

61	CST	ENC	13360,24	3150,8	0,2358	Y = 0,2624 X	0,8727	0,9342
62	PTM	ENC	362,58	3150,8	8,6899	Y = 6,4885 X	0,6330	0,7956
63	PSM	ENC	3681,85	3150,8	0,8558	Y = 0,9473 X	0,7615	0,8726
64	CA	ENC	796,73	3150,8	3,9547	Y = 3,5013 X	0,3239	0,5691
65	TRA	ENC	2116	3150,8	1,4890	Y = 1,6712 X	0,7105	0,8429

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 19 – Correlações E. F. Encruzilhada II

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R^2	R
66	PRJP	ENC II	486,07	3139,02	6,4580	Y = 6,3121 X	0,7409	0,8608
67	VC	ENC II	1007,87	3139,02	3,1145	Y = 2,5415 X	0,8323	0,9123
68	RB	ENC II	1987,66	3139,02	1,5793	Y = 1,6208 X	0,9246	0,9616
69	JOA	ENC II	2326,04	3139,02	1,3495			
70	ENC	ENC II	3150,8	3139,02	0,9963			
71	CAN	ENC II	4510,17	3139,02	0,6960			
72	PAS	ENC II	4712,76	3139,02	0,6661	Y = 0,7310 X	0,9688	0,9843
73	PC	ENC II	10109,06	3139,02	0,3105	Y = 0,3197 X	0,9040	0,9508
74	CST	ENC II	13360,24	3139,02	0,2350	Y = 0,3021 X	0,9518	0,9756
75	PTM	ENC II	362,58	3139,02	8,6575	Y = 8,5137 X	0,7403	0,8604
76	PSM	ENC II	3681,85	3139,02	0,8526	Y = 0,9613 X	0,7505	0,8663
77	CA	ENC II	796,73	3139,02	3,9399			
78	TRA	ENC II	2116	3139,02	1,4835	Y = 1,8004 X	0,7218	0,8496

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 20 – Correlações E. F. Canoas

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R^2	R
79	PRJP	CAN	486,07	4510,17	9,2788			
80	VC	CAN	1007,87	4510,17	4,4750			
81	RB	CAN	1987,66	4510,17	2,2691	Y = 1,9230 X	0,1106	0,3326
82	JOA	CAN	2326,04	4510,17	1,9390			
83	ENC	CAN	3150,8	4510,17	1,4314	Y = 1,2587 X	-0,5040	0,7099
84	ENC II	CAN	3139,02	4510,17	1,4368			
85	PAS	CAN	4712,76	4510,17	0,9570			
86	PC	CAN	10109,06	4510,17	0,4462	Y = 0,3701 X	-0,4020	0,6340
87	CST	CAN	13360,24	4510,17	0,3376			
88	PTM	CAN	362,58	4510,17	12,4391			
89	PSM	CAN	3681,85	4510,17	1,2250	Y = 1,2600 X	0,2336	0,4833
90	CA	CAN	796,73	4510,17	5,6609			
91	TRA	CAN	2116	4510,17	2,1315			

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 21 – Correlações E. F. Ponte Alta do Sul

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R^2	R
92	PRJP	PAS	486,07	4712,76	9,6956	Y = 8,4791 X	0,7730	0,8792
93	VC	PAS	1007,87	4712,76	4,6760	Y = 3,4991 X	0,8395	0,9162
94	RB	PAS	1987,66	4712,76	2,3710	Y = 2,2431 X	0,9232	0,9608
95	JOA	PAS	2326,04	4712,76	2,0261	Y = 1,7846 X	0,9731	0,9865
96	ENC	PAS	3150,8	4712,76	1,4957	Y = 1,3462 X	0,9528	0,9761
97	ENC II	PAS	3139,02	4712,76	1,5013	Y = 1,3529 X	0,9688	0,9843
98	CAN	PAS	4510,17	4712,76	1,0449			0,0000
99	PC	PAS	10109,06	4712,76	0,4662	Y = 0,4296 X	0,9016	0,9495

100	CST	PAS	13360,24	4712,76	0,3527	Y = 0,3712 X	0,9216	0,9600
101	PTM	PAS	362,58	4712,76	12,9978	Y = 10,2230 X	0,6925	0,8322
102	PSM	PAS	3681,85	4712,76	1,2800	Y = 1,3098 X	0,7950	0,8916
103	CA	PAS	796,73	4712,76	5,9151	Y = 5,2068 X	0,3178	0,5637
104	TRA	PAS	2116	4712,76	2,2272	Y = 2,2475 X	0,7971	0,8928

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 22 – Correlações E. F. Passo Caru

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R^2	R
105	PRJP	PC	486,07	10109,06	20,7975	Y = 18,9390 X	0,6793	0,8242
106	VC	PC	1007,87	10109,06	10,0301	Y = 8,0726 X	0,7683	0,8765
107	RB	PC	1987,66	10109,06	5,0859	Y = 4,9541 X	0,8171	0,9039
108	JOA	PC	2326,04	10109,06	4,3460	Y = 3,3209 X	0,9276	0,9631
109	ENC	PC	3150,8	10109,06	3,2084	Y = 3,0885 X	0,9061	0,9519
110	ENC II	PC	3139,02	10109,06	3,2205	Y = 3,0217 X	0,9082	0,9530
111	CAN	PC	4510,17	10109,06	2,2414	Y = 1,3397 X	-0,2130	0,4615
112	PAS	PC	4172,76	10109,06	2,4226	Y = 2,2421 X	0,9121	0,9550
113	CST	PC	13360,24	10109,06	0,7567	Y = 0,8285 X	0,9559	0,9777
114	PTM	PC	362,58	10109,06	27,8809	Y = 22,7400 X	0,7668	0,8757
115	PSM	PC	3681,85	10109,06	2,7456	Y = 3,0390 X	0,9214	0,9599
116	CA	PC	796,73	10109,06	12,6882	Y = 10,4380 X	0,3693	0,6077
117	TRA	PC	2116	10109,06	4,7774	Y = 5,2819 X	0,8075	0,8986

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 23 – Correlações E. F. Colônia Santana

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R^2	R
118	PRJP	CST	486,07	13360,24	27,4862	Y = 20,931 X	0,6160	0,7849
119	VC	CST	1007,87	13360,24	13,2559	Y = 9,7344 X	0,6751	0,8216
120	RB	CST	1987,66	13360,24	6,7216	Y = 5,8836 X	0,7959	0,8921
121	JOA	CST	2326,04	13360,24	5,7438	Y = 4,7286 X	0,9508	0,9751
122	ENC	CST	3150,8	13360,24	4,2403	Y = 3,6408 X	0,8685	0,9319
123	ENC II	CST	3139,02	13360,24	4,2562	Y = 3,2567 X	0,9566	0,9781
124	CAN	CST	4510,17	13360,24	2,9622			
125	PAS	CST	4172,76	13360,24	3,2018	Y = 2,6213 X	0,9211	0,9597
126	PC	CST	10109,06	13360,24	1,3216	Y = 1,1876 X	0,9529	0,9762
127	PTM	CST	362,58	13360,24	36,8477	Y = 25,2790 X	0,7961	0,8922
128	PSM	CST	3681,85	13360,24	3,6287	Y = 3,5348 X	0,8664	0,9308
129	CA	CST	796,73	13360,24	16,7688			0,0000
130	TRA	CST	2116	13360,24	6,3139	Y = 5,6037 X	0,8267	0,9092

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 24 – Correlações E. F. Ponte Marombas

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R^2	R
131	PRJP	PTM	486,07	362,58	0,7459	Y = 0,7328 X	0,5714	0,7559
132	VC	PTM	1007,87	362,58	0,3597	Y = 0,3254 X	0,5645	0,7513
133	RB	PTM	1987,66	362,58	0,1824	Y = 0,1928 X	0,5972	0,7728
134	JOA	PTM	2326,04	362,58	0,1559	Y = 0,1345 X	0,2212	0,4703
135	ENC	PTM	3150,8	362,58	0,1151	Y = 0,1334 X	0,6157	0,7847
136	ENC II	PTM	3139,02	362,58	0,1155	Y = 0,1070 X	0,7400	0,8602
137	CAN	PTM	4510,17	362,58	0,0804			
138	PAS	PTM	4172,76	362,58	0,0869	Y = 0,0872 X	0,6846	0,8274
139	PC	PTM	10109,06	362,58	0,0359	Y = 0,0401 X	0,7449	0,8631
140	CST	PTM	13360,24	362,58	0,0271	Y = 0,0368 X	0,7827	0,8847
141	PSM	PTM	3681,85	362,58	0,0985	Y = 0,1227 X	0,7717	0,8785
142	CA	PTM	796,73	362,58	0,4551	Y = 0,5768 X	0,4592	0,6776

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R²	R
143	TRA	PTM	2116	362,58	0,1714	Y = 0,1878 X	0,6605	0,8127

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 25 – Correlações E. F. Passo Marombas

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R²	R
144	PRJP	PSM	486,07	3681,85	7,5747	Y = 5,8535 X	0,5408	0,7354
145	VC	PSM	1007,87	3681,85	3,6531	Y = 2,4440 X	0,6161	0,7849
146	RB	PSM	1987,66	3681,85	1,8524	Y = 1,5637 X	0,7158	0,8460
147	JOA	PSM	2326,04	3681,85	1,5829	Y = 0,9343 X	0,6303	0,7939
148	ENC	PSM	3150,8	3681,85	1,1685	Y = 0,9469 X	0,7494	0,8657
149	ENC II	PSM	3139,02	3681,85	1,1729	Y = 0,9497 X	0,7247	0,8513
150	CAN	PSM	4510,17	3681,85	0,8163	Y = 0,5479 X	0,1921	0,4383
151	PAS	PSM	4172,76	3681,85	0,8824	Y = 0,7048 X	0,7887	0,8881
152	PC	PSM	10109,06	3681,85	0,3642	Y = 0,3183 X	0,9110	0,9545
153	CST	PSM	13360,24	3681,85	0,2756	Y = 0,2700 X	0,8611	0,9280
154	PTM	PSM	362,58	3681,85	10,1546	Y = 7,5104 X	0,7671	0,8758
155	CA	PSM	796,73	3681,85	4,6212	Y = 3,2028 X	0,3366	0,5802
156	TRA	PSM	2116	3681,85	1,7400	Y = 1,5195 X	0,7019	0,8378

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 26 – Correlações E. F. Capão Alto

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R²	R
157	PRJP	CA	486,07	796,73	1,6391	Y = 0,9874 X	0,2978	0,5457
158	VC	CA	1007,87	796,73	0,7905	Y = 0,5318 X	0,3390	0,5822
159	RB	CA	1987,66	796,73	0,4008	Y = 0,3297 X	0,3482	0,5901
160	JOA	CA	2326,04	796,73	0,3425	Y = 0,1135 X	-0,6270	0,7918
161	ENC	CA	3150,8	796,73	0,2529	Y = 0,2126 X	0,3292	0,5738
162	ENC II	CA	3139,02	796,73	0,2538			
163	CAN	CA	4510,17	796,73	0,1767			
164	PAS	CA	4172,76	796,73	0,1909	Y = 0,1425 X	0,3231	0,5684
165	PC	CA	10109,06	796,73	0,0788	Y = 0,0727 X	0,3665	0,6054
166	CST	CA	13360,24	796,73	0,0596			
167	PTM	CA	362,58	796,73	2,1974	Y = 1,3332 X	0,4749	0,6891
168	PSM	CA	3681,85	796,73	0,2164	Y = 0,2385 X	0,3806	0,6169
169	TRA	CA	2116	796,73	0,3765			

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 27 – Correlações E. F. Travessão

N	X	Y	AD X	AD Y	Relação	Equação	R²	R
170	PRJP	TRA	486,07	2116	4,3533	Y = 4,0605 X	0,6553	0,8095
171	VC	TRA	1007,87	2116	2,0995	Y = 1,7062 X	0,7379	0,8590
172	RB	TRA	1987,66	2116	1,0646	Y = 1,0118 X	0,7614	0,8726
173	JOA	TRA	2326,04	2116	0,9097			
174	ENC	TRA	3150,8	2116	0,6716	Y = 0,5266 X	0,6264	0,7915
175	ENC II	TRA	3139,02	2116	0,6741	Y = 0,5020 X	0,6596	0,8122
176	CAN	TRA	4510,17	2116	0,4692			
177	PAS	TRA	4172,76	2116	0,5071	Y = 0,412 X	0,7691	0,8770
178	PC	TRA	10109,06	2116	0,2093	Y = 0,1754 X	0,7713	0,8782
179	CST	TRA	13360,24	2116	0,1584	Y = 0,1684 X	0,8012	0,8951
180	PTM	TRA	362,58	2116	5,8360	Y = 4,5995 X	0,6122	0,7824
181	PSM	TRA	3681,85	2116	0,5747	Y = 0,6007 X	0,7285	0,8535
182	CA	TRA	796,73	2116	2,6559			

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.1.4 Vazões Médias nos Locais das Estações Fluviométricas

Após a análise de consistência, as falhas e extensão das estações foram preenchidas por correlação de vazões médias mensais entre as estações utilizadas no rio Canoas e seus afluentes. Ressalta-se que sempre foi priorizado o preenchimento entre as estações com maior coeficiente de correlação/determinação. As tabelas a seguir apresentam as séries finais de vazões médias mensais das estações estudadas

Tabela 28 – Vazões Médias Mensais – E. F. Ponte Rio João Paulo

Vazões Médias Mensais - E. F. Ponte Rio João Paulo															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			4,96	10,97	6,76	5,93	4,77	4,51	4,97	8,35	2,87	3,70	5,78	10,97	2,87
1943	3,37	5,21	3,57	2,83	5,07	15,70	12,03	30,35	15,29	8,40	6,36	3,76	9,33	30,35	2,83
1944	9,82	5,30	5,34	3,82	1,87	4,34	3,05	2,00	2,71	2,46	3,28	1,37	3,78	9,82	1,37
1945	1,20	8,52	4,22	2,80	1,67	2,35	2,47	3,25	10,04	6,10	3,10	4,58	4,19	10,04	1,20
1946	14,53	17,40	13,63	4,03	5,83	12,99	23,65	8,15	7,65	5,88	3,73	4,94	10,20	23,65	3,73
1947	6,90	11,68	10,66	3,27	6,99	7,49	9,28	7,62	20,55	14,33	10,90	6,72	9,70	20,55	3,27
1948	7,13	13,20	12,20	16,75	24,74	4,79	10,36	28,44	6,54	5,78	4,95	2,58	11,45	28,44	2,58
1949	5,11	4,20	13,85	12,24	7,01	12,78	8,41	14,16	11,83	7,55	3,69	2,75	8,63	14,16	2,75
1950	6,14	7,96	9,87	9,16	9,03	5,07	3,86	11,53	5,72	18,39	4,86	5,47	8,09	18,39	3,86
1951	14,97	20,81	14,86	4,02	2,59	2,36	3,14	1,37	1,62	10,49	8,43	7,40	7,67	20,81	1,37
1952	10,14	7,02	3,99	2,72	2,94	7,35	13,54	4,95	13,75	16,40	9,41	6,08	8,19	16,40	2,72
1953	9,43	11,15	5,64	2,97	2,62	2,97	4,45	3,47	11,40	13,44	14,08	13,57	7,93	14,08	2,62
1954	14,12	11,12	12,78	10,78	19,96	19,16	36,78	9,14	35,01	37,74	10,56	5,16	18,53	37,74	5,16
1955	4,48	8,11	8,42	15,34	20,56	10,83	32,44	12,83	10,31	8,34	5,88	6,53	12,01	32,44	4,48
1956	15,55	24,88	6,61	16,35	12,46	8,30	5,50	10,39	20,24	14,71	5,77	4,98	12,15	24,88	4,98
1957	8,92	13,76	11,03	10,43	10,51	7,06	17,00	52,80	39,63	22,12	14,09	9,03	18,03	52,80	7,06
1958	7,14	6,16	21,27	7,25	4,50	15,32	4,75	14,18	23,96	18,32	32,30	13,59	14,06	32,30	4,50
1959	7,16	11,42	6,35	10,79	10,99	5,07	4,92	8,65	34,27	11,36	2,62	5,10	9,89	34,27	2,62
1960	5,20	14,59	21,76	10,62	5,54	8,13	3,21	32,66	16,09	11,11	15,36	8,46	12,73	32,66	3,21
1961	7,77	16,62	26,45	11,15	4,82	5,12	4,67	1,94	35,66	47,19	35,86	11,47	17,39	47,19	1,94
1962	9,06	10,51	9,77	4,20	12,15	6,50	9,52	6,51	18,07	8,71	14,44	5,89	9,61	18,07	4,20
1963	21,25	42,58	37,01	5,17	4,85	2,36	4,41	17,59	20,70	42,00	30,16	5,60	19,47	42,58	2,36
1964	4,23	5,56	4,34	9,71	6,83	6,89	5,56	6,43	13,59	16,98	5,25	6,13	7,63	16,98	4,23
1965	4,28	2,08	4,87	6,94	15,36	6,91	9,17	29,72	45,53	10,36	15,82	24,00	14,59	45,53	2,08
1966	10,58	68,65	21,10	16,48	5,31	19,22	6,99	12,09	26,10	18,88	7,67	24,81	19,82	68,65	5,31
1967	16,92	16,91	11,18	8,34	7,37	7,58	9,21	15,82	35,75	16,22	10,07	5,75	13,43	35,75	5,75
1968	2,53	2,12	2,03	1,89	1,21	4,09	4,70	0,75	15,00	5,03	18,29	17,96	6,30	18,29	0,75
1969	11,00	10,86	14,18	19,07	4,31	8,94	11,35	6,35	6,19	5,22	14,54	2,88	9,57	19,07	2,88
1970	13,45	8,41	8,06	4,57	11,88	11,79	21,13	12,60	8,56	11,01	3,60	5,94	10,08	21,13	3,60
1971	12,22	21,61	46,86	22,47	17,26	19,75	21,47	14,90	10,14	7,06	1,86	1,47	16,42	46,86	1,47
1972	3,49	30,05	7,76	5,23	1,76	11,48	17,87	35,01	32,02	15,49	11,07	24,93	16,35	35,01	1,76
1973	29,87	14,22	6,50	4,20	16,54	19,99	16,56	30,26	16,68	5,79	6,98	8,00	14,63	30,26	4,20
1974	23,06	16,34	35,60	4,59	2,93	15,10	7,64	3,02	8,88	5,39	11,87	3,17	11,47	35,60	2,93
1975	6,39	6,20	14,02	3,84	4,40	6,97	8,36	17,29	31,51	27,12	8,72	36,66	14,29	36,66	3,84
1976	17,36	4,87	17,59	2,72	19,42	14,69	8,03	29,16	8,81	8,07	7,63	30,49	14,07	30,49	2,72
1977	25,44	25,20	9,57	8,51	2,96	5,11	7,93	27,29	12,32	15,61	20,87	7,16	14,00	27,29	2,96
1978	12,98	10,04	8,99	1,98	2,41	2,10	4,24	3,34	13,46	4,74	8,46	16,77	7,46	16,77	1,98

Vazões Médias Mensais - E. F. Ponte Rio João Paulo															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1979	4,22	4,86	6,91	9,33	12,58	5,11	6,38	6,05	7,55	36,00	12,01	12,22	10,27	36,00	4,22
1980	7,23	11,20	25,94	8,44	6,54	4,03	13,89	33,67	14,65	12,99	7,86	28,62	14,59	33,67	4,03
1981	15,88	12,09	4,88	5,50	3,63	4,38	6,09	4,69	9,47	10,63	6,31	13,59	8,10	15,88	3,63
1982	4,29	17,26	6,79	3,41	3,02	12,65	10,94	5,98	3,44	19,94	36,50	13,92	11,51	36,50	3,02
1983	25,22	27,93	22,25	14,86	42,05	31,38	59,83	44,02	18,22	10,89	14,83	13,87	27,11	59,83	10,89
1984	12,69	9,42	21,90	11,12	8,86	34,89	28,66	29,53	13,36	8,80	9,91	13,39	16,88	34,89	8,80
1985	5,52	14,50	23,19	15,02	6,32	5,76	8,10	5,19	7,42	9,98	11,18	2,98	9,60	23,19	2,98
1986	6,50	7,66	3,68	5,50	4,35	8,61	5,11	5,65	8,92	20,03	26,43	11,06	9,46	26,43	3,68
1987	23,35	19,68	4,69	12,62	40,65	21,76	14,14	19,24	12,12	26,99	8,33	5,15	17,39	40,65	4,69
1988	6,31	8,04	7,93	9,98	20,43	16,74	10,33	3,27	15,83	5,35	2,72	4,61	9,29	20,43	2,72
1989	22,21	18,02	11,79	14,41	22,75	4,38	5,80	10,57	42,68	10,33	4,84	5,99	14,48	42,68	4,38
1990	32,59	21,62	16,21	14,61	7,90	33,62	21,78	17,70	32,60	32,88	27,56	12,39	22,62	33,62	7,90
1991	11,18	14,00	8,01	6,25	6,06	11,76	9,26	16,63	4,51	25,39	17,37	19,93	12,53	25,39	4,51
1992	10,73	21,66	6,37	4,62	23,73	19,96	33,49	32,92	18,08	9,26	10,43	6,68	16,49	33,49	4,62
1993	10,39	22,04	22,26	11,85	11,00	13,90	37,00	8,38	14,29	28,86	8,89	17,15	17,17	37,00	8,38
1994	5,72	23,13	22,59	10,43	26,66	17,79	32,29	9,11	4,27	10,96	11,23	5,47	14,97	32,29	4,27
1995	48,70	14,32	8,24	3,36	1,18	7,56	13,49	8,95	12,24	17,71	5,65	11,44	12,74	48,70	1,18
1996	25,03	15,42	11,98	6,70	2,89	11,33	21,53	16,36	26,49	14,07	4,36	11,46	13,97	26,49	2,89
1997	19,84	41,80	8,34	2,33	1,53	8,34	19,84	16,10	10,52	33,59	36,33	10,60	17,43	41,80	1,53
1998	15,08	36,14	21,33	29,86	21,58	9,90	14,27	29,96	38,68	19,92	8,18	11,24	21,34	38,68	8,18
1999	10,20	12,28	6,95	11,54	5,47	11,48	22,46	6,53	4,35	20,79	13,29	4,84	10,85	22,46	4,35
2000	12,60	14,85	12,43	11,79	3,97	5,87	14,88	5,11	41,80	28,54	6,70	14,24	14,40	41,80	3,97
2001	25,63	31,58	16,69	12,67	23,36	13,72	21,86	6,76	16,07	30,99	8,67	15,83	18,65	31,58	6,76
2002	27,79	14,34	10,21	15,92	8,49	15,37	13,17	21,50	16,47	16,89	22,33	26,55	17,42	27,79	8,49
2003	12,09	20,80	21,81	6,73	5,04	14,01	4,65	1,89	5,07	9,95	8,18	26,04	11,36	26,04	1,89
2004	6,80	8,83	4,77	9,08	8,50	6,40	18,39	4,14	26,47	18,62	12,06	10,99	11,25	26,47	4,14
2005	10,78	5,61	6,06	8,42	25,36	10,39	19,01	13,25	61,74	43,08	11,51	4,93	18,34	61,74	4,93
2006	9,45	7,84	4,21	2,21	2,65	1,69	2,25	7,54	5,20	4,57	15,33	9,45	6,03	15,33	1,69
2007	6,20	9,72	15,48	5,30	19,64	4,49	14,41	10,61	11,44	13,03	12,49	3,94	10,56	19,64	3,94
2008	17,78	18,76	15,97	7,66	15,58	6,39	4,18	5,78	12,72	33,81	23,17	7,54	14,11	33,81	4,18
2009	10,13	6,26	7,81	4,00	2,89	4,80	20,34	23,90	22,73	23,39	11,27	6,15	11,97	23,90	2,89
2010	24,69	30,69	7,89	19,02	36,45	10,15	17,74	13,03	6,25	7,90	10,96	14,57	16,61	36,45	6,25
2011	23,96	31,75	8,48	6,40	5,84	6,71	20,87	41,46	40,25	10,19	7,52	4,96	17,36	41,46	4,96
2012	24,42	11,81	5,02	5,46	3,99	14,54	8,45	7,18	5,38	12,13	4,46	4,43	8,94	24,42	3,99
2013	7,23	8,78	23,98	7,36	3,34	13,37	12,91	25,22	28,15	9,28	5,97	7,98	12,80	28,15	3,34
2014	21,61	6,30	8,05	15,42	18,32	46,52	19,16	7,37	13,32	28,20	6,45	10,26	16,75	46,52	6,30
2015	26,48	18,18	4,97	5,35	12,32	30,75	49,62	6,76	37,94	53,66	15,02	11,02	22,67	53,66	4,97
2016	12,22	29,92	37,45	25,58	13,62	5,48	13,75	9,62	7,51	24,86	6,04	8,75	16,23	37,45	5,48
2017	44,87	8,10	6,27	5,52	17,12	42,09	4,11	5,49	2,69	7,58	7,87	20,77	14,37	44,87	2,69
2018	41,73	6,01	6,80	11,42	4,50	8,94	7,14	14,68	24,25	9,19	16,71	7,81	13,27	41,73	4,50
2019	7,81	10,37	15,33		21,44	58,52	15,26						21,46	58,52	7,81
Méd	14,03	15,44	12,68	9,03	10,71	12,16	13,84	14,19	17,61	16,67	11,59	10,49	13,20	31,90	4,00
Máx	48,70	68,65	46,86	29,86	42,05	58,52	59,83	52,80	61,74	53,66	36,50	36,66	27,11	68,65	10,89
Mín	1,20	2,08	2,03	1,89	1,18	1,69	2,25	0,75	1,62	2,46	1,86	1,37	3,78	9,82	0,75

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 29 – Vazões Médias Mensais – E. F. Vila Canoas

Vazões Médias Mensais - E. F. Vila Canoas															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			12,25	27,09	16,70	14,64	11,79	11,14	12,27	20,63	7,08	9,15	14,27	27,09	7,08
1943	8,32	12,86	8,82	6,99	12,53	38,78	29,72	74,94	37,76	20,75	15,71	9,28	23,04	74,94	6,99
1944	24,25	13,08	13,18	9,43	4,61	10,71	7,52	4,94	6,69	6,08	8,10	3,39	9,33	24,25	3,39
1945	2,97	21,05	10,42	6,92	4,11	5,80	6,09	8,02	24,81	15,05	7,67	11,30	10,35	24,81	2,97

Vazões Médias Mensais - E. F. Vila Canoas															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1946	35,87	42,98	33,67	9,96	14,39	32,08	58,41	20,14	18,90	14,52	9,21	12,20	25,19	58,41	9,21
1947	17,04	28,85	26,33	8,07	17,26	18,49	22,91	18,82	50,74	35,40	26,92	16,59	23,95	50,74	8,07
1948	17,60	32,60	30,13	41,37	61,10	11,82	25,59	70,24	16,15	14,27	12,22	6,37	28,29	70,24	6,37
1949	12,62	10,37	34,20	30,22	17,32	31,57	20,76	34,98	29,23	18,65	9,12	6,79	21,32	34,98	6,79
1950	15,17	19,67	24,37	22,63	22,29	12,53	9,54	28,48	14,12	45,41	12,00	13,51	19,98	45,41	9,54
1951	36,97	51,40	36,70	9,92	6,40	5,82	7,76	3,39	4,00	25,92	20,81	18,26	18,95	51,40	3,39
1952	25,05	17,34	9,86	6,72	7,27	18,15	33,45	12,24	33,96	40,51	23,25	15,02	20,23	40,51	6,72
1953	23,30	27,53	13,92	7,34	6,46	7,33	10,98	8,57	28,15	33,20	34,78	33,52	19,59	34,78	6,46
1954	34,88	27,45	31,57	26,62	49,30	47,31	90,84	22,57	86,47	93,21	26,07	12,73	45,75	93,21	12,73
1955	11,07	20,04	20,79	37,89	50,78	26,74	80,12	31,68	25,47	20,59	14,52	16,13	29,65	80,12	11,07
1956	38,41	61,45	16,33	40,39	30,76	20,49	13,58	25,67	49,98	36,33	14,24	12,30	29,99	61,45	12,30
1957	22,02	33,98	27,24	25,76	25,95	14,30	42,98	152,24	103,58	59,29	30,93	20,71	46,58	152,24	14,30
1958	18,29	15,83	55,79	18,20	11,32	40,79	11,69	37,90	54,54	42,10	82,58	34,55	35,30	82,58	11,32
1959	18,60	26,67	13,27	26,33	23,15	9,99	9,50	16,76	58,76	31,33	7,22	9,23	20,90	58,76	7,22
1960	15,67	37,28	38,08	26,46	12,54	15,87	7,65	55,53	38,13	32,00	36,03	14,70	27,50	55,53	7,65
1961	16,02	41,48	66,11	22,28	13,17	15,02	18,76	7,04	63,18	92,16	86,40	30,19	39,32	92,16	7,04
1962	16,74	11,73	15,28	7,41	14,69	13,74	36,31	13,27	40,99	15,61	18,08	13,65	18,12	40,99	7,41
1963	32,03	87,14	69,80	18,88	9,25	5,01	7,89	34,04	38,20	95,47	55,13	21,93	39,56	95,47	5,01
1964	9,38	20,91	17,46	18,09	14,50	10,26	12,53	14,80	29,48	35,92	12,38	11,89	17,30	35,92	9,38
1965	13,89	9,54	10,60	10,68	27,46	8,23	30,28	83,47	85,72	19,60	23,55	42,56	30,47	85,72	8,23
1966	33,95	128,39	29,00	36,07	12,19	18,44	11,65	12,78	50,69	28,62	16,12	30,90	34,07	128,39	11,65
1967	17,56	44,27	19,88	11,34	8,68	15,61	15,42	29,77	86,05	38,27	25,05	21,27	27,76	86,05	8,68
1968	5,47	4,61	3,80	3,74	1,60	2,61	7,92	1,68	30,48	16,83	29,85	44,04	12,72	44,04	1,60
1969	31,73	32,11	31,62	35,00	7,58	24,76	20,49	9,51	9,34	7,55	31,19	2,85	20,31	35,00	2,85
1970	25,05	12,54	16,61	4,04	16,97	24,90	35,28	19,09	15,78	17,47	3,53	14,55	17,15	35,28	3,53
1971	45,96	43,33	82,73	42,85	35,33	27,32	35,11	35,05	20,26	16,95	2,27	2,21	32,45	82,73	2,21
1972	5,04	55,09	19,11	15,80	8,35	22,95	30,95	57,80	71,00	34,94	28,34	50,80	33,35	71,00	5,04
1973	43,31	33,68	20,09	14,28	36,49	39,47	37,47	59,44	47,81	18,22	25,81	14,04	32,51	59,44	14,04
1974	24,96	38,46	91,86	14,98	10,13	22,80	17,79	8,63	13,31	12,06	24,71	11,39	24,26	91,86	8,63
1975	15,02	16,82	17,19	10,75	11,17	15,51	10,69	35,69	71,95	59,44	22,51	57,32	28,67	71,95	10,69
1976	50,47	12,29	27,84	9,41	49,26	32,43	19,84	57,86	22,44	12,35	17,97	79,60	32,65	79,60	9,41
1977	55,83	61,85	23,11	20,47	9,02	7,88	20,94	78,72	22,42	37,49	34,89	21,91	32,88	78,72	7,88
1978	29,57	23,67	18,53	6,30	6,43	4,21	8,06	6,84	25,18	11,39	14,95	26,26	15,12	29,57	4,21
1979	11,80	10,09	16,61	19,35	25,81	13,04	17,01	17,61	13,62	68,18	45,37	25,98	23,71	68,18	10,09
1980	19,07	29,40	59,24	20,24	19,69	13,25	29,76	90,12	40,14	42,59	24,03	106,99	41,21	106,99	13,25
1981	49,24	38,52	19,02	21,95	14,05	15,98	21,76	12,20	20,67	23,92	13,73	16,93	22,33	49,24	12,20
1982	15,24	26,83	24,91	11,76	9,84	28,48	30,97	16,59	11,81	44,68	87,07	29,57	28,15	87,07	9,84
1983	42,30	47,11	44,33	35,92	95,33	83,26	190,71	140,25	43,72	20,69	33,25	33,45	67,53	190,71	20,69
1984	38,91	35,57	30,40	25,00	17,36	45,71	59,88	104,13	33,79	24,57	32,26	41,77	40,78	104,13	17,36
1985	17,97	49,22	35,40	24,88	13,19	12,71	14,63	9,74	14,46	24,66	28,87	6,46	21,01	49,22	6,46
1986	13,67	17,66	8,76	12,77	10,86	17,61	13,33	12,28	21,00	40,98	46,34	24,59	19,99	46,34	8,76
1987	55,98	47,16	11,38	35,91	103,85	31,48	26,37	39,64	27,58	65,54	18,41	16,59	39,99	103,85	11,38
1988	18,88	21,31	22,06	22,88	46,33	24,82	13,50	6,70	40,70	18,83	8,75	8,76	21,13	46,33	6,70
1989	35,43	36,67	18,55	23,64	42,86	11,39	16,60	23,17	100,30	26,15	10,93	15,10	30,06	100,30	10,93
1990	75,08	68,88	33,67	44,85	27,86	99,01	43,38	30,60	68,18	87,45	59,90	25,29	55,35	99,01	25,29
1991	19,61	20,55	10,72	6,89	6,24	21,67	18,09	36,73	10,43	44,85	54,31	42,18	24,36	54,31	6,24
1992	26,87	43,03	22,35	13,86	46,74	84,59	76,73	59,28	43,76	18,19	17,06	14,14	38,88	84,59	13,86
1993	27,95	62,72	44,17	25,98	23,97	23,58	105,82	15,73	45,64	103,63	30,56	61,64	47,62	105,82	15,73
1994	14,16	71,87	84,45	30,11	90,83	87,97	73,80	25,59	6,18	32,76	41,74	21,12	48,38	90,83	6,18
1995	111,31	39,25	24,02	13,38	6,71	17,53	31,66	24,53	24,73	38,06	18,59	37,94	32,31	111,31	6,71
1996	61,37	39,84	36,33	21,71	9,28	24,81	43,71	32,11	56,04	38,51	17,53	24,21	33,79	61,37	9,28
1997	66,21	108,57	29,45	9,49	8,28	15,26	36,34	36,65	27,46	87,80	90,53	29,21	45,44	108,57	8,28
1998	34,49	103,79	51,51	54,16	62,93	23,77	32,05	74,11	78,73	44,12	20,29	20,64	50,05	103,79	20,29

Vazões Médias Mensais - E. F. Vila Canoas															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1999	22,74	27,89	21,92	35,58	13,66	24,72	51,13	15,83	11,54	37,92	33,06	22,18	26,51	51,13	11,54
2000	32,36	42,65	35,79	23,54	18,58	17,69	33,10	14,18	98,17	72,27	19,83	28,74	36,41	98,17	14,18
2001	55,93	82,22	50,29	37,05	54,96	29,38	53,02	20,73	38,05	76,88	21,80	38,54	46,57	82,22	20,73
2002	49,67	21,95	20,63	24,45	18,64	36,04	27,20	47,54	33,58	46,40	61,01	43,55	35,89	61,01	18,64
2003	23,21	32,92	26,98	13,67	16,82	23,46	13,81	6,84	11,75	28,29	24,94	66,87	24,13	66,87	6,84
2004	35,17	27,00	16,75	31,76	28,65	18,36	29,11	10,62	39,14	31,23	27,26	35,27	27,53	39,14	10,62
2005	34,92	21,69	23,85	24,81	77,20	33,71	35,10	35,01	155,09	95,77	37,11	15,62	49,16	155,09	15,62
2006	33,20	21,80	10,84	6,63	6,54	4,31	5,67	19,12	13,35	15,58	38,69	28,22	17,00	38,69	4,31
2007	19,84	26,35	50,67	18,66	45,36	12,76	34,19	27,86	24,67	30,98	26,14	12,37	27,49	50,67	12,37
2008	28,45	32,76	33,76	22,25	44,12	19,99	12,96	18,26	32,73	79,91	93,95	23,50	36,89	93,95	12,96
2009	27,87	26,44	32,73	14,21	10,70	10,30	42,48	58,80	70,12	56,23	32,76	21,76	33,70	70,12	10,30
2010	69,46	75,92	27,94	49,86	89,79	27,52	34,45	28,40	18,20	23,77	23,95	37,87	42,26	89,79	18,20
2011	64,86	83,48	32,00	19,98	21,14	18,46	50,08	113,52	141,97	22,72	18,61	22,57	50,78	141,97	18,46
2012	55,52	54,18	16,13	11,93	8,90	40,70	24,15	19,15	15,38	28,74	10,57	11,59	24,74	55,52	8,90
2013	16,73	26,42	56,49	18,27	8,34	26,09	23,77	81,41	78,11	30,12	15,28	20,67	33,48	81,41	8,34
2014	40,82	19,93	24,85	41,48	45,00	89,00	62,78	17,17	29,31	58,18	28,44	33,05	40,83	89,00	17,17
2015	71,56	50,23	26,91	22,49	29,11	44,50	123,64	20,87	117,89	235,56	58,25	26,52	68,96	235,56	20,87
2016	27,60	74,13	60,77	47,09	31,26	14,26	25,76	19,38	19,72	62,28	15,91	43,65	36,82	74,13	14,26
2017	67,04	32,71	19,03	22,38	53,81	195,01	10,26	15,52	6,18	14,02	12,76	29,14	39,82	195,01	6,18
2018	86,70	16,82	18,43	15,73	9,87	12,19	22,30	23,88	65,59	28,59	34,44	28,80	30,28	86,70	9,87
2019	27,31	24,32	39,40		42,66	47,67	25,56						34,49	47,67	24,32
Méd	32,42	37,90	29,63	21,65	26,20	27,39	32,24	34,10	41,40	40,87	28,64	25,53	31,49	77,45	10,32
Máx	111,31	128,39	91,86	54,16	103,85	195,01	190,71	152,24	155,09	235,56	93,95	106,99	68,96	235,56	25,29
Mín	2,97	4,61	3,80	3,74	1,60	2,61	5,67	1,68	4,00	6,08	2,27	2,21	9,33	24,25	1,60

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 30 – Vazões Médias Mensais – E. F. Rio Bonito

Vazões Médias Mensais - E. F. Rio Bonito															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			19,79	43,77	26,99	23,65	19,04	18,01	19,83	33,33	11,44	14,78	23,06	43,77	11,44
1943	13,44	20,78	14,26	11,29	20,25	62,66	48,01	121,09	61,00	33,53	25,38	14,99	37,22	121,09	11,29
1944	39,18	21,14	21,29	15,24	7,46	17,31	12,16	7,98	10,80	9,82	13,09	5,47	15,08	39,18	5,47
1945	4,80	34,01	16,84	11,18	6,65	9,37	9,84	12,96	40,08	24,32	12,39	18,26	16,72	40,08	4,80
1946	57,96	69,45	54,40	16,09	23,24	51,84	94,38	32,54	30,53	23,46	14,88	19,71	40,71	94,38	14,88
1947	27,54	46,62	42,54	13,04	27,89	29,87	37,01	30,41	81,99	57,20	43,50	26,81	38,70	81,99	13,04
1948	28,44	52,67	48,68	66,85	98,72	19,09	41,35	113,49	26,10	23,05	19,75	10,29	45,71	113,49	10,29
1949	20,39	16,76	55,25	48,83	27,98	51,02	33,55	56,52	47,23	30,14	14,74	10,97	34,45	56,52	10,97
1950	24,51	31,78	39,37	36,57	36,02	20,25	15,41	46,01	22,82	73,36	19,40	21,83	32,28	73,36	15,41
1951	59,73	83,05	59,30	16,03	10,33	9,41	12,53	5,47	6,46	41,87	33,62	29,51	30,61	83,05	5,47
1952	40,48	28,03	15,92	10,86	11,74	29,33	54,04	19,77	54,87	65,45	37,56	24,28	32,69	65,45	10,86
1953	37,65	44,48	22,50	11,87	10,44	11,84	17,75	13,85	45,48	53,64	56,20	54,16	31,65	56,20	10,44
1954	56,36	44,36	51,02	43,01	79,66	76,44	146,77	36,47	139,72	150,61	42,13	20,58	73,93	150,61	20,58
1955	17,89	32,38	33,59	61,23	82,05	43,21	129,46	51,18	41,15	33,27	23,46	26,07	47,91	129,46	17,89
1956	62,06	99,29	26,39	65,26	49,71	33,10	21,94	41,48	80,75	58,71	23,01	19,88	48,46	99,29	19,88
1957	35,59	54,90	44,01	41,62	41,93	28,17	67,84	210,71	158,14	88,28	56,21	36,03	71,95	210,71	28,17
1958	28,48	24,57	84,88	28,93	17,96	61,12	18,94	56,59	95,61	73,11	128,89	54,23	56,11	128,89	17,96
1959	28,59	45,55	25,34	43,04	43,87	20,24	19,63	34,51	91,38	57,29	15,27	18,91	36,97	91,38	15,27
1960	24,38	54,74	59,03	42,52	19,76	24,32	13,28	88,23	62,65	51,57	59,04	27,13	43,89	88,23	13,28
1961	30,32	63,41	116,93	46,39	24,93	24,30	30,76	12,50	91,61	138,79	135,01	56,05	64,25	138,79	12,50
1962	29,95	29,06	35,25	15,91	35,61	30,56	55,64	25,60	69,88	31,84	38,94	26,53	35,40	69,88	15,91
1963	49,88	130,88	100,84	38,46	19,16	10,25	14,73	50,86	52,77	165,39	89,60	33,04	62,99	165,39	10,25
1964	18,69	33,54	30,85	32,84	32,44	20,22	26,15	32,54	54,69	65,52	24,31	18,67	32,54	65,52	18,67
1965	20,56	15,63	17,69	23,00	49,44	20,73	50,57	122,62	151,31	54,35	41,84	77,80	53,80	151,31	15,63

Vazões Médias Mensais - E. F. Rio Bonito															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1966	66,82	173,02	74,01	58,64	31,59	43,12	37,19	33,20	88,74	55,18	33,79	58,07	62,78	173,02	31,59
1967	42,99	61,68	42,14	24,35	22,19	29,59	29,43	47,47	123,42	66,75	37,26	39,17	47,20	123,42	22,19
1968	12,53	11,49	10,28	9,65	6,43	8,70	16,38	6,65	42,83	28,45	68,81	56,56	23,23	68,81	6,43
1969	55,23	54,16	44,00	59,49	14,76	42,45	37,94	19,82	27,34	20,03	53,49	16,36	37,09	59,49	14,76
1970	51,43	34,70	34,60	20,48	38,41	49,60	66,52	46,68	44,52	43,56	17,56	29,15	39,77	66,52	17,56
1971	81,80	77,61	131,84	82,68	65,07	63,29	69,61	56,43	40,24	41,27	11,35	9,52	60,89	131,84	9,52
1972	14,90	82,47	31,87	25,62	10,64	38,01	53,26	89,83	125,78	62,41	45,84	71,76	54,36	125,78	10,64
1973	63,26	58,61	28,80	20,38	56,88	67,09	69,89	84,29	98,87	28,67	34,99	22,09	52,82	98,87	20,38
1974	52,05	57,68	117,56	33,03	15,35	42,65	34,14	16,15	33,39	22,57	46,46	20,77	40,98	117,56	15,35
1975	34,75	26,73	41,72	19,74	19,72	29,24	24,30	64,35	120,51	106,69	37,87	107,79	52,78	120,51	19,72
1976	82,58	24,15	63,17	23,58	62,56	71,41	39,22	101,40	40,38	23,98	28,02	132,34	57,73	132,34	23,58
1977	91,86	110,56	35,56	41,92	16,02	14,90	33,84	128,86	52,22	70,48	75,98	38,30	59,21	128,86	14,90
1978	47,46	44,78	35,34	10,97	9,50	8,82	16,45	13,32	42,04	19,54	32,43	39,90	26,71	47,46	8,82
1979	19,83	14,13	23,37	30,33	43,68	23,29	29,95	30,17	26,91	122,49	82,43	47,77	41,20	122,49	14,13
1980	31,43	38,55	99,87	33,84	33,33	19,35	49,62	145,85	85,14	68,39	46,21	148,18	66,65	148,18	19,35
1981	94,17	65,70	27,66	29,60	20,42	24,05	33,56	18,99	35,94	42,52	28,02	31,38	37,67	94,17	18,99
1982	22,10	43,85	39,14	17,68	14,34	39,52	63,60	29,96	18,64	81,48	137,72	53,00	46,75	137,72	14,34
1983	76,98	84,56	75,49	58,53	157,88	137,98	250,12	226,35	74,44	44,57	60,19	68,61	109,64	250,12	44,57
1984	67,56	62,83	52,66	45,21	38,20	86,77	114,30	169,80	56,35	53,74	53,59	72,15	72,76	169,80	38,20
1985	31,17	78,47	62,93	48,08	23,81	20,03	26,07	16,99	27,80	39,98	45,30	11,94	36,05	78,47	11,94
1986	24,41	30,36	15,76	19,57	15,72	33,49	20,26	22,22	34,87	67,46	79,37	48,85	34,36	79,37	15,72
1987	98,73	87,81	21,90	52,03	160,60	90,27	56,91	79,48	48,27	121,52	42,10	25,80	73,78	160,60	21,90
1988	25,57	33,17	30,46	29,66	85,51	48,81	26,92	13,52	59,65	37,55	17,49	18,00	35,53	85,51	13,52
1989	48,92	86,73	33,62	34,04	74,55	17,92	23,59	34,66	147,97	49,30	19,63	22,94	49,49	147,97	17,92
1990	90,98	81,35	44,27	56,50	42,52	206,69	86,74	68,85	118,66	179,48	113,85	49,88	94,98	206,69	42,52
1991	25,85	37,28	18,64	12,30	12,02	45,50	37,72	68,55	18,97	80,18	90,64	73,69	43,45	90,64	12,02
1992	43,97	89,18	52,73	30,24	64,40	195,82	179,86	160,70	82,85	51,23	46,51	28,25	85,48	195,82	28,25
1993	46,11	102,42	109,91	59,58	53,18	67,08	144,89	27,93	53,70	141,38	45,57	80,39	77,68	144,89	27,93
1994	23,73	99,12	116,69	45,06	118,03	117,67	152,73	41,53	15,69	50,67	49,80	26,28	71,42	152,73	15,69
1995	153,24	61,43	35,08	16,57	8,93	24,16	47,79	35,67	43,12	67,56	32,48	40,44	47,21	153,24	8,93
1996	94,77	68,82	57,26	41,36	14,15	34,49	74,62	58,25	88,96	71,45	27,02	38,61	55,81	94,77	14,15
1997	86,05	161,78	52,76	15,08	11,96	29,26	67,65	64,74	47,58	137,12	144,73	46,87	72,13	161,78	11,96
1998	49,09	152,43	81,14	84,90	118,23	41,38	60,25	118,08	133,87	87,09	36,58	38,43	83,46	152,43	36,58
1999	37,36	49,01	36,78	58,34	24,13	45,93	85,40	31,28	22,25	73,01	51,64	30,89	45,50	85,40	22,25
2000	45,25	62,06	50,55	40,72	25,52	27,43	59,56	25,92	139,35	124,65	38,15	42,95	56,84	139,35	25,52
2001	92,97	124,82	81,50	65,19	90,75	52,40	83,70	32,64	64,44	150,71	34,72	73,86	78,97	150,71	32,64
2002	81,68	43,48	35,63	45,58	34,84	61,21	49,67	88,10	61,91	79,03	98,01	84,08	63,60	98,01	34,84
2003	38,87	56,67	59,32	23,43	28,18	43,06	21,43	11,50	20,10	39,01	32,80	101,38	39,65	101,38	11,50
2004	46,58	38,35	24,12	46,97	42,69	30,28	77,64	22,93	79,81	96,57	46,29	48,36	50,05	96,57	22,93
2005	50,09	27,93	30,61	37,11	108,77	61,35	62,03	45,57	227,82	153,79	70,20	24,37	74,97	227,82	24,37
2006	47,58	35,57	19,55	12,10	11,79	7,67	10,24	34,21	23,48	25,57	66,07	47,77	28,47	66,07	7,67
2007	28,32	42,25	76,16	26,72	70,72	23,49	67,72	61,46	52,38	62,13	54,58	25,51	49,29	76,16	23,49
2008	56,26	54,55	58,94	35,73	70,82	29,18	24,04	30,14	53,71	118,33	148,96	40,94	60,13	148,96	24,04
2009	40,69	27,79	41,71	20,13	15,30	18,57	76,04	95,63	109,61	127,84	53,62	34,91	55,15	127,84	15,30
2010	103,02	116,71	42,31	65,97	164,32	50,45	56,59	51,48	28,62	36,90	32,61	66,94	67,99	164,32	28,62
2011	89,17	131,15	49,49	30,08	33,21	26,91	80,75	166,54	218,07	39,78	27,34	25,11	76,47	218,07	25,11
2012	68,83	64,04	22,29	15,29	14,87	54,60	35,12	32,11	23,36	47,07	19,00	17,61	34,52	68,83	14,87
2013	26,78	36,00	84,06	31,39	14,08	43,67	42,05	117,57	111,33	65,28	23,96	30,90	52,25	117,57	14,08
2014	66,71	27,47	38,45	59,38	68,70	121,73	110,32	32,50	43,40	100,74	46,81	47,33	63,63	121,73	27,47
2015	106,02	80,01	35,79	36,23	40,00	70,69	144,12	43,10	106,15	234,94	96,76	50,91	87,06	234,94	35,79
2016	50,81	93,85	77,68	68,36	67,75	28,66	42,78	41,32	37,86	69,68	30,35	41,39	54,21	93,85	28,66
2017	104,39	50,60	31,48	21,11	55,10	194,28	19,14	27,65	11,79	22,59	23,53	45,38	50,59	194,28	11,79
2018	119,73	32,85	34,80	38,94	17,72	21,80	37,48	38,43	89,08	48,25	55,61	43,79	48,21	119,73	17,72

Vazões Médias Mensais - E. F. Rio Bonito															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
2019	45,76	40,09	63,89		58,90	70,31	41,30						53,37	70,31	40,09
Méd	51,38	59,87	48,38	35,76	42,86	46,47	55,04	57,30	67,03	69,33	48,75	41,61	51,96	119,25	18,76
Máx	153,24	173,02	131,84	84,90	164,32	206,69	250,12	226,35	227,82	234,94	148,96	148,18	109,64	250,12	44,57
Mín	4,80	11,49	10,28	9,65	6,43	7,67	9,84	5,47	6,46	9,82	11,35	5,47	15,08	39,18	4,80

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 31 – Vazões Médias Mensais – E. F. Joana

Vazões Médias Mensais - E. F. Joana															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			26,80	59,28	36,55	32,03	25,79	24,39	26,85	45,13	15,49	20,02	31,23	59,28	15,49
1943	18,20	28,15	19,31	15,29	27,42	84,86	65,03	163,99	82,62	45,42	34,37	20,31	50,41	163,99	15,29
1944	53,06	28,63	28,84	20,63	10,10	23,45	16,46	10,81	14,63	13,30	17,73	7,41	20,42	53,06	7,41
1945	6,51	46,05	22,80	15,15	9,00	12,69	13,33	17,55	54,28	32,94	16,78	24,73	22,65	54,28	6,51
1946	78,50	94,05	73,67	21,79	31,48	70,20	127,82	44,07	41,35	31,77	20,15	26,69	55,13	127,82	20,15
1947	37,29	63,14	57,62	17,66	37,77	40,46	50,13	41,18	111,04	77,46	58,91	36,30	52,41	111,04	17,66
1948	38,51	71,33	65,93	90,53	133,69	25,86	56,00	153,70	35,34	31,22	26,75	13,94	61,90	153,70	13,94
1949	27,62	22,70	74,83	66,12	37,89	69,09	45,44	76,54	63,96	40,81	19,97	14,85	46,65	76,54	14,85
1950	33,19	43,04	53,32	49,52	48,78	27,42	20,87	62,32	30,90	99,36	26,27	29,56	43,71	99,36	20,87
1951	80,90	112,48	80,31	21,71	14,00	12,74	16,97	7,41	8,76	56,71	45,54	39,97	41,46	112,48	7,41
1952	54,83	37,95	21,57	14,70	15,90	39,73	73,19	26,78	74,31	88,64	50,87	32,88	44,28	88,64	14,70
1953	50,99	60,24	30,47	16,07	14,14	16,03	24,04	18,76	61,60	72,64	76,11	73,34	42,87	76,11	14,14
1954	76,33	60,07	69,09	58,25	107,88	103,53	198,77	49,39	189,22	203,97	57,05	27,87	100,12	203,97	27,87
1955	24,23	43,85	45,50	82,92	111,12	58,52	175,33	69,31	55,73	45,06	31,77	35,30	64,89	175,33	24,23
1956	84,05	134,47	35,73	88,38	67,32	44,83	29,71	56,17	109,36	79,51	31,55	32,01	66,09	134,47	29,71
1957	28,62	51,18	43,28	38,78	49,76	26,93	87,76	283,73	229,14	94,53	69,10	35,61	86,54	283,73	26,93
1958	38,18	29,24	104,26	35,58	19,25	67,81	25,80	76,76	121,66	104,50	118,58	66,60	67,35	121,66	19,25
1959	30,28	57,18	30,03	39,38	58,04	24,59	26,51	31,06	97,62	61,31	16,70	19,28	41,00	97,62	16,70
1960	20,75	42,65	48,18	33,54	21,75	28,37	17,27	90,72	71,08	67,88	91,09	38,10	47,61	91,09	17,27
1961	39,91	48,03	131,64	56,05	28,76	21,55	37,13	15,33	142,50	191,97	210,58	78,14	83,47	210,58	15,33
1962	35,36	35,35	42,86	18,96	42,54	36,99	68,47	28,21	93,44	37,93	46,41	31,65	43,18	93,44	18,96
1963	56,45	192,36	127,74	51,45	21,03	11,84	16,36	58,06	63,81	250,17	120,20	36,70	83,85	250,17	11,84
1964	19,78	34,78	33,35	36,39	36,47	21,51	28,30	38,08	66,42	76,37	28,20	20,72	36,70	76,37	19,78
1965	20,94	15,94	19,40	23,94	63,62	23,70	58,14	182,92	223,63	63,38	47,66	93,46	69,73	223,63	15,94
1966	101,68	192,32	121,54	58,43	34,51	57,36	44,99	47,82	117,04	60,82	46,94	63,10	78,88	192,32	34,51
1967	46,75	65,12	56,55	28,27	23,33	41,04	36,18	62,69	160,48	95,27	51,80	54,14	60,14	160,48	23,33
1968	16,73	13,23	10,89	11,74	8,63	9,20	19,11	8,55	45,96	25,81	80,91	56,87	25,64	80,91	8,55
1969	86,96	110,33	55,78	85,48	21,92	55,79	54,83	23,88	44,50	25,40	78,23	23,87	55,58	110,33	21,92
1970	49,60	37,87	37,06	29,14	50,80	84,23	89,20	53,40	65,92	59,18	23,84	36,05	51,36	89,20	23,84
1971	121,08	102,28	146,73	122,74	91,62	105,62	94,88	81,10	64,77	67,96	16,47	12,87	85,68	146,73	12,87
1972	19,11	83,48	44,24	33,09	12,84	49,41	66,47	134,67	183,92	86,51	58,12	58,67	69,21	183,92	12,84
1973	51,87	70,64	34,46	19,89	61,33	86,42	101,89	123,81	140,02	40,05	39,01	25,85	66,27	140,02	19,89
1974	48,90	52,32	76,19	41,96	17,75	49,51	40,45	23,25	52,56	23,27	37,90	27,95	41,00	76,19	17,75
1975	38,30	33,85	43,45	22,96	21,00	36,83	24,66	85,17	159,89	141,66	39,34	124,61	64,31	159,89	21,00
1976	76,84	27,91	71,85	23,05	60,55	97,16	45,69	124,80	53,68	32,13	38,54	150,14	66,86	150,14	23,05
1977	87,24	126,05	51,56	46,82	17,18	17,48	31,32	143,30	76,93	103,51	95,42	51,90	70,73	143,30	17,18
1978	41,81	41,13	33,69	11,63	8,74	9,17	19,01	16,79	51,54	28,58	49,46	27,44	28,25	51,54	8,74
1979	22,68	10,82	18,84	24,06	58,56	28,63	36,41	33,89	27,03	149,43	109,87	70,31	49,21	149,43	10,82
1980	37,30	29,92	115,01	42,03	42,42	21,19	60,42	180,68	138,56	75,64	70,95	147,71	80,15	180,68	21,19
1981	121,04	75,26	26,06	26,90	17,37	21,81	30,63	20,98	43,92	41,17	35,24	29,54	40,83	121,04	17,37
1982	23,58	57,77	42,78	20,23	14,51	41,49	85,78	47,30	26,06	106,12	192,51	67,03	60,43	192,51	14,51
1983	83,70	82,59	113,30	72,85	190,27	180,65	373,09	331,36	103,96	66,34	66,77	87,42	146,02	373,09	66,34
1984	59,32	55,30	56,35	42,19	43,05	136,44	165,60	281,61	66,66	98,86	64,80	81,76	95,99	281,61	42,19

Vazões Médias Mensais - E. F. Joana															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1985	38,93	91,19	57,99	44,88	29,21	19,39	25,40	17,12	29,23	39,97	45,81	11,64	37,56	91,19	11,64
1986	18,32	23,91	13,11	18,95	11,76	33,57	18,79	23,27	47,55	70,79	104,28	63,73	37,34	104,28	11,76
1987	107,79	87,84	25,80	51,57	181,42	86,30	68,77	80,59	52,47	148,79	39,76	27,78	79,91	181,42	25,80
1988	29,79	37,67	34,40	42,29	116,45	73,06	33,43	13,65	63,11	45,23	20,89	17,79	43,98	116,45	13,65
1989	64,60	97,97	38,95	45,57	107,65	19,18	22,59	36,77	183,87	65,94	20,40	18,44	60,16	183,87	18,44
1990	136,81	86,37	65,09	91,01	56,60	224,11	95,30	74,01	136,28	192,66	168,81	52,13	114,93	224,11	52,13
1991	35,13	36,33	17,47	11,89	11,28	50,03	34,70	58,88	17,50	80,87	75,23	67,67	41,41	80,87	11,28
1992	46,42	81,96	50,77	28,64	70,71	180,58	176,72	164,18	90,16	45,41	52,67	43,15	85,95	180,58	28,64
1993	52,91	95,05	91,11	47,87	47,63	77,82	185,72	42,99	63,27	153,63	48,63	72,57	81,60	185,72	42,99
1994	36,42	118,21	99,31	52,23	95,27	109,71	142,73	35,97	18,64	79,82	81,14	31,83	75,11	142,73	18,64
1995	163,51	90,28	46,97	22,39	11,02	31,60	54,54	37,66	50,21	98,31	44,93	30,96	56,87	163,51	11,02
1996	104,26	97,96	64,17	54,16	16,46	34,88	98,87	83,78	109,73	99,24	36,65	36,45	69,72	109,73	16,46
1997	75,02	192,86	69,62	16,72	12,94	31,09	93,18	90,80	59,08	207,76	208,64	66,16	93,66	208,64	12,94
1998	59,85	175,44	113,93	128,36	166,11	49,47	80,99	151,28	250,20	113,21	44,44	46,46	114,98	250,20	44,44
1999	39,56	50,90	37,80	69,24	25,82	57,89	128,89	36,38	33,04	91,98	44,68	30,16	53,86	128,89	25,82
2000	40,90	52,17	44,66	42,44	31,44	28,67	76,47	32,59	170,19	188,99	52,21	59,56	68,36	188,99	28,67
2001	121,66	156,73	95,11	84,89	108,84	66,06	88,68	50,80	77,36	217,03	36,85	81,81	98,82	217,03	36,85
2002	69,50	47,56	36,26	52,78	38,58	76,31	58,39	120,94	90,29	127,31	132,17	126,40	81,38	132,17	36,26
2003	37,31	50,07	67,03	24,63	27,47	46,45	26,45	14,36	20,33	43,36	38,52	119,23	42,93	119,23	14,36
2004	41,10	32,74	19,95	41,54	48,71	29,55	106,28	26,77	93,27	139,31	64,27	49,46	57,75	139,31	19,95
2005	55,38	25,84	25,72	39,10	123,02	104,27	65,03	50,53	282,98	198,97	103,08	26,76	91,72	282,98	25,72
2006	36,52	29,23	18,07	13,14	10,87	7,77	9,94	32,91	29,43	27,70	66,98	54,96	28,13	66,98	7,77
2007	31,04	41,22	81,83	39,97	83,86	29,82	87,04	79,60	59,90	84,15	82,91	32,85	61,18	87,04	29,82
2008	61,49	64,36	54,00	40,14	80,62	38,81	39,79	37,71	69,39	159,81	189,85	55,13	74,26	189,85	37,71
2009	50,83	38,18	49,31	18,22	13,67	18,03	98,24	127,95	140,01	189,52	67,65	42,45	71,17	189,52	13,67
2010	110,15	130,09	59,28	98,30	201,60	66,77	67,72	69,24	36,37	45,48	42,48	95,86	85,28	201,60	36,37
2011	101,37	182,78	69,57	53,53	58,80	39,51	128,99	204,97	323,53	62,31	33,89	24,51	106,98	323,53	24,51
2012	58,69	58,61	25,61	12,81	16,47	56,09	39,85	50,21	22,74	56,90	22,53	18,14	36,55	58,69	12,81
2013	34,33	31,42	80,10	32,53	14,64	53,87	57,00	144,00	143,82	107,36	30,49	39,86	64,12	144,00	14,64
2014	70,25	28,19	50,05	46,09	79,87	170,05	143,56	38,20	52,56	137,81	69,19	59,28	78,76	170,05	28,19
2015	135,63	102,35	45,78	41,45	32,75	96,68	173,53	65,06	130,33	325,03	152,32	62,76	113,64	325,03	32,75
2016	68,81	99,56	99,38	75,08	92,77	41,15	53,45	52,87	49,38	89,14	46,17	52,95	68,39	99,56	41,15
2017	141,37	68,52	25,96	27,00	68,39	303,73	22,33	36,66	14,64	28,90	75,54	61,45	72,87	303,73	14,64
2018	162,15	44,49	47,13	52,73	23,99	29,52	50,76	52,05	120,64	65,34	75,31	59,30	65,29	162,15	23,99
2019	61,97	54,29	86,53		79,77	95,23	55,93						72,29	95,23	54,29
Méd	59,59	69,14	55,78	42,83	51,76	58,09	69,68	73,86	88,63	91,79	63,55	49,25	64,47	153,47	21,92
Máx	163,51	192,86	146,73	128,36	201,60	303,73	373,09	331,36	323,53	325,03	210,58	150,14	146,02	373,09	66,34
Mín	6,51	10,82	10,89	11,63	8,63	7,77	9,94	7,41	8,76	13,30	15,49	7,41	20,42	51,54	6,51

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 32 – Vazões Médias Mensais – E. F. Encruzilhada

Vazões Médias Mensais - E. F. Encruzilhada															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			32,89	72,73	44,84	39,30	31,64	29,92	32,94	55,37	19,01	24,56	38,32	72,73	19,01
1943	22,33	34,53	23,69	18,76	33,64	104,11	79,78	201,21	101,36	55,72	42,17	24,91	61,85	201,21	18,76
1944	65,10	35,13	35,38	25,32	12,39	28,77	20,20	13,26	17,95	16,32	21,75	9,09	25,05	65,10	9,09
1945	7,98	56,50	27,97	18,58	11,04	15,56	16,36	21,53	66,60	40,41	20,58	30,35	27,79	66,60	7,98
1946	96,31	115,39	90,39	26,73	38,62	86,13	156,82	54,07	50,73	38,98	24,72	32,74	67,64	156,82	24,72
1947	45,75	77,47	70,69	21,67	46,34	49,64	61,50	50,53	136,23	95,04	72,28	44,54	64,31	136,23	21,67
1948	47,25	87,52	80,89	111,08	164,03	31,73	68,70	188,58	43,36	38,30	32,82	17,10	75,95	188,58	17,10
1949	33,89	27,85	91,81	81,13	46,49	84,77	55,75	93,91	78,47	50,07	24,50	18,22	57,24	93,91	18,22
1950	40,73	52,81	65,42	60,76	59,85	33,64	25,61	76,46	37,91	121,90	32,23	36,27	53,63	121,90	25,61
1951	155,27	253,09	203,51	68,27	36,50	24,46	52,98	11,08	14,54	75,68	59,13	40,78	82,94	253,09	11,08

Vazões Médias Mensais - E. F. Encruzilhada															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1952	43,62	39,00	19,19	13,81	13,79	34,23	87,51	27,08	92,93	106,45	63,10	32,95	47,80	106,45	13,79
1953	53,14	69,06	37,96	18,83	14,59	16,11	23,52	18,60	72,53	80,90	106,37	67,46	48,26	106,37	14,59
1954	67,46	52,67	78,33	54,35	119,50	128,22	213,03	54,54	198,95	233,55	90,64	22,28	109,46	233,55	22,28
1955	24,78	42,27	43,23	84,27	101,84	62,77	211,34	78,82	58,57	50,16	40,23	41,27	69,96	211,34	24,78
1956	78,55	171,93	36,32	90,78	72,05	45,67	31,74	67,34	125,17	107,15	35,33	35,93	74,83	171,93	31,74
1957	40,08	65,76	59,45	54,88	60,20	32,08	96,19	402,32	275,40	121,08	93,96	44,68	112,18	402,32	32,08
1958	48,39	31,06	109,70	39,85	29,99	83,97	26,52	83,82	143,99	120,00	149,23	84,45	79,25	149,23	26,52
1959	36,61	75,03	36,54	56,00	76,92	28,74	27,97	42,44	121,33	86,77	20,77	26,71	52,98	121,33	20,77
1960	24,47	62,47	71,76	49,46	28,63	35,92	16,78	121,96	85,54	80,75	98,60	39,59	59,66	121,96	16,78
1961	45,96	79,92	161,52	72,78	30,35	29,13	42,91	16,95	154,00	219,71	273,97	79,73	100,58	273,97	16,95
1962	38,90	40,14	52,50	24,98	65,40	55,73	86,05	42,88	111,58	52,67	58,73	38,24	55,65	111,58	24,98
1963	60,92	176,82	116,42	68,67	24,47	14,64	19,31	62,54	72,90	317,45	141,07	42,95	93,18	317,45	14,64
1964	23,44	35,05	37,00	39,44	52,78	26,03	34,55	46,58	88,93	102,88	43,37	23,85	46,16	102,88	23,44
1965	22,88	16,62	21,30	27,79	78,78	26,92	76,85	215,65	306,73	91,39	56,11	113,72	87,90	306,73	16,62
1966	118,56	267,93	144,60	77,56	38,27	65,67	52,80	49,44	145,67	75,09	52,16	79,28	97,25	267,93	38,27
1967	58,96	76,87	66,33	32,56	27,65	38,76	42,97	71,64	199,42	125,07	53,48	64,88	71,55	199,42	27,65
1968	15,97	13,66	12,42	11,70	8,06	10,18	20,08	8,13	59,55	35,21	92,58	77,58	30,43	92,58	8,06
1969	108,62	121,80	66,19	103,33	20,68	62,50	63,55	28,64	47,86	28,43	86,70	28,44	63,89	121,80	20,68
1970	73,67	54,51	51,79	31,97	56,94	82,43	107,31	68,87	81,79	70,01	27,40	41,97	62,39	107,31	27,40
1971	157,19	121,15	205,45	153,65	112,00	116,10	119,40	96,63	76,24	81,75	19,84	14,57	106,16	205,45	14,57
1972	20,64	119,91	55,70	41,23	15,25	58,44	89,03	152,76	227,89	105,07	76,24	95,19	88,11	227,89	15,25
1973	77,39	89,76	45,44	28,23	84,19	100,65	117,54	132,29	181,70	48,81	52,49	32,44	82,58	181,70	28,23
1974	77,73	80,09	124,00	63,62	22,14	65,68	52,32	27,55	63,08	33,78	79,51	36,02	60,46	124,00	22,14
1975	52,80	41,17	61,32	29,83	28,38	45,05	36,10	111,50	205,68	191,83	54,14	169,39	85,60	205,68	28,38
1976	119,29	38,48	85,84	25,99	82,33	132,94	60,97	170,53	71,82	42,61	48,49	220,04	91,61	220,04	25,99
1977	135,78	174,43	55,60	63,38	21,55	20,10	43,51	200,21	103,21	126,37	125,92	62,59	94,39	200,21	20,10
1978	65,04	63,79	49,91	15,43	12,97	11,54	26,77	20,69	68,13	32,99	60,39	49,79	39,79	68,13	11,54
1979	62,01	33,94	28,99	33,02	82,67	37,80	53,35	47,62	41,24	192,19	140,93	86,96	70,06	192,19	28,99
1980	49,12	48,84	152,03	57,94	51,80	28,27	68,87	228,01	169,96	103,98	86,75	196,34	103,49	228,01	28,27
1981	181,12	94,29	37,30	36,93	25,69	30,89	43,72	25,01	54,80	59,23	48,21	45,75	56,91	181,12	25,01
1982	31,25	66,21	55,11	24,26	19,02	48,46	107,48	53,02	30,28	140,15	239,25	90,89	75,45	239,25	19,02
1983	108,89	114,14	144,81	95,51	243,54	237,87	662,29	546,55	123,13	83,67	90,52	119,90	214,24	662,29	83,67
1984	89,84	91,58	76,74	65,97	54,93	155,99	198,80	372,33	72,04	118,97	90,44	105,83	124,45	372,33	54,93
1985	48,63	121,56	80,49	71,91	38,83	27,60	38,84	26,27	45,18	59,38	71,82	16,40	53,91	121,56	16,40
1986	28,51	31,54	20,40	27,40	19,56	51,99	30,64	33,52	57,63	101,29	138,12	91,45	52,67	138,12	19,56
1987	151,88	125,43	34,24	70,37	251,03	113,48	91,12	113,50	74,51	193,77	53,68	35,31	109,03	251,03	34,24
1988	37,68	47,60	44,45	51,54	163,95	100,53	43,27	17,01	84,83	57,92	26,57	23,53	58,24	163,95	17,01
1989	77,08	125,62	47,89	58,04	125,75	23,74	27,71	43,39	245,63	91,72	25,78	23,37	76,31	245,63	23,37
1990	180,59	115,37	82,34	114,31	68,72	329,97	124,74	95,29	181,10	308,34	276,45	67,00	162,02	329,97	67,00
1991	40,64	48,95	26,43	17,90	17,15	76,70	54,18	91,77	26,70	125,84	110,57	90,08	60,58	125,84	17,15
1992	62,64	121,34	63,23	34,15	69,14	255,05	230,74	199,96	106,09	61,02	59,12	34,30	108,06	255,05	34,15
1993	57,27	128,02	127,72	64,91	76,48	104,26	236,67	43,75	83,60	232,67	53,85	98,32	108,96	236,67	43,75
1994	29,19	142,69	131,98	74,27	152,60	137,36	193,37	47,77	21,23	95,99	67,42	31,83	93,81	193,37	21,23
1995	186,07	112,59	65,38	27,65	17,39	41,72	77,55	59,96	67,59	113,99	57,36	40,80	72,34	186,07	17,39
1996	136,62	136,57	89,85	66,54	24,96	44,87	128,54	123,03	150,10	129,79	51,34	48,56	94,23	150,10	24,96
1997	88,25	321,40	90,13	25,71	21,23	42,22	94,61	117,81	81,06	255,68	262,00	92,99	124,42	321,40	21,23
1998	80,43	234,49	126,06	119,11	218,05	49,19	100,41	211,25	240,71	147,67	56,87	56,38	136,72	240,71	49,19
1999	53,86	70,25	53,51	89,85	34,42	73,93	150,38	46,60	36,48	116,92	66,59	41,15	69,50	150,38	34,42
2000	60,93	79,07	63,17	59,25	38,19	38,58	91,87	39,51	219,16	235,58	63,73	60,14	87,43	235,58	38,19
2001	147,26	191,92	126,27	104,88	138,07	78,03	121,84	60,67	98,79	283,92	49,39	107,44	125,71	283,92	49,39
2002	111,81	68,45	47,15	70,36	61,62	97,95	80,88	162,97	121,29	154,46	166,80	166,05	109,15	166,80	47,15
2003	57,83	80,42	93,65	32,91	44,23	67,65	35,62	20,99	32,45	61,19	51,69	168,14	62,23	168,14	20,99
2004	67,32	51,50	34,78	68,19	73,03	45,18	104,00	37,46	126,45	188,62	84,45	78,78	79,98	188,62	34,78

Vazões Médias Mensais - E. F. Encruzilhada															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
2005	85,46	40,10	44,73	57,94	162,99	135,91	96,86	71,44	402,51	269,34	140,97	37,32	128,80	402,51	37,32
2006	63,92	46,91	28,11	19,43	17,35	11,66	14,97	53,24	38,45	37,30	102,76	77,66	42,65	102,76	11,66
2007	43,40	62,27	125,81	37,85	110,80	37,93	118,18	105,81	83,67	114,01	108,13	44,21	82,67	125,81	37,85
2008	88,80	91,53	93,23	60,95	119,54	45,45	48,17	48,68	95,85	206,80	270,56	74,33	103,66	270,56	45,45
2009	64,87	43,48	62,26	25,62	21,13	26,54	132,52	167,57	172,80	244,46	86,18	56,60	92,00	244,46	21,13
2010	167,57	190,94	73,48	117,60	278,75	92,78	93,55	91,23	49,05	63,29	52,86	129,55	116,72	278,75	49,05
2011	137,40	241,53	81,97	57,00	67,06	51,28	163,27	254,00	465,16	72,83	38,85	36,09	138,87	465,16	36,09
2012	77,76	79,81	38,48	20,82	24,64	77,66	64,64	61,75	35,88	86,26	32,91	24,49	52,09	86,26	20,82
2013	48,73	42,85	107,61	48,78	21,69	59,06	81,71	184,29	194,17	137,55	45,22	53,48	85,43	194,17	21,69
2014	96,23	36,55	72,28	69,75	93,71	203,09	203,75	55,72	66,05	175,41	80,64	79,69	102,74	203,75	36,55
2015	179,70	135,35	84,38	96,62	59,29	99,42	199,50	85,96	147,71	430,65	218,05	83,16	151,65	430,65	59,29
2016	84,42	131,91	148,73	102,16	137,42	49,28	64,29	65,61	65,42	114,49	61,17	70,15	91,25	148,73	49,28
2017	135,29	70,05	34,39	35,77	90,61	404,04	31,36	66,54	50,60	41,28	100,08	50,54	92,55	404,04	31,36
2018	164,27	57,63	54,89	63,88	25,75	30,66	60,01	54,90	144,42	71,98	82,44	60,77	72,63	164,27	25,75
2019	64,83	78,18	106,78		95,82	114,39	67,19						87,87	114,39	64,83
Méd	77,08	92,40	73,46	55,28	67,33	73,16	90,10	96,01	112,01	118,64	82,60	62,86	83,38	204,87	27,96
Máx	186,07	321,40	205,45	153,65	278,75	404,04	662,29	546,55	465,16	430,65	276,45	220,04	214,24	662,29	83,67
Mín	7,98	13,66	12,42	11,70	8,06	10,18	14,97	8,13	14,54	16,32	19,01	9,09	25,05	65,10	7,98

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 33 – Vazões Médias Mensais – E. F. Encruzilhada II

Vazões Médias Mensais - E. F. Encruzilhada II															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			32,76	72,45	44,68	39,16	31,52	29,81	32,82	55,17	18,94	24,47	38,18	72,45	18,94
1943	22,25	34,40	23,60	18,69	33,51	103,72	79,48	200,45	100,99	55,51	42,02	24,82	61,62	200,45	18,69
1944	64,85	35,00	35,25	25,22	12,34	28,66	20,12	13,21	17,88	16,26	21,67	9,06	24,96	64,85	9,06
1945	7,95	56,29	27,87	18,51	11,00	15,51	16,30	21,45	66,35	40,26	20,50	30,23	27,69	66,35	7,95
1946	95,95	114,96	90,05	26,63	38,48	85,81	156,23	53,86	50,54	38,84	24,63	32,62	67,38	156,23	24,63
1947	45,58	77,18	70,43	21,58	46,17	49,45	61,27	50,34	135,72	94,69	72,01	44,37	64,07	135,72	21,58
1948	47,07	87,19	80,59	110,66	163,42	31,61	68,45	187,87	43,20	38,16	32,70	17,04	75,66	187,87	17,04
1949	33,76	27,75	91,46	80,82	46,32	84,45	55,54	93,56	78,18	49,89	24,41	18,16	57,02	93,56	18,16
1950	40,57	52,61	65,18	60,53	59,63	33,52	25,52	76,17	37,77	121,45	32,11	36,13	53,43	121,45	25,52
1951	154,69	252,14	202,75	68,02	36,36	24,36	52,78	11,04	14,48	75,39	58,91	40,63	82,63	252,14	11,04
1952	43,46	38,85	19,12	13,76	13,73	34,10	87,18	26,98	92,58	106,05	62,87	32,83	47,62	106,05	13,73
1953	52,94	68,80	37,82	18,76	14,54	16,05	23,43	18,53	72,26	80,60	105,97	67,21	48,08	105,97	14,54
1954	67,21	52,47	78,04	54,14	119,05	127,74	212,24	54,33	198,21	232,68	90,30	22,20	109,05	232,68	22,20
1955	24,69	42,11	43,06	83,95	101,46	62,53	210,55	78,53	58,35	49,97	40,08	41,12	69,70	210,55	24,69
1956	78,25	171,29	36,19	90,44	71,78	45,50	31,62	67,08	124,70	106,74	35,20	35,79	74,55	171,29	31,62
1957	39,93	65,51	59,23	54,68	59,98	31,96	95,83	400,82	274,37	120,62	93,61	44,51	111,76	400,82	31,96
1958	48,21	30,94	109,29	39,70	29,88	83,66	26,42	83,50	143,45	119,55	148,68	84,14	78,95	148,68	26,42
1959	36,47	74,74	36,40	55,79	76,63	28,63	27,87	42,28	120,88	86,45	20,69	26,61	52,79	120,88	20,69
1960	24,38	62,24	71,49	49,28	28,53	35,79	16,71	121,51	85,22	80,45	98,23	39,44	59,44	121,51	16,71
1961	45,79	79,62	160,91	72,50	30,24	29,02	42,75	16,89	153,43	218,89	272,94	79,43	100,20	272,94	16,89
1962	38,76	39,99	52,30	24,89	65,16	55,52	85,72	42,72	111,16	52,47	58,51	38,09	55,44	111,16	24,89
1963	60,69	176,16	115,98	68,41	24,38	14,58	19,24	62,30	72,62	316,26	140,54	42,78	92,83	316,26	14,58
1964	23,35	34,92	36,86	39,30	52,58	25,94	34,42	46,41	88,60	102,50	43,20	23,76	45,99	102,50	23,35
1965	22,80	16,55	21,22	27,68	78,48	26,82	76,57	214,85	305,59	91,05	55,90	113,30	87,57	305,59	16,55
1966	118,12	266,93	144,06	77,27	38,12	65,42	52,61	49,26	145,12	74,81	51,97	78,98	96,89	266,93	38,12
1967	58,74	76,58	66,08	32,44	27,55	38,62	42,81	71,37	198,68	124,60	53,28	64,64	71,28	198,68	27,55
1968	15,91	13,61	12,38	11,65	8,03	10,14	20,00	8,10	59,33	35,08	92,23	77,29	30,31	92,23	8,03
1969	108,21	121,35	65,94	102,94	20,60	62,27	63,32	28,53	47,68	28,32	86,37	28,33	63,65	121,35	20,60
1970	73,40	54,31	51,59	31,85	56,72	82,12	106,91	68,61	81,48	69,74	27,30	41,82	62,16	106,91	27,30

Vazões Médias Mensais - E. F. Encruzilhada II															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1971	156,60	120,70	204,68	153,08	111,58	115,67	118,96	96,27	75,95	81,44	19,76	14,52	105,77	204,68	14,52
1972	20,56	119,46	55,49	41,08	15,20	58,22	88,69	152,19	227,03	104,68	75,95	94,83	87,78	227,03	15,20
1973	77,10	89,43	45,27	28,12	83,87	100,27	117,10	131,80	181,02	48,63	52,30	32,32	82,27	181,02	28,12
1974	77,44	79,79	123,54	63,38	22,06	65,44	52,13	27,45	62,85	33,65	79,21	35,89	60,23	123,54	22,06
1975	52,61	41,02	61,09	29,72	28,27	44,88	35,97	111,09	204,91	191,11	53,94	168,76	85,28	204,91	28,27
1976	118,84	38,34	85,52	25,89	82,02	132,44	60,74	169,89	71,55	42,45	48,31	219,22	91,27	219,22	25,89
1977	135,27	173,77	55,39	63,14	21,47	20,02	43,34	199,46	102,82	125,90	125,45	62,36	94,03	199,46	20,02
1978	64,79	63,55	49,72	15,37	12,92	11,50	26,67	20,61	67,88	32,87	60,16	49,61	39,64	67,88	11,50
1979	61,78	33,81	28,89	32,90	82,37	37,66	53,16	47,44	41,08	191,47	140,41	86,64	69,80	191,47	28,89
1980	48,94	48,66	151,46	57,72	51,61	28,16	68,61	227,16	169,32	103,59	86,42	195,61	103,11	227,16	28,16
1981	180,44	93,94	37,16	36,79	25,60	30,77	43,56	24,92	54,60	59,00	48,03	45,58	56,70	180,44	24,92
1982	31,13	65,96	54,90	24,17	18,95	48,28	107,08	52,82	30,16	139,63	238,36	90,55	75,17	238,36	18,95
1983	108,48	113,71	144,27	95,15	242,63	236,98	659,81	544,50	122,67	83,36	90,18	119,45	213,43	659,81	83,36
1984	89,50	91,24	76,46	65,72	54,73	155,41	198,05	370,94	71,77	118,52	90,10	105,43	123,99	370,94	54,73
1985	48,45	121,10	80,19	71,64	38,69	27,49	38,69	26,17	45,01	59,16	71,55	16,34	53,71	121,10	16,34
1986	28,41	31,42	20,32	27,30	19,49	51,79	30,52	33,39	57,42	100,91	137,60	91,11	52,47	137,60	19,49
1987	151,32	124,96	34,11	70,11	250,09	113,05	90,78	113,08	74,24	193,05	53,48	35,18	108,62	250,09	34,11
1988	37,54	47,42	44,28	51,35	163,33	100,15	43,11	16,95	84,52	57,71	26,47	23,44	58,02	163,33	16,95
1989	76,79	125,15	47,71	57,82	125,28	23,65	27,61	43,23	244,71	91,38	25,69	23,28	76,02	244,71	23,28
1990	179,92	114,93	82,04	113,89	68,46	328,74	124,27	94,93	180,43	307,19	275,42	66,75	161,41	328,74	66,75
1991	40,49	48,77	26,33	17,83	17,08	76,41	53,98	91,43	26,60	125,37	110,16	89,75	60,35	125,37	17,08
1992	62,41	120,89	62,99	34,02	68,88	254,09	229,87	199,22	105,69	60,79	58,90	34,17	107,66	254,09	34,02
1993	57,06	127,54	127,25	64,67	76,20	103,87	235,78	43,58	83,28	231,80	53,65	97,96	108,55	235,78	43,58
1994	29,08	142,15	131,49	73,99	152,03	136,84	192,65	47,59	21,15	95,64	67,17	31,71	93,46	192,65	21,15
1995	185,37	112,17	65,13	27,55	17,32	41,56	77,26	59,74	67,33	113,57	57,15	40,65	72,07	185,37	17,32
1996	136,10	136,06	89,51	66,29	24,86	44,70	128,06	122,57	149,54	129,30	51,15	48,38	93,88	149,54	24,86
1997	87,92	320,19	89,79	25,61	21,15	42,06	94,26	117,37	80,75	254,73	261,02	92,65	123,96	320,19	21,15
1998	80,13	233,61	125,58	118,67	217,24	49,01	100,03	210,46	239,81	147,12	56,65	56,17	136,21	239,81	49,01
1999	53,66	69,98	53,31	89,52	34,29	73,65	149,82	46,43	36,35	116,48	66,34	40,99	69,24	149,82	34,29
2000	60,70	78,78	62,93	59,03	38,04	38,43	91,53	39,36	218,34	234,70	63,49	59,92	87,11	234,70	38,04
2001	146,71	191,21	125,80	104,49	137,55	77,74	121,38	60,44	98,42	282,86	49,21	107,04	125,24	282,86	49,21
2002	111,39	68,19	46,98	70,09	61,39	97,59	80,58	162,36	120,84	153,88	166,18	165,43	108,74	166,18	46,98
2003	57,62	80,12	93,30	32,79	44,07	67,40	35,48	20,91	32,33	60,96	51,49	167,51	62,00	167,51	20,91
2004	67,07	51,31	34,65	67,93	72,76	45,02	103,61	37,32	125,98	187,91	84,13	78,49	79,68	187,91	34,65
2005	85,14	39,95	44,57	57,72	162,38	135,40	96,50	71,17	401,00	268,34	140,45	37,18	128,32	401,00	37,18
2006	63,68	46,74	28,00	19,36	17,29	11,61	14,91	53,05	38,31	37,17	102,38	77,37	42,49	102,38	11,61
2007	43,24	62,04	125,34	37,71	110,38	37,79	117,74	105,41	83,36	113,59	107,73	44,05	82,37	125,34	37,71
2008	88,47	91,19	92,88	60,72	119,10	45,29	47,99	48,50	95,49	206,02	269,55	74,05	103,27	269,55	45,29
2009	64,63	43,32	62,03	25,53	21,05	26,44	132,03	166,95	172,16	243,55	85,86	56,39	91,66	243,55	21,05
2010	166,95	190,22	73,21	117,16	277,71	92,44	93,20	90,89	48,86	63,05	52,67	129,06	116,28	277,71	48,86
2011	136,89	240,63	81,66	56,78	66,81	51,09	162,66	253,05	463,42	72,56	38,71	35,95	138,35	463,42	35,95
2012	77,47	79,52	38,33	20,74	24,55	77,37	64,40	61,52	35,74	85,94	32,79	24,40	51,90	85,94	20,74
2013	48,55	42,68	107,21	48,60	21,61	58,84	81,40	183,60	193,44	137,04	45,05	53,28	85,11	193,44	21,61
2014	95,87	36,41	72,01	69,49	93,35	202,33	202,99	55,51	65,80	174,75	80,33	79,39	102,35	202,99	36,41
2015	179,03	134,84	84,06	96,26	59,06	99,05	198,75	85,64	147,16	429,04	217,23	82,85	151,08	429,04	59,06
2016	82,35	131,41	148,18	101,77	136,90	49,10	64,05	65,37	65,18	114,07	60,94	69,89	90,77	148,18	49,10
2017	134,78	69,78	34,26	35,64	90,28	402,53	31,24	66,29	50,41	41,12	99,71	50,35	92,20	402,53	31,24
2018	163,66	57,41	54,68	63,64	25,65	30,55	59,79	54,69	143,88	71,71	82,13	60,55	72,36	163,66	25,65
2019	64,58	77,89	106,38		95,46	113,96	66,94						87,54	113,96	64,58
Méd	76,76	92,05	73,18	55,07	67,08	72,89	89,76	95,65	111,59	118,20	82,30	62,63	83,06	204,10	27,86
Máx	185,37	320,19	204,68	153,08	277,71	402,53	659,81	544,50	463,42	429,04	275,42	219,22	213,43	659,81	83,36
Mín	7,95	13,61	12,38	11,65	8,03	10,14	14,91	8,10	14,48	16,26	18,94	9,06	24,96	64,85	7,95

Tabela 34 – Vazões Médias Mensais – E. F. Canoas

Vazões Médias Mensais - E. F. Canoas															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1940					77,00	25,15	47,59	152,61	73,13	135,75	39,28	55,87	75,80	152,61	25,15
1941	84,75	121,05	74,89	45,39	153,12	134,21	60,20	174,09	93,06	90,58	188,17	78,37	108,16	188,17	45,39
1942	29,49	69,67	37,54	110,12	63,83	42,97	40,97	44,28	39,57	84,36	21,02	25,17	50,75	110,12	21,02
1943	22,49	41,98	23,27	17,21	46,25	212,73	112,93	345,77	152,95	65,77	53,21	30,84	93,78	345,77	17,21
1944	97,07	39,78	62,44	26,58	13,07	24,20	21,69	13,44	17,57	19,67	38,71	12,88	32,26	97,07	12,88
1945	7,77	51,03	26,30	14,41	9,38	11,67	13,39	16,50	60,74	45,74	22,98	29,66	25,80	60,74	7,77
1946	104,22	160,04	123,26	32,68	44,28	101,76	236,94	66,45	82,11	59,94	35,32	36,15	90,26	236,94	32,68
1947	42,18	85,40	97,51	24,74	37,07	50,88	66,50	80,29	209,23	153,15	79,52	50,37	81,40	209,23	24,74
1948	46,11	116,61	110,13	78,62	57,93	111,85	45,25	121,59	110,74	64,07	28,43	18,17	75,79	121,59	18,17
1949	53,51	58,51	70,41	47,89	63,17	37,69	29,00	120,41	59,25	211,79	39,93	48,54	70,01	211,79	29,00
1950	91,85	165,25	136,10	35,42	19,59	18,66	40,64	13,39	15,31	147,20	108,47	71,77	71,97	165,25	13,39
1951	70,91	68,61	35,72	21,84	17,24	64,04	144,81	50,28	166,32	193,94	100,48	53,16	82,28	193,94	17,24
1952	81,42	111,51	67,46	32,01	27,88	27,23	40,58	35,53	114,65	136,29	166,18	86,63	77,28	166,18	27,23
1953	88,91	93,98	126,73	90,87	190,33	222,67	318,03	82,12	323,52	429,68	155,60	39,03	180,12	429,68	39,03
1954	48,12	73,05	70,43	151,92	168,03	118,80	304,02	135,74	90,43	70,62	63,23	72,66	113,92	304,02	48,12
1955	154,81												154,81	154,81	154,81
Méd	68,24	89,75	75,87	52,12	65,88	80,30	101,50	96,83	107,24	127,24	76,03	47,28	**82,52**	**196,74**	**33,36**
Máx	154,81	165,25	136,10	151,92	190,33	222,67	318,03	345,77	323,52	429,68	188,17	86,63	**180,12**	**429,68**	**154,81**
Mín	7,77	39,78	23,27	14,41	9,38	11,67	13,39	13,39	15,31	19,67	21,02	12,88	**25,80**	**60,74**	**7,77**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 35 – Vazões Médias Mensais – E. F. Ponte Alta do Sul

Vazões Médias Mensais - E. F. Ponte Alta do Sul															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			44,39	98,18	60,54	53,06	42,72	40,39	44,47	74,75	25,66	33,16	51,73	98,18	25,66
1943	30,15	46,62	31,98	25,33	45,41	140,54	107,70	271,62	136,84	75,22	56,93	33,63	83,50	271,62	25,33
1944	87,88	47,42	47,76	34,17	16,72	38,83	27,27	17,90	24,23	22,03	29,36	12,28	33,82	87,88	12,28
1945	10,78	76,28	37,76	25,09	14,91	21,01	22,08	29,06	89,91	54,56	27,78	40,97	37,51	89,91	10,78
1946	130,02	155,77	122,02	36,08	52,14	116,28	211,70	72,99	68,49	52,62	33,38	44,20	91,31	211,70	33,38
1947	61,76	104,58	95,43	29,25	62,56	67,01	83,02	68,21	183,91	128,30	97,57	60,13	86,81	183,91	29,25
1948	63,79	118,14	109,21	149,95	221,43	42,83	92,75	254,57	58,54	51,71	44,30	23,09	102,53	254,57	23,09
1949	45,75	37,60	123,93	109,52	62,76	114,43	75,26	126,77	105,93	67,60	33,07	24,60	77,27	126,77	24,60
1950	54,98	71,29	88,31	82,02	80,80	45,42	34,57	103,21	51,18	164,56	43,51	48,96	72,40	164,56	34,57
1951	133,99	186,29	133,01	35,96	23,18	21,10	28,12	12,27	14,50	101,87	79,60	54,90	68,73	186,29	12,27
1952	58,72	52,50	25,84	18,59	18,56	46,08	117,80	36,45	125,10	143,30	84,95	44,36	64,35	143,30	18,56
1953	71,54	92,97	51,10	25,35	19,64	21,69	31,66	25,03	97,64	108,91	143,19	90,82	64,96	143,19	19,64
1954	90,82	70,90	105,45	73,16	160,87	172,61	286,78	73,42	267,83	314,40	122,02	29,99	147,36	314,40	29,99
1955	33,36	56,90	58,19	113,44	137,10	84,50	284,50	106,11	78,84	67,53	54,16	55,56	94,18	284,50	33,36
1956	105,74	231,46	48,90	122,21	97,00	61,49	42,73	90,65	168,50	144,24	56,96	57,80	102,31	231,46	42,73
1957	51,69	92,41	78,16	70,03	89,85	48,63	158,47	512,33	413,76	170,70	124,77	64,30	156,26	512,33	48,63
1958	68,93	52,80	188,27	64,24	34,77	122,44	46,59	138,61	219,68	188,69	214,12	120,27	121,62	219,68	34,77
1959	54,67	103,24	54,23	71,10	104,80	44,40	47,86	56,09	176,26	110,71	30,15	34,82	74,03	176,26	30,15
1960	37,47	77,01	87,00	60,56	39,27	51,23	31,18	163,81	128,35	122,57	164,49	68,79	85,98	164,49	31,18
1961	72,07	86,73	237,70	101,21	51,94	38,91	67,05	27,68	257,31	346,64	380,24	141,11	150,72	380,24	27,68
1962	65,59	61,39	68,07	32,69	103,29	76,93	118,61	59,10	166,90	88,07	75,36	49,54	80,46	166,90	32,69
1963	98,97	306,33	218,07	110,38	41,00	21,33	27,68	81,10	128,80	433,43	216,92	70,29	146,19	433,43	21,33
1964	33,79	54,05	53,53	60,05	76,71	38,91	51,51	84,40	124,84	156,21	73,22	35,18	70,20	156,21	33,79
1965	32,88	24,95	33,54	39,40	140,06	47,35	126,58	297,57	423,29	164,91	84,68	166,34	131,80	423,29	24,95
1966	183,60	347,28	219,46	105,51	62,32	103,58	81,25	86,34	211,34	109,82	84,77	113,93	142,43	347,28	62,32
1967	84,42	117,60	102,12	51,04	42,12	74,10	65,32	113,20	289,78	172,02	93,54	97,77	108,59	289,78	42,12
1968	30,21	23,89	19,67	21,20	15,59	16,61	34,51	15,44	82,99	46,60	146,10	102,70	46,29	146,10	15,44
1969	157,03	199,22	100,72	154,36	39,57	100,75	99,02	43,12	80,36	45,86	141,27	43,10	100,36	199,22	39,57

Vazões Médias Mensais - E. F. Ponte Alta do Sul															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1970	89,57	68,38	66,92	52,62	91,72	152,10	161,06	96,43	119,03	106,86	43,04	65,10	92,74	161,06	43,04
1971	218,64	184,69	264,94	221,64	165,44	190,72	171,33	146,44	116,95	122,71	29,75	23,25	154,71	264,94	23,25
1972	34,50	150,74	79,89	59,75	23,19	89,23	120,03	243,17	332,10	156,22	104,95	105,94	124,98	332,10	23,19
1973	93,66	127,56	62,23	35,91	110,74	156,04	183,98	223,56	252,83	72,32	70,44	46,68	119,66	252,83	35,91
1974	88,31	94,48	137,58	75,77	32,04	89,40	73,03	41,98	94,90	42,02	68,44	50,46	74,04	137,58	32,04
1975	69,16	61,12	78,45	41,46	37,92	66,50	44,53	153,80	288,71	255,80	71,03	225,01	116,12	288,71	37,92
1976	138,74	50,40	129,73	41,62	109,33	175,44	82,51	225,36	96,93	58,03	69,60	271,12	120,73	271,12	41,62
1977	157,53	227,62	93,10	84,54	31,03	31,56	56,56	258,76	138,91	186,91	172,31	93,72	127,71	258,76	31,03
1978	75,50	74,28	60,83	21,00	15,78	16,55	34,33	30,32	93,07	51,61	89,32	49,56	51,01	93,07	15,78
1979	40,95	19,53	34,01	43,45	105,74	51,69	65,74	61,19	48,81	269,83	198,38	126,96	88,86	269,83	19,53
1980	67,36	54,03	207,67	75,90	76,59	38,26	109,10	326,26	250,20	136,58	128,12	266,72	144,73	326,26	38,26
1981	218,57	135,90	47,05	48,58	31,36	39,38	55,30	37,89	79,31	74,33	63,63	53,34	73,72	218,57	31,36
1982	42,58	104,31	77,24	36,54	26,20	74,92	154,89	85,41	47,06	191,62	347,62	121,03	109,12	347,62	26,20
1983	151,13	149,13	204,58	131,54	343,56	326,19	673,70	598,34	187,72	119,79	120,56	157,86	263,68	673,70	119,79
1984	107,11	99,85	101,75	76,19	77,73	246,37	299,02	508,50	120,37	178,51	117,00	147,63	173,34	508,50	76,19
1985	70,29	164,66	104,72	81,05	52,74	35,02	45,86	30,91	52,77	72,18	82,72	21,01	67,83	164,66	21,01
1986	33,07	43,17	23,67	34,21	21,24	60,62	33,93	42,01	85,87	127,82	188,31	115,08	67,42	188,31	21,24
1987	194,64	158,62	46,60	93,12	327,59	155,83	124,19	145,53	94,74	268,67	71,80	50,16	144,29	327,59	46,60
1988	53,80	68,02	62,11	76,37	210,28	131,92	60,36	24,65	113,96	81,67	37,72	32,13	79,42	210,28	24,65
1989	116,64	176,91	70,33	82,29	194,39	34,63	40,79	66,39	332,01	119,06	36,84	33,30	108,63	332,01	33,30
1990	247,04	155,96	117,54	164,35	102,20	404,68	172,09	133,65	246,09	347,89	304,82	94,14	207,54	404,68	94,14
1991	63,43	65,61	31,55	21,46	20,36	90,33	62,66	106,33	31,60	146,02	135,85	122,19	74,78	146,02	20,36
1992	83,82	148,00	91,67	51,71	127,69	326,08	319,11	296,46	162,80	82,00	95,10	77,92	155,20	326,08	51,71
1993	95,54	171,63	164,52	86,43	86,00	140,52	335,36	77,62	114,24	277,41	87,82	131,04	147,34	335,36	77,62
1994	65,76	213,45	179,32	94,32	172,03	198,11	257,73	64,95	33,66	144,12	146,51	57,48	135,62	257,73	33,66
1995	295,25	163,02	84,81	40,43	19,90	57,07	98,48	68,00	90,67	177,53	81,13	55,90	102,68	295,25	19,90
1996	188,27	176,89	115,87	97,79	29,72	62,99	178,53	151,28	198,14	179,19	66,18	65,82	125,89	198,14	29,72
1997	135,47	348,24	125,71	30,19	23,37	56,15	168,26	163,97	106,69	375,15	376,74	119,47	169,12	376,74	23,37
1998	108,07	316,80	205,72	231,78	299,95	89,33	146,25	273,16	451,80	204,43	80,24	83,88	207,62	451,80	80,24
1999	71,43	91,91	68,25	125,03	46,62	104,53	232,74	65,69	59,66	166,09	80,67	54,45	97,25	232,74	46,62
2000	73,86	94,20	80,65	76,64	56,77	51,77	138,08	58,85	307,31	341,26	94,28	107,56	123,44	341,26	51,77
2001	219,69	283,01	171,75	153,28	196,54	119,29	160,13	91,73	139,68	391,89	66,55	147,72	178,44	391,89	66,55
2002	125,50	85,88	65,48	95,31	69,67	137,80	105,44	218,39	163,04	229,88	238,66	228,24	146,94	238,66	65,48
2003	67,37	90,41	121,03	44,47	49,60	83,87	47,77	25,93	36,72	78,30	69,56	215,30	77,53	215,30	25,93
2004	74,21	59,12	36,03	75,02	87,96	53,36	191,92	48,34	168,41	251,56	116,06	89,30	104,27	251,56	36,03
2005	99,99	46,66	46,45	70,60	222,13	188,28	117,43	91,24	510,99	359,28	186,13	48,33	165,63	510,99	46,45
2006	65,94	52,79	32,63	23,73	19,62	14,02	17,95	59,42	53,14	50,02	120,95	99,24	50,79	120,95	14,02
2007	56,04	74,43	147,75	72,17	151,42	53,85	157,17	143,73	108,16	151,96	149,71	59,31	110,47	157,17	53,85
2008	111,03	116,21	97,51	72,49	145,57	70,08	71,84	68,10	125,29	288,57	342,81	99,55	134,09	342,81	68,10
2009	91,78	68,94	89,04	32,89	24,68	32,57	177,39	231,03	252,81	342,22	122,15	76,65	128,51	342,22	24,68
2010	198,89	234,91	107,03	177,51	364,03	120,57	122,28	125,03	65,67	82,11	76,71	173,09	153,99	364,03	65,67
2011	183,05	330,05	125,63	96,67	106,18	71,35	232,91	370,11	584,20	112,51	61,20	44,26	193,18	584,20	44,26
2012	105,97	105,84	46,24	23,14	29,73	101,28	71,95	90,66	41,05	102,74	40,68	32,75	66,00	105,97	23,14
2013	61,99	56,73	144,64	58,74	26,44	97,27	102,92	260,02	259,69	193,86	55,05	71,98	115,78	260,02	26,44
2014	126,85	50,91	90,38	83,22	144,23	307,06	259,23	68,97	94,91	248,85	124,94	107,05	142,22	307,06	50,91
2015	244,91	184,82	82,67	74,84	59,14	174,58	313,34	117,48	235,34	586,92	275,05	113,33	205,20	586,92	59,14
2016	113,96	179,77	179,45	135,58	167,52	74,30	96,52	95,46	89,16	160,96	83,37	95,61	122,64	179,77	74,30
2017	182,35	94,41	46,87	48,76	123,50	548,44	40,32	66,20	26,44	52,19	136,40	68,12	119,50	548,44	26,44
2018	221,42	77,67	73,98	86,09	34,71	41,33	80,89	73,99	194,65	97,02	111,12	81,91	97,90	221,42	34,71
2019	87,37	105,38	143,92		132,12	157,72	92,64						119,86	157,72	87,37
Méd	102,32	121,46	98,09	75,04	91,52	102,86	123,13	130,65	157,37	164,19	114,29	86,24	113,89	272,92	38,26
Máx	295,25	348,24	264,94	231,78	364,03	548,44	673,70	598,34	584,20	586,92	380,24	271,12	263,68	673,70	119,79
Mín	10,78	19,53	19,67	18,59	14,91	14,02	17,95	12,27	14,50	22,03	25,66	12,28	33,82	87,88	10,78

Tabela 36 – Vazões Médias Mensais – E. F. Passo Caru

Vazões Médias Mensais - E. F. Passo Caru															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			98,05	216,83	133,70	117,18	94,34	89,21	98,22	165,10	56,68	73,23	114,26	216,83	56,68
1943	66,58	102,96	70,62	55,94	100,30	310,41	237,87	599,90	302,22	166,13	125,74	74,28	184,41	599,90	55,94
1944	194,09	104,73	105,48	75,48	36,94	85,77	60,22	39,54	53,52	48,66	64,85	27,12	74,70	194,09	27,12
1945	23,80	168,46	83,40	55,40	32,93	46,40	48,77	64,18	198,57	120,49	61,36	90,48	82,86	198,57	23,80
1946	287,16	344,04	269,50	79,70	115,16	256,81	467,56	161,20	151,26	116,22	73,72	97,62	201,66	467,56	73,72
1947	136,41	230,97	210,76	64,60	138,17	147,99	183,37	150,65	406,19	283,37	215,50	132,80	191,73	406,19	64,60
1948	140,88	260,93	241,19	331,18	489,06	94,60	204,84	562,25	129,29	114,20	97,85	50,99	226,44	562,25	50,99
1949	101,04	83,04	273,72	241,88	138,62	252,74	166,21	279,99	233,96	149,30	73,04	54,34	170,66	279,99	54,34
1950	121,43	157,46	195,05	181,15	178,45	100,31	76,36	227,96	113,03	363,45	96,09	108,14	159,91	363,45	76,36
1951	213,02	347,22	279,20	93,67	50,08	33,55	72,68	15,20	19,95	425,14	289,08	152,88	165,97	425,14	15,20
1952	151,58	116,51	42,65	28,41	18,38	115,66	273,90	79,22	354,22	458,00	240,78	93,04	164,36	458,00	18,38
1953	118,88	225,14	127,84	63,70	54,07	54,76	74,57	66,94	236,70	364,38	411,52	152,97	162,62	411,52	54,07
1954	160,52	139,67	247,43	214,87	372,76	486,59	604,20	172,95	630,02	795,76	285,87	79,34	349,16	795,76	79,34
1955	68,69	111,45	114,32	228,70	291,71	298,26	635,16	252,38	193,01	116,20	113,36	157,44	215,06	635,16	68,69
1956	306,80	386,38	102,68	264,52	261,47	123,05	102,41	236,35	413,43	301,33	120,24	96,24	226,24	413,43	96,24
1957	91,80	168,38	160,33	139,49	150,31	107,15	424,43	1143,78	814,13	366,48	241,88	173,90	331,84	1143,78	91,80
1958	123,17	138,51	438,95	116,96	87,37	264,62	107,41	238,31	448,19	368,07	325,29	232,38	240,77	448,19	87,37
1959	133,31	209,77	144,65	148,14	207,63	122,25	88,13	102,40	294,78	172,07	73,03	61,07	146,43	294,78	61,07
1960	73,72	157,56	143,57	128,51	94,23	133,25	90,69	326,50	212,31	250,69	306,65	147,06	172,06	326,50	73,72
1961	154,25	149,01	426,39	225,95	134,50	95,64	124,39	44,73	670,72	811,60	742,34	278,76	321,52	811,60	44,73
1962	119,79	129,23	131,58	60,71	234,27	154,46	186,85	103,23	328,98	207,46	132,73	74,53	155,32	328,98	60,71
1963	188,35	543,13	414,05	205,75	78,99	39,00	48,73	120,24	228,70	791,41	463,40	184,88	275,55	791,41	39,00
1964	74,08	133,86	100,07	128,31	164,32	93,37	105,08	193,35	263,94	280,69	136,18	93,07	147,19	280,69	74,08
1965	62,89	50,06	45,81	80,92	266,50	102,36	255,35	532,74	754,18	371,94	158,73	274,16	246,30	754,18	45,81
1966	334,01	700,26	528,08	195,29	108,91	279,92	222,84	209,65	488,59	331,57	260,99	289,37	329,12	700,26	108,91
1967	168,51	242,83	272,16	104,74	77,82	116,52	97,53	284,75	469,30	331,32	197,16	201,20	213,65	469,30	77,82
1968	57,79	38,14	39,14	40,00	27,84	27,76	63,14	21,43	129,70	83,31	269,34	169,43	80,58	269,34	21,43
1969	324,79	463,84	328,24	389,53	134,26	281,96	247,02	120,76	190,83	106,20	244,60	76,49	242,38	463,84	76,49
1970	136,02	98,71	93,79	76,24	137,22	309,17	313,14	154,79	245,69	207,10	74,33	163,39	167,47	313,14	74,33
1971	517,42	365,05	432,30	526,80	406,30	463,92	366,06	332,05	221,37	218,52	53,06	38,01	328,40	526,80	38,01
1972	74,38	364,20	194,04	125,27	54,32	256,85	238,23	690,95	741,60	412,36	244,57	207,84	300,38	741,60	54,32
1973	202,14	330,80	180,17	90,25	234,46	381,86	398,60	620,86	590,33	204,77	177,67	105,87	293,15	620,86	90,25
1974	161,90	210,15	253,47	130,57	59,43	195,65	144,47	83,50	233,80	80,07	151,46	75,55	148,33	253,47	59,43
1975	119,02	124,03	143,14	73,34	64,25	136,10	80,73	315,44	691,72	601,89	153,26	443,99	245,58	691,72	64,25
1976	300,05	108,71	239,10	83,99	238,31	362,25	189,37	446,61	220,67	171,00	176,94	462,25	249,94	462,25	83,99
1977	283,23	479,93	216,31	170,73	52,14	60,52	108,13	552,98	251,04	427,05	430,03	166,72	266,57	552,98	52,14
1978	143,75	123,52	115,12	50,71	40,71	45,92	82,01	62,76	188,28	108,66	158,68	105,48	102,13	188,28	40,71
1979	85,07	46,56	66,52	94,84	360,61	168,61	212,59	167,54	124,81	830,11	552,80	346,38	254,70	830,11	46,56
1980	145,32	104,71	376,33	136,54	147,74	100,31	266,79	674,75	605,21	294,63	296,26	537,70	307,19	674,75	100,31
1981	407,49	340,31	95,14	87,04	63,99	78,81	91,12	77,28	179,85	158,04	133,57	111,96	152,05	407,49	63,99
1982	72,83	236,36	166,16	83,77	71,28	234,09	448,17	270,56	134,52	373,10	1029,02	324,17	287,00	1029,02	71,28
1983	289,22	397,39	550,73	288,47	830,72	762,89	2575,71	1242,91	444,69	258,38	255,01	312,19	684,02	2575,71	255,01
1984	207,79	176,66	197,64	152,96	184,90	562,72	491,07	1295,36	341,02	493,43	295,39	286,36	390,44	1295,36	152,96
1985	96,11	329,59	177,77	192,44	130,16	69,28	102,17	93,34	176,49	108,67	180,17	38,83	141,25	329,59	38,83
1986	71,99	104,84	59,10	98,30	155,74	148,29	72,13	87,64	188,22	288,17	417,92	283,64	164,66	417,92	59,10
1987	365,44	300,81	102,41	153,30	685,98	308,40	247,64	247,89	207,53	580,05	151,39	107,40	288,19	685,98	102,41
1988	96,57	126,53	119,97	161,07	579,78	319,37	137,96	64,16	205,29	185,64	84,65	79,34	180,03	579,78	64,16
1989	255,66	400,63	166,97	177,15	440,39	86,09	116,56	135,31	752,99	288,67	103,81	65,66	249,16	752,99	65,66
1990	523,98	301,48	206,67	319,92	272,04	1126,22	410,05	322,94	524,29	817,13	682,32	218,97	477,17	1126,22	206,67
1991	107,50	102,06	51,70	41,27	41,75	232,60	175,28	274,37	91,58	287,79	227,52	195,06	152,37	287,79	41,27
1992	151,72	258,30	286,01	174,11	594,40	735,20	852,77	658,22	363,20	203,44	227,13	155,29	388,32	852,77	151,72
1993	186,13	394,45	356,51	140,55	201,82	261,45	588,39	133,31	413,50	620,54	164,76	281,58	311,92	620,54	133,31

Vazões Médias Mensais - E. F. Passo Caru															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1994	97,31	468,02	354,12	229,69	291,56	421,10	603,57	151,50	79,11	328,87	384,55	125,69	294,59	603,57	79,11
1995	638,22	364,96	176,28	81,06	39,89	125,42	178,93	114,06	209,00	424,85	158,91	118,87	219,20	638,22	39,89
1996	370,80	440,15	225,57	235,19	67,05	160,96	369,48	334,70	430,20	415,50	159,51	184,08	282,77	440,15	67,05
1997	259,34	748,96	286,70	69,10	59,24	172,88	394,94	425,70	179,59	948,49	904,23	252,12	391,77	948,49	59,24
1998	317,82	617,27	502,08	688,20	566,78	163,96	294,49	641,34	737,69	418,41	132,36	137,27	434,81	737,69	132,36
1999	129,74	197,65	111,68	231,77	85,35	192,39	573,78	110,82	100,51	346,02	124,88	79,84	190,37	573,78	79,84
2000	127,05	180,43	176,20	133,82	119,39	113,02	297,03	147,18	792,38	764,18	196,34	225,87	272,74	792,38	113,02
2001	423,05	615,58	298,21	279,78	345,79	247,59	304,88	162,35	243,90	810,84	151,80	249,54	344,44	810,84	151,80
2002	187,28	182,65	132,24	214,99	176,54	293,60	218,44	518,38	430,16	594,79	587,07	495,67	335,98	594,79	132,24
2003	148,84	187,03	268,25	102,13	102,32	187,93	117,96	55,41	62,56	163,91	152,30	467,64	168,02	467,64	55,41
2004	190,66	117,38	62,98	134,95	205,05	129,07	428,87	122,68	337,43	599,06	343,69	210,34	240,18	599,06	62,98
2005	221,32	98,94	87,92	178,94	563,67	475,63	268,10	226,84	1173,32	840,57	436,71	119,10	390,92	1173,32	87,92
2006	129,86	105,01	85,44	59,75	32,47	27,75	38,41	129,23	110,02	110,79	257,52	298,16	115,37	298,16	27,75
2007	164,61	201,18	358,04	162,59	479,00	174,48	438,97	342,73	255,37	525,29	543,82	191,04	319,76	543,82	162,59
2008	250,25	241,80	195,37	190,73	271,72	220,86	195,42	164,36	337,91	745,53	735,48	170,93	310,03	745,53	164,36
2009	174,09	121,31	128,79	48,32	39,32	60,63	379,83	490,45	652,04	815,21	248,60	183,13	278,48	815,21	39,32
2010	362,48	383,41	213,16	564,95	778,25	253,30	232,64	251,79	114,95	162,45	154,46	434,90	325,56	778,25	114,95
2011	366,86	729,85	350,20	297,45	204,11	155,47	567,63	836,75	1235,68	258,65	140,45	89,44	436,04	1235,68	89,44
2012	174,67	169,03	84,51	49,79	81,28	191,13	170,94	201,66	77,75	230,36	91,20	73,43	132,98	230,36	49,79
2013	138,99	127,19	324,29	131,70	59,27	218,10	230,76	583,00	582,26	434,66	123,43	161,38	259,58	583,00	59,27
2014	284,41	114,15	202,64	186,58	323,38	688,46	581,22	154,64	212,80	557,95	280,12	240,01	318,86	688,46	114,15
2015	549,11	414,38	185,35	167,80	132,60	391,43	702,55	263,39	527,66	1315,93	616,68	254,11	460,08	1315,93	132,60
2016	251,70	403,06	402,34	303,98	375,60	166,59	216,41	214,03	199,91	360,88	186,93	214,37	274,65	403,06	166,59
2017	407,28	210,87	105,09	109,31	276,89	1229,67	90,40	148,42	59,28	117,01	305,82	152,15	267,68	1229,67	59,28
2018	494,53	173,47	165,24	192,29	77,52	92,30	180,67	165,26	434,75	216,69	248,18	182,95	218,66	494,53	77,52
2019	195,15	235,37	321,44		291,79	348,34	204,60						266,12	348,34	195,15
Méd	208,49	254,27	208,80	166,69	208,63	239,11	286,59	290,94	344,70	379,05	259,28	183,41	252,42	620,74	80,80
Máx	638,22	748,96	550,73	688,20	830,72	1229,67	2575,71	1295,36	1235,68	1315,93	1029,02	537,70	684,02	2575,71	255,01
Mín	23,80	38,14	39,14	28,41	18,38	27,75	38,41	15,20	19,95	48,66	53,06	27,12	74,70	188,28	15,20

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 37 – Vazões Médias Mensais – E. F. Colônia Santana

Vazões Médias Mensais - E. F. Colônia Santana															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			291,55	313,50	278,45	170,22	184,17	226,09	190,27	159,87	71,78	67,50	195,34	313,50	67,50
1943	49,91	120,22	44,09	35,95	205,24	602,10	355,35	585,36	435,51	283,52	154,75	97,76	247,48	602,10	35,95
1944	392,94	131,21	192,97	91,25	45,92	50,63	63,67	34,89	61,26	55,11	101,25	44,54	105,47	392,94	34,89
1945	12,94	68,90	33,68	13,59	11,14	37,94	79,25	48,92	137,20	123,60	68,39	60,57	58,01	137,20	11,14
1946	187,63	448,20	338,33	197,24	132,02	344,85	482,61	196,26	113,57	293,72	124,28	166,89	252,13	482,61	113,57
1947	100,82	246,28	129,91	49,76	68,20	161,88	124,39	219,64	467,58	361,09	155,02	133,44	184,83	467,58	49,76
1948	81,69	156,52	167,96	149,72	384,53	140,88	194,62	539,99	109,61	159,93	128,82	49,29	188,63	539,99	49,29
1949	62,29	37,22	109,36	132,38	95,06	215,12	95,12	152,32	184,60	168,99	77,89	40,27	114,22	215,12	37,22
1950	189,67	123,24	168,39	109,35	93,72	73,81	74,55	233,38	218,33	542,05	179,35	108,15	176,17	542,05	73,81
1951	252,99	412,36	331,58	111,24	59,47	39,85	86,32	18,06	23,69	504,90	343,31	181,56	197,11	504,90	18,06
1952	180,02	138,36	50,65	33,74	21,83	137,35	325,29	94,08	420,67	543,92	285,95	110,49	195,20	543,92	21,83
1953	141,18	267,38	151,82	75,65	64,21	65,03	88,56	79,49	281,11	432,74	488,72	181,67	193,13	488,72	64,21
1954	190,64	165,87	293,85	255,18	442,70	577,88	717,55	205,39	748,21	945,04	339,50	94,23	414,67	945,04	94,23
1955	81,58	132,36	135,76	271,61	346,43	354,21	754,32	299,73	229,21	138,00	134,63	186,97	255,40	754,32	81,58
1956	364,36	458,86	121,94	314,14	310,52	146,13	121,62	280,69	490,99	357,85	142,80	114,30	268,68	490,99	114,30
1957	109,03	199,97	190,41	165,66	178,51	127,25	504,05	1358,36	966,86	435,23	287,25	206,52	394,09	1358,36	109,03
1958	146,27	164,49	521,30	138,90	103,76	314,27	127,55	283,02	532,27	437,12	386,31	275,97	285,94	532,27	103,76
1959	158,32	249,13	171,78	175,93	246,58	145,18	104,66	121,61	350,08	204,35	86,73	72,52	173,91	350,08	72,52

Vazões Médias Mensais - E. F. Colônia Santana															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1960	87,55	187,11	170,50	152,62	111,91	158,24	107,71	387,75	252,14	297,72	364,18	174,65	204,34	387,75	87,55
1961	183,19	176,97	506,38	268,34	159,73	113,59	147,73	53,12	796,55	963,86	881,61	331,06	381,84	963,86	53,12
1962	142,26	153,48	156,27	72,09	278,21	183,44	221,90	122,59	390,69	246,37	157,63	88,51	184,45	390,69	72,09
1963	223,68	645,02	491,73	244,35	93,81	46,32	57,88	142,80	271,60	939,87	550,33	219,57	327,25	939,87	46,32
1964	93,78	156,34	113,41	149,25	210,58	108,77	137,74	256,87	346,20	295,35	173,35	113,32	179,58	346,20	93,78
1965	93,52	69,35	68,07	92,12	316,50	127,97	343,14	879,90	991,10	483,29	241,00	399,23	342,10	991,10	68,07
1966	394,52	798,89	590,26	212,67	139,61	360,78	269,52	266,32	618,97	396,84	303,70	370,39	393,54	798,89	139,61
1967	213,42	271,11	306,58	129,26	94,88	138,38	136,68	367,81	747,17	412,45	221,20	282,73	276,80	747,17	94,88
1968	88,46	58,78	56,41	58,59	52,67	52,60	98,85	51,80	183,87	116,88	353,42	243,07	117,95	353,42	51,80
1969	353,45	555,89	361,97	545,43	149,02	357,00	322,35	151,69	256,43	134,58	430,17	118,73	311,39	555,89	118,73
1970	164,56	141,23	127,20	87,00	191,32	429,13	490,19	246,55	326,43	235,97	111,34	211,72	230,22	490,19	87,00
1971	600,03	437,07	497,42	655,47	525,06	618,47	537,35	425,10	297,10	281,58	80,64	59,43	417,89	655,47	59,43
1972	99,13	517,51	253,55	185,57	80,34	344,16	344,68	897,65	1003,07	485,87	301,77	257,10	397,53	1003,07	80,34
1973	274,32	364,79	209,26	113,35	322,71	507,77	536,65	793,13	712,03	268,84	209,80	118,74	369,28	793,13	113,35
1974	167,45	230,21	286,26	154,57	85,97	307,22	190,84	119,31	318,33	120,68	235,60	130,03	195,54	318,33	85,97
1975	166,65	166,11	167,06	89,03	87,26	171,17	113,16	394,03	811,73	699,16	186,30	569,94	301,80	811,73	87,26
1976	349,90	148,01	281,00	112,11	290,73	445,17	254,77	563,61	302,83	205,81	244,00	545,52	311,96	563,61	112,11
1977	359,97	499,29	278,94	218,67	87,50	101,91	184,79	659,90	285,50	500,19	488,37	203,01	322,34	659,90	87,50
1978	180,15	161,30	138,55	53,43	38,60	43,25	113,10	87,82	258,13	142,54	248,40	165,42	135,89	258,13	38,60
1979	101,61	52,75	87,43	128,81	373,37	188,87	249,48	188,87	134,75	882,48	585,80	349,32	276,96	882,48	52,75
1980	156,39	111,44	350,77	148,48	155,06	106,85	284,29	781,32	636,63	330,90	346,93	594,58	333,64	781,32	106,85
1981	437,74	419,54	120,89	95,51	75,70	91,03	107,11	93,18	212,51	195,26	147,83	128,24	177,04	437,74	75,70
1982	81,69	243,35	179,84	95,95	83,54	295,15	500,00	285,90	165,07	572,74	1222,07	331,29	338,05	1222,07	81,69
1983	300,77	367,93	564,10	279,03	899,10	828,10	3058,92	1476,09	474,17	274,45	295,53	285,84	758,67	3058,92	274,45
1984	228,90	205,69	251,87	201,40	225,52	643,03	585,23	1267,65	359,57	586,00	350,81	285,32	432,58	1267,65	201,40
1985	124,97	298,59	211,11	228,54	154,58	82,27	121,33	110,85	209,60	129,06	213,97	46,11	160,92	298,59	46,11
1986	85,50	124,51	70,18	116,74	184,96	176,10	85,66	104,08	223,54	342,23	496,32	336,85	195,56	496,32	70,18
1987	433,99	357,24	121,62	182,06	814,67	366,26	294,10	294,39	246,46	688,87	179,79	127,55	342,25	814,67	121,62
1988	114,69	150,27	142,47	191,29	688,55	379,29	163,84	76,19	243,80	220,47	100,53	94,22	213,80	688,55	76,19
1989	303,62	475,79	198,29	210,38	523,01	102,24	138,43	160,69	894,25	342,83	123,28	77,98	295,90	894,25	77,98
1990	622,28	358,03	245,44	379,93	323,08	1337,50	486,97	383,52	622,65	970,42	810,33	260,05	566,68	1337,50	245,44
1991	127,67	121,21	61,40	49,01	49,58	276,24	208,17	325,84	108,75	341,78	270,20	231,65	180,96	341,78	49,01
1992	180,19	306,75	339,67	206,77	705,90	873,12	1012,75	781,71	431,33	241,61	269,74	184,42	461,16	1012,75	180,19
1993	221,05	468,45	423,39	166,92	239,68	310,50	698,78	158,32	491,08	736,95	195,67	334,40	370,43	736,95	158,32
1994	115,57	555,82	420,56	272,78	346,25	500,10	716,80	179,92	93,95	390,56	456,69	149,27	349,86	716,80	93,95
1995	757,95	433,43	209,35	96,27	47,38	148,95	212,49	135,46	248,21	504,55	188,72	141,17	260,33	757,95	47,38
1996	440,36	522,73	267,89	279,31	79,63	191,15	438,80	397,50	510,90	493,45	189,43	218,62	335,81	522,73	79,63
1997	307,99	889,47	340,48	82,06	70,35	205,31	469,03	505,56	213,28	1126,43	1073,86	299,41	465,27	1126,43	70,35
1998	377,44	733,07	596,26	817,31	673,11	194,72	349,74	761,65	876,08	496,90	157,19	163,02	516,38	876,08	157,19
1999	154,08	234,73	132,63	275,25	101,36	228,48	681,42	131,61	119,37	410,93	148,31	94,82	226,08	681,42	94,82
2000	150,89	214,28	209,25	158,92	141,78	134,23	352,75	174,79	941,03	907,54	233,17	268,25	323,91	941,03	134,23
2001	502,42	731,07	354,15	332,27	410,66	294,04	362,08	192,81	289,66	962,96	180,27	296,35	409,06	962,96	180,27
2002	222,41	216,91	157,05	255,32	209,66	348,68	259,42	615,63	510,86	706,38	697,21	588,66	399,02	706,38	157,05
2003	176,77	222,11	318,58	121,29	121,52	223,18	140,09	65,81	74,29	194,66	180,88	555,37	199,54	555,37	65,81
2004	226,43	139,40	74,80	160,27	243,52	153,29	509,33	145,69	400,73	711,44	408,16	249,80	285,24	711,44	74,80
2005	262,84	117,50	104,42	212,51	669,41	564,86	318,40	269,40	1393,43	998,26	518,63	141,44	464,26	1393,43	104,42
2006	154,23	124,71	101,46	70,96	38,56	32,96	45,61	153,48	130,66	131,57	305,83	354,10	137,01	354,10	32,96
2007	195,50	238,93	425,21	193,09	568,87	207,21	521,33	407,03	303,28	623,83	645,84	226,88	379,75	645,84	193,09
2008	297,19	287,16	232,03	226,51	322,70	262,29	232,08	195,19	401,31	885,39	873,45	203,00	368,19	885,39	195,19
2009	206,75	144,07	152,95	57,39	46,70	72,00	451,09	582,46	774,37	968,14	295,24	217,48	330,72	968,14	46,70
2010	430,48	455,34	253,15	670,94	924,25	300,82	276,28	299,03	136,52	192,93	183,43	516,48	386,64	924,25	136,52
2011	435,68	866,77	415,90	353,25	242,40	184,64	674,11	993,72	1467,49	307,17	166,80	106,22	517,85	1467,49	106,22
2012	207,44	200,74	100,37	59,13	96,53	226,99	203,01	239,50	92,33	279,89	106,79	79,45	157,68	279,89	59,13

Vazões Médias Mensais - E. F. Colônia Santana															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
2013	158,10	139,01	349,15	158,26	70,36	191,62	265,10	597,94	629,98	446,29	146,71	173,52	277,17	629,98	70,36
2014	312,21	118,59	234,50	226,30	304,03	658,93	661,07	180,79	214,30	569,12	261,62	258,55	333,33	661,07	118,59
2015	641,98	439,14	273,77	313,50	192,36	322,58	647,28	278,91	479,25	1538,48	707,47	297,08	510,98	1538,48	192,36
2016	251,79	471,23	482,57	331,45	445,85	159,90	208,58	212,89	233,72	371,48	218,54	250,63	303,22	482,57	159,90
2017	438,95	227,27	122,87	127,80	323,72	1310,92	101,74	215,89	164,16	133,92	357,55	163,98	307,40	1310,92	101,74
2018	532,99	186,97	178,09	207,25	83,55	99,48	194,72	178,12	468,56	233,54	267,48	197,18	235,66	532,99	83,55
2019	210,33	253,67	346,44		397,44	458,21	242,99						318,18	458,21	210,33
Méd	241,92	292,01	240,11	194,40	244,52	282,72	341,32	343,43	412,37	452,17	310,62	216,54	297,59	731,45	96,34
Máx	757,95	889,47	596,26	817,31	924,25	1337,50	3058,92	1476,09	1467,49	1538,48	1222,07	594,58	758,67	3058,92	274,45
Mín	12,94	37,22	33,68	13,59	11,14	32,96	45,61	18,06	23,69	55,11	68,39	40,27	58,01	137,20	11,14

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 38 – Vazões Médias Mensais – E. F. Ponte Marombas

Vazões Médias Mensais - E. F. Ponte Marombas															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			10,12	10,88	9,67	5,91	6,39	7,85	6,60	5,55	2,49	2,34	6,78	10,88	2,34
1943	1,73	4,17	1,53	1,25	7,12	20,90	12,33	20,32	15,12	9,84	5,37	3,39	8,59	20,90	1,25
1944	13,64	4,55	6,70	3,17	1,59	1,76	2,21	1,21	2,13	1,91	3,51	1,55	3,66	13,64	1,21
1945	0,45	2,39	1,17	0,47	0,39	1,32	2,75	1,70	4,76	4,29	2,37	2,10	2,01	4,76	0,39
1946	6,51	15,56	11,74	6,85	4,58	11,97	16,75	6,81	3,94	10,20	4,31	5,79	8,75	16,75	3,94
1947	3,50	8,55	4,51	1,73	2,37	5,62	4,32	7,62	16,23	12,53	5,38	4,63	6,42	16,23	1,73
1948	2,84	5,43	5,83	5,20	13,35	4,89	6,76	18,74	3,80	5,55	4,47	1,71	6,55	18,74	1,71
1949	2,16	1,29	3,80	4,60	3,30	7,47	3,30	5,29	6,41	5,87	2,70	1,40	3,96	7,47	1,29
1950	6,58	4,28	5,85	3,80	3,25	2,56	2,59	8,10	7,58	18,82	6,23	3,75	6,12	18,82	2,56
1951	5,86	12,93	9,20	3,34	1,76	1,53	3,21	0,72	0,70	20,71	13,47	5,60	6,59	20,71	0,70
1952	3,94	2,81	1,46	0,94	0,60	4,34	8,05	2,53	14,12	17,02	10,38	4,04	5,85	17,02	0,60
1953	4,99	8,69	4,60	3,22	2,84	2,60	3,24	3,64	8,72	18,24	17,35	7,01	7,09	18,24	2,60
1954	6,61	5,35	9,28	9,38	15,56	19,63	25,77	7,19	24,62	25,08	6,78	4,42	13,31	25,77	4,42
1955	2,57	3,27	4,78	6,52	9,33	15,45	24,28	11,02	9,38	5,13	5,48	6,65	8,66	24,28	2,57
1956	13,99	9,55	4,29	10,51	12,54	6,24	5,32	10,12	19,59	11,69	5,46	3,65	9,41	19,59	3,65
1957	2,66	5,44	7,93	5,91	5,35	5,69	19,36	46,90	33,21	11,43	9,22	7,74	13,40	46,90	2,66
1958	3,88	7,40	20,26	4,98	3,14	6,62	3,68	8,72	18,65	14,29	11,50	11,27	9,53	20,26	3,14
1959	5,50	8,32	4,73	6,51	6,58	4,31	3,19	3,84	9,90	4,46	1,62	3,40	5,20	9,90	1,62
1960	5,58	11,03	6,00	4,89	3,45	3,93	1,76	9,84	6,32	12,38	16,28	10,42	7,66	16,28	1,76
1961	10,90	7,87	17,69	15,19	9,42	7,12	8,81	2,79	45,70	36,70	39,53	10,61	17,69	45,70	2,79
1962	7,44	13,04	4,41	4,62	27,06	4,50	10,44	5,29	17,24	9,64	6,27	2,45	9,37	27,06	2,45
1963	11,08	21,32	24,09	8,56	4,56	1,75	2,15	3,30	12,98	19,62	17,17	8,77	11,28	24,09	1,75
1964	4,75	5,47	5,34	9,90	13,71	4,90	7,11	12,03	25,25	13,43	7,59	2,35	9,32	25,25	2,35
1965	6,69	1,95	2,32	2,98	13,15	4,67	10,52	21,19	21,37	13,58	7,79	14,34	10,04	21,37	1,95
1966	18,39	43,94	22,48	11,07	4,87	16,17	7,62	8,79	22,67	16,31	12,14	17,52	16,83	43,94	4,87
1967	11,36	17,78	12,38	5,22	5,76	3,49	5,34	11,88	28,81	12,41	12,59	11,69	11,56	28,81	3,49
1968	4,40	2,37	2,55	2,69	1,50	2,13	3,40	1,32	7,93	5,81	9,83	7,27	4,27	9,83	1,32
1969	11,50	37,28	13,44	21,32	6,53	20,63	11,81	6,90	7,99	5,12	6,83	3,29	12,72	37,28	3,29
1970	6,94	8,64	6,28	5,20	8,31	18,21	15,23	8,22	10,28	7,78	3,87	9,70	9,05	18,21	3,87
1971	29,34	12,85	14,42	23,76	17,93	20,62	12,26	13,90	12,61	8,92	2,61	2,38	14,30	29,34	2,38
1972	11,57	26,89	11,39	7,31	3,03	13,52	7,67	33,32	28,07	16,22	14,04	9,49	15,21	33,32	3,03
1973	9,38	14,27	8,94	8,51	11,23	20,61	14,80	39,49	21,18	11,81	9,57	6,22	14,67	39,49	6,22
1974	6,74	12,26	13,54	6,69	4,35	7,81	7,24	4,76	11,45	4,80	4,48	3,31	7,29	13,54	3,31
1975	5,54	7,10	9,61	3,67	3,10	6,28	3,01	9,21	37,13	25,89	8,06	26,87	12,12	37,13	3,01
1976	12,90	7,61	16,85	4,57	15,90	14,03	9,73	18,78	10,56	10,55	7,92	18,71	12,34	18,78	4,57
1977	13,72	18,49	13,45	8,35	3,40	3,65	5,92	21,41	6,95	25,70	19,55	9,43	12,50	25,70	3,40
1978	7,05	7,50	10,26	2,25	1,80	2,03	5,97	4,19	9,59	5,22	9,12	9,05	6,17	10,26	1,80
1979	3,16	3,50	4,74	8,82	18,74	6,86	7,48	5,06	7,37	29,50	14,71	10,34	10,02	29,50	3,16

Vazões Médias Mensais - E. F. Ponte Marombas															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1980	6,53	5,65	12,93	4,90	6,47	4,91	12,78	25,79	20,46	17,98	12,72	24,41	12,96	25,79	4,90
1981	11,94	13,64	5,04	3,28	2,60	3,81	7,86	4,11	9,57	8,02	11,36	8,66	7,49	13,64	2,60
1982	4,80	11,12	8,63	3,97	4,65	13,21	21,80	14,53	7,92	18,22	40,16	15,32	13,69	40,16	3,97
1983	12,77	16,50	22,33	11,92	30,37	29,91	91,30	27,26	18,59	11,02	10,97	9,17	24,34	91,30	9,17
1984	8,43	6,04	8,07	7,04	9,70	17,44	12,71	41,08	11,62	13,87	13,32	8,19	13,13	41,08	6,04
1985	3,27	9,56	4,89	8,44	5,25	2,05	3,76	2,01	5,09	4,21	6,70	1,15	4,70	9,56	1,15
1986	2,00	6,30	1,72	3,66	2,87	5,02	2,77	5,53	7,42	8,39	16,51	10,54	6,06	16,51	1,72
1987	12,09	8,64	2,86	4,06	30,55	9,76	7,86	7,60	5,49	16,75	4,48	10,59	10,06	30,55	2,86
1988	3,45	4,77	3,59	6,63	20,66	12,34	4,47	2,35	11,45	9,98	4,49	11,77	8,00	20,66	2,35
1989	24,92	16,56	6,89	5,06	17,29	3,12	5,00	11,15	26,35	7,40	5,20	2,33	10,94	26,35	2,33
1990	24,68	11,27	4,31	9,73	5,61	34,67	16,62	20,42	23,71	36,29	21,60	7,58	18,04	36,29	4,31
1991	3,52	3,10	3,82	3,20	4,02	10,92	9,04	13,73	5,00	10,41	4,87	15,17	7,23	15,17	3,10
1992	8,16	11,80	11,85	4,91	22,27	17,23	27,88	15,29	9,14	4,78	6,13	4,03	11,96	27,88	4,03
1993	6,37	14,50	14,36	5,18	8,42	9,69	25,41	8,87	19,26	25,08	10,73	15,12	13,58	25,41	5,18
1994	4,86	21,41	11,63	10,34	12,68	18,30	24,40	8,53	4,93	12,87	19,91	7,57	13,12	24,40	4,86
1995	20,28	11,76	7,59	4,48	1,32	6,06	6,21	2,71	7,27	13,33	5,09	4,90	7,58	20,28	1,32
1996	12,19	15,44	8,21	6,84	2,66	7,24	10,96	7,17	14,45	13,48	4,97	10,95	9,55	15,44	2,66
1997	8,67	21,06	7,65	1,70	3,20	8,57	12,52	13,80	6,24	32,55	37,75	10,66	13,70	37,75	1,70
1998	10,97	15,44	17,69	25,24	13,20	6,99	12,66	24,21	28,07	15,19	4,84	8,02	15,21	28,07	4,84
1999	7,41	11,69	5,96	12,08	4,53	9,40	29,03	4,83	5,29	14,05	5,36	4,29	9,49	29,03	4,29
2000	6,58	8,70	7,55	4,99	5,47	5,56	10,59	7,59	27,32	23,09	8,09	9,52	10,42	27,32	4,99
2001	14,39	21,75	12,40	10,60	11,86	10,00	11,08	6,00	16,42	29,00	10,21	12,78	13,88	29,00	6,00
2002	7,38	7,74	4,81	15,52	7,65	7,69	6,62	18,19	15,92	21,57	14,78	9,27	11,43	21,57	4,81
2003	3,96	6,56	10,13	5,79	7,05	8,47	4,92	2,28	2,38	7,49	6,87	21,15	7,25	21,15	2,28
2004	16,33	6,10	3,66	6,31	9,60	7,00	10,02	3,44	10,31	20,59	16,41	9,35	9,93	20,59	3,44
2005	9,89	4,65	3,07	7,71	17,85	16,50	10,00	8,70	35,45	28,60	16,19	6,16	13,73	35,45	3,07
2006	4,97	4,67	5,06	3,45	1,78	1,53	1,65	5,53	5,05	5,20	8,59	10,70	4,85	10,70	1,53
2007	7,30	9,56	12,65	8,91	21,85	8,64	18,67	15,43	11,57	21,50	23,46	9,99	14,13	23,46	7,30
2008	10,36	10,83	7,29	9,94	8,54	11,52	8,02	7,50	14,87	33,42	29,63	7,49	13,28	33,42	7,29
2009	9,72	7,10	5,08	2,72	2,80	3,72	16,64	19,90	27,98	32,85	11,97	11,15	12,64	32,85	2,72
2010	13,67	11,21	11,31	30,24	28,49	13,07	11,27	12,18	5,36	9,03	8,19	22,71	14,73	30,24	5,36
2011	16,69	29,07	17,52	16,79	8,64	8,79	26,36	31,66	37,67	12,48	8,38	4,71	18,23	37,67	4,71
2012	7,78	7,43	3,47	3,46	3,62	9,54	9,27	8,98	2,94	6,68	2,98	4,11	5,86	9,54	2,94
2013	9,30	4,82	7,09	4,40	2,34	14,16	11,98	20,52	26,59	12,98	5,23	5,99	10,45	26,59	2,34
2014	14,84	6,06	9,04	4,93	11,84	39,46	16,48	7,28	13,58	20,84	11,36	8,88	13,72	39,46	4,93
2015	17,40	15,04	7,23	5,38	4,44	12,77	27,15	7,04	14,75	49,37	24,45	16,26	16,78	49,37	4,44
2016	8,74	10,83	17,02	9,25	13,37	8,52	7,04	13,49	8,20	13,13	7,06	8,40	10,42	17,02	7,04
2017	11,62	5,06	5,97	3,12	12,66	28,70	4,34	4,75	2,00	8,62	8,71	3,39	8,25	28,70	2,00
2018	7,86	4,23	6,47	4,36	2,72	3,27	2,36	3,37	14,61	15,58	7,82	4,82	6,46	15,58	2,36
2019	8,13	9,98	12,40		13,80	15,91							12,04	15,91	8,13
Méd	8,96	10,63	8,68	7,21	8,79	9,96	11,32	11,41	14,25	15,06	10,72	8,47	10,45	25,21	3,34
Máx	29,34	43,94	24,09	30,24	30,55	39,46	91,30	46,90	45,70	49,37	40,16	26,87	24,34	91,30	9,17
Mín	0,45	1,29	1,17	0,47	0,39	1,32	1,65	0,72	0,70	1,91	1,62	1,15	2,01	4,76	0,39

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 39 – Vazões Médias Mensais – E. F. Capão Alto

Vazões Médias Mensais - E. F. Capão Alto															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1958							9,53	24,58	43,10	35,28	43,78	23,57	29,97	43,78	9,53
1959	19,11	27,18	16,33	41,96	20,04	13,76	8,19	13,95	33,18	19,59	5,62	4,60	18,63	41,96	4,60
1960	6,85	9,91	10,13	10,09	8,53	13,05	8,07	39,77	26,78	26,19	31,61	10,43	16,78	39,77	6,85
1961	8,65	10,97	30,22	13,96	15,80	15,50	18,32	8,52	55,87	55,20	77,26	24,99	27,94	77,26	8,52
1962	7,56	7,85	7,62	4,70	13,73	15,86	22,31	8,32	28,07	12,49	6,41	3,63	11,54	28,07	3,63

1963	35,27	15,25	6,18	4,64	6,41	3,23	10,37	24,37	7,82	11,22	7,61	6,57	11,58	35,27	3,23
Méd	15,49	14,23	14,10	15,07	12,90	12,28	12,80	19,92	32,47	26,66	28,71	12,30	**19,41**	**44,35**	**6,06**
Máx	35,27	27,18	30,22	41,96	20,04	15,86	22,31	39,77	55,87	55,20	77,26	24,99	**29,97**	**77,26**	**9,53**
Mín	6,85	7,85	6,18	4,64	6,41	3,23	8,07	8,32	7,82	11,22	5,62	3,63	**11,54**	**28,07**	**3,23**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 40 – Vazões Médias Mensais – E. F. Travessão

Vazões Médias Mensais - E. F. Travessão															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1982	18,17	40,25	31,63	21,37	18,65	64,30	79,02	48,50	31,59	130,23	198,29	46,25	60,69	198,29	18,17
1983	31,76	57,66	85,13	49,91	162,01	136,68		200,59	98,92	34,40	60,19	29,92	86,11	200,59	29,92
1984	49,31	57,53	62,23	56,73	44,08	132,02	139,46	152,87	70,25	89,58	71,84		84,17	152,87	44,08
1985	26,52	39,36	23,80	33,70									30,85	39,36	23,80
Méd	31,44	48,70	50,70	40,43	74,91	111,00	109,24	133,99	66,92	84,73	110,11	38,08	**65,45**	**147,78**	**29,00**
Máx	49,31	57,66	85,13	56,73	162,01	136,68	139,46	200,59	98,92	130,23	198,29	46,25	**86,11**	**200,59**	**44,08**
Mín	18,17	39,36	23,80	21,37	18,65	64,30	79,02	48,50	31,59	34,40	60,19	29,92	**30,85**	**39,36**	**18,17**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.1.5 Regionalização

Devido ao rio Caveiras ter poucas estações, com períodos curtos de dados, e as estações implantadas pelas PCHs não serem consistentes, valeu-se da regionalização da bacia do rio Canoas para transferências de dados ao local das PCHs. Foram utilizadas três estações base para isso, Ponte Rio João Paulo, Vila Canoas e Rio Bonito, de acordo com a área de drenagem do AHE em questão, o subitem a seguir apresenta a tabela de referência da estação base utilizada para cada AHE, com o coeficiente de correção para vazão específica.

Para certificar a validade da regionalização para transferência de dados do rio Canoas para seu afluente rio Caveiras, realizou-se uma análise com o período como das estações Capão Alto e Travessão. Salienta-se que a estação Capão Alto não apresentou dados de medição de campo para certificação da Curva de Descarga e seus coeficientes de correlação com as demais estações foram baixos, já a estação Travessão, que foi calculada a Curva de Descarga, com base nas medições de campo, apresentou uma boa correlação com as demais estações, como mostrado no subitem anterior de correlações. Com isso optou-se por descartar a estação Capão Alto.

A Tabela a seguir apresenta as vazões médias mensais de longo termo para realização da regionalização (1942 a 2019), assim como uma análise das vazões específicas dos períodos comuns com a estação Capão Alto (período de operação

da estação – 1958 a 1963), e outra análise em relação a estação Travessão (período de operação da estação – 1982 a 1985).

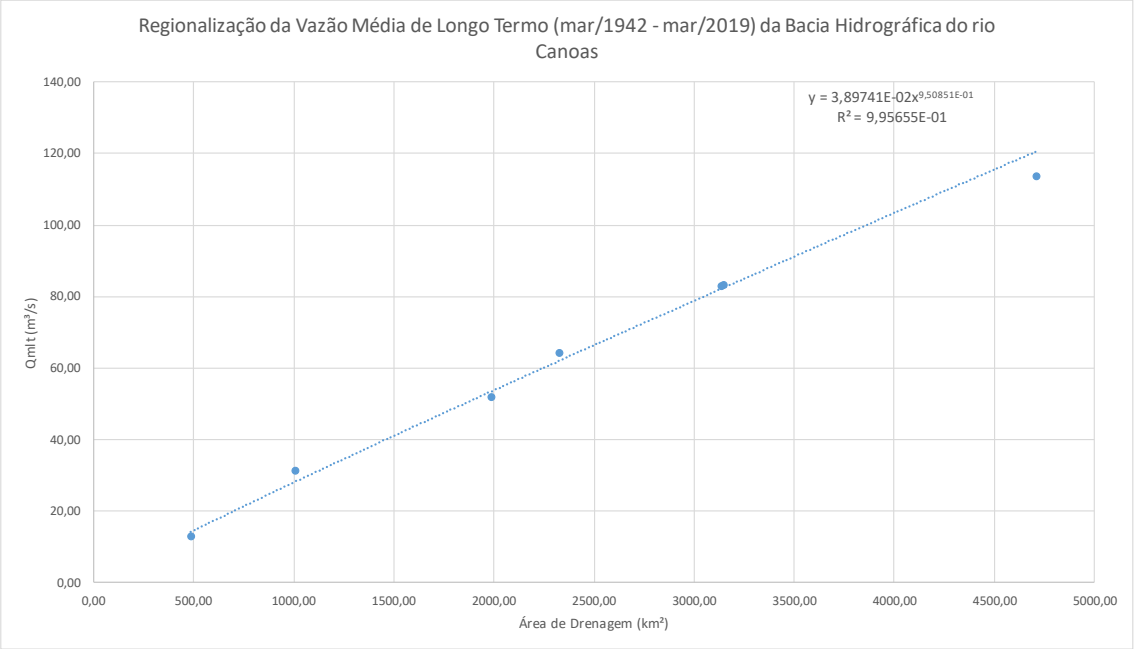
Percebe-se que a estação Capão Alto (descartada) apresenta uma vazão específica bem inferior as demais estações com área de drenagem compatível, já a estação Travessão apresenta uma vazão específica bem próxima das estações do rio Canoas com área de drenagem semelhante, comprovando assim mais uma vez que a estação Capão Alto deve ser descartada, e que a regionalização para transferência de dados do rio Canoas para o rio Caveiras é válida. Os gráficos das figuras na sequência apresentam os dados descritos.

Tabela 41 – Regionalização Bacia do Rio Canoas

Est Flu	PRJP	VC	RB	JOA	ENC	ENC II	PAS	PC	CS	PTM	PSM	CA	TRA
Área Drenag. (km²)	486,07	1007,87	1987,66	2326,04	3150,80	3139,02	4712,76	10109,06	13360,24	362,58	3681,85	796,73	2116
Média (42/19)	13,14	31,46	51,95	64,43	83,35	83,04	113,84	252,33	297,37	10,44	83,51	18,45	70,51
Média esp (l/s.km²)	27,03	31,22	26,14	27,70	26,45	26,45	24,16	24,96	22,26	28,80	22,68	23,15	33,32
Média CA (58-63)	14,19	30,43	50,75	62,17	75,04	74,76	111,76					18,45	
Média esp (l/s.km²)	29,18	30,19	25,53	26,73	23,82	23,82	23,72					23,15	
Média TRA (82-85)	16,27	39,37	66,30	85,00	117,01	116,57	153,49						70,51
Média esp (l/s.km²)	33,48	39,06	33,36	36,54	37,14	37,14	32,57						33,32

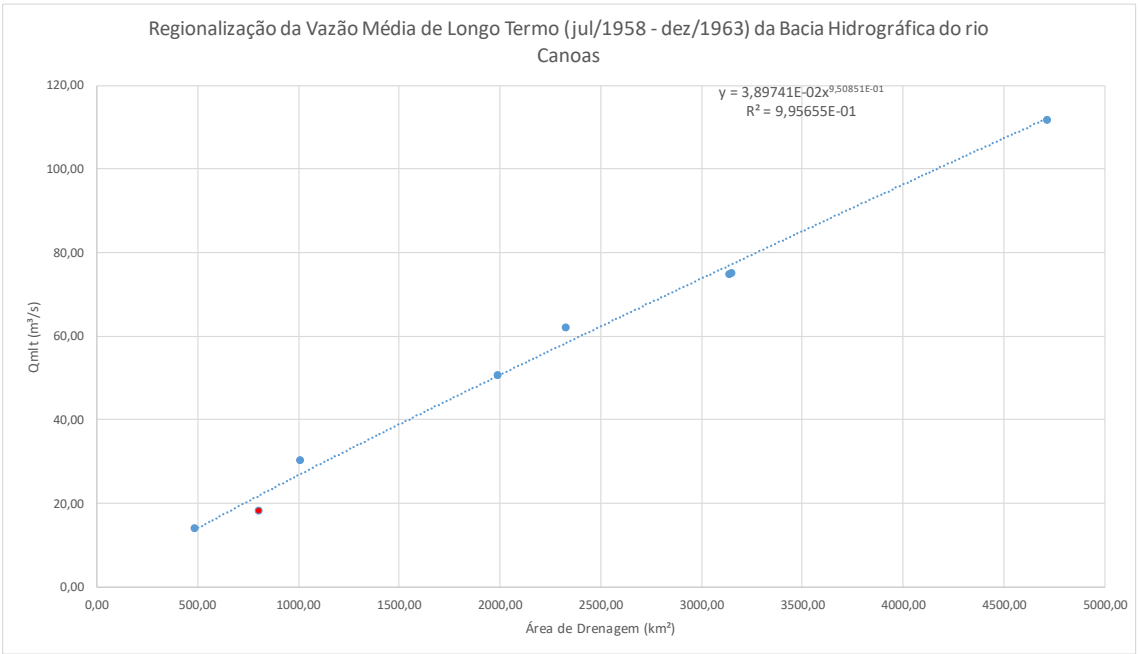
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 16 – Regionalização Bacia do Rio Canoas 1942-2019



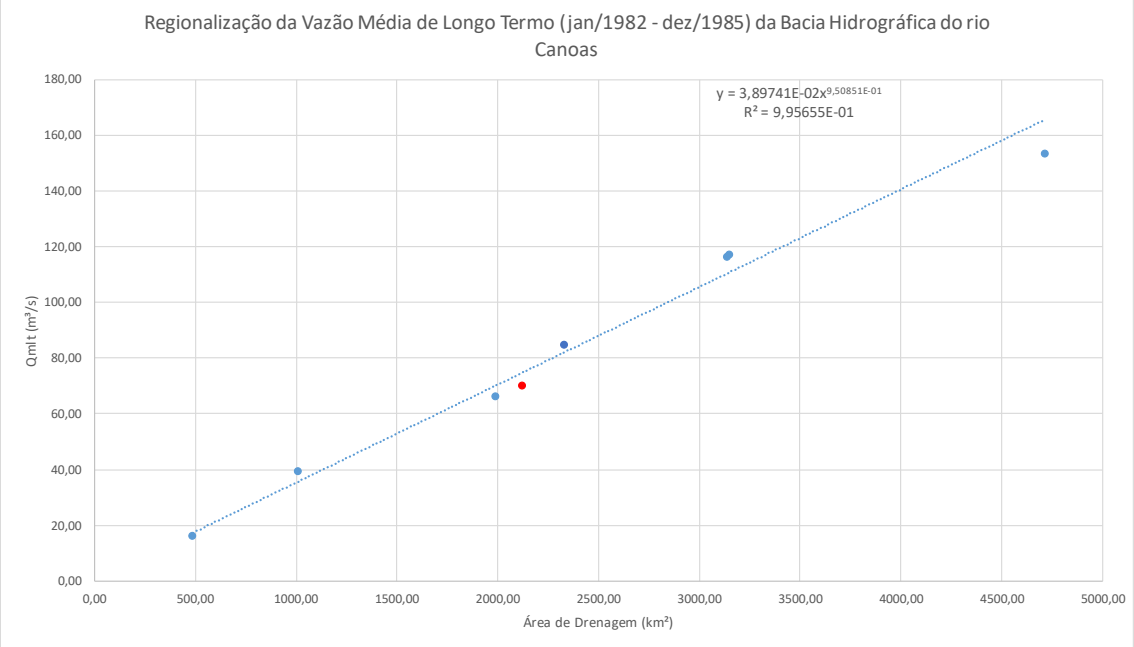
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 17 – Regionalização da Bacia do Rio Canoas 1958 a 1963 - Análise com a Estação Capão Alto



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 18 – Regionalização da Bacia do Rio Canoas 1982 a 1985 - Análise com a Estação Travessão



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.1.6 Vazões Médias nos Locais dos AHEs

Como descrito, para determinação das séries de vazões médias mensais nos locais dos AHEs estudados na bacia do rio Caveiras valeu-se da regionalização da bacia do rio Canoas. A tabela a seguir apresenta as equações de transferência e as estações base utilizadas para cada AHE, as quais variaram de acordo com a área de drenagem, a fim de manter o mesmo padrão de permanência das vazões médias mensais.

Tabela 42 – Coeficiente de Transferência - Regionalização

AHEs	AD AHE (km²)	q AHE (l/s.km²)	Qmlt AHE (m³/s)	Estação Base	AD Estação (km²)	q Estação (l/s.km²)	Coeficiente de Transf.
CGH Santo Antônio	129,02	30,69	3,96	PRJP	486,07	27,03	0,30
PCH A. M. Dias	299,07	29,45	8,81	PRJP	486,07	27,03	0,67
CGH São Paulo	317,86	29,36	9,33	PRJP	486,07	27,03	0,71
CGH Hoppen	686,91	28,27	19,42	VC	1007,87	31,22	0,62
CGH Caveiras	1031,09	27,71	28,57	VC	1007,87	31,22	0,91
PCH Pinheiro	1242,19	27,46	34,11	VC	1007,87	31,22	1,08
PCH Itararé	1360,45	27,34	37,19	VC	1007,87	31,22	1,18

PCH João Borges	1695,33	27,04	45,85	RB	1987,66	26,14	0,88
PCH Portão	2213,50	26,69	59,08	RB	1987,66	26,14	1,14

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 43 – Vazões Médias Mensais – CGH Santo Antônio

Vazões Médias Mensais - CGH Santo Antônio															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			1,50	3,31	2,04	1,79	1,44	1,36	1,50	2,52	0,86	1,12	1,74	3,31	0,86
1943	1,02	1,57	1,08	0,85	1,53	4,73	3,63	9,15	4,61	2,53	1,92	1,13	2,81	9,15	0,85
1944	2,96	1,60	1,61	1,15	0,56	1,31	0,92	0,60	0,82	0,74	0,99	0,41	1,14	2,96	0,41
1945	0,36	2,57	1,27	0,84	0,50	0,71	0,74	0,98	3,03	1,84	0,94	1,38	1,26	3,03	0,36
1946	4,38	5,25	4,11	1,22	1,76	3,92	7,13	2,46	2,31	1,77	1,12	1,49	3,07	7,13	1,12
1947	2,08	3,52	3,21	0,98	2,11	2,26	2,80	2,30	6,19	4,32	3,29	2,02	2,92	6,19	0,98
1948	2,15	3,98	3,68	5,05	7,46	1,44	3,12	8,57	1,97	1,74	1,49	0,78	3,45	8,57	0,78
1949	1,54	1,27	4,17	3,69	2,11	3,85	2,53	4,27	3,57	2,28	1,11	0,83	2,60	4,27	0,83
1950	1,85	2,40	2,97	2,76	2,72	1,53	1,16	3,48	1,72	5,54	1,47	1,65	2,44	5,54	1,16
1951	4,51	6,27	4,48	1,21	0,78	0,71	0,95	0,41	0,49	3,16	2,54	2,23	2,31	6,27	0,41
1952	3,06	2,12	1,20	0,82	0,89	2,22	4,08	1,49	4,14	4,94	2,84	1,83	2,47	4,94	0,82
1953	2,84	3,36	1,70	0,90	0,79	0,89	1,34	1,05	3,44	4,05	4,25	4,09	2,39	4,25	0,79
1954	4,26	3,35	3,85	3,25	6,02	5,77	11,09	2,75	10,55	11,38	3,18	1,55	5,58	11,38	1,55
1955	1,35	2,45	2,54	4,63	6,20	3,26	9,78	3,87	3,11	2,51	1,77	1,97	3,62	9,78	1,35
1956	4,69	7,50	1,99	4,93	3,75	2,50	1,66	3,13	6,10	4,43	1,74	1,50	3,66	7,50	1,50
1957	2,69	4,15	3,32	3,14	3,17	2,13	5,13	15,92	11,95	6,67	4,25	2,72	5,44	15,92	2,13
1958	2,15	1,86	6,41	2,19	1,36	4,62	1,43	4,27	7,22	5,52	9,74	4,10	4,24	9,74	1,36
1959	2,16	3,44	1,91	3,25	3,31	1,53	1,48	2,61	10,33	3,42	0,79	1,54	2,98	10,33	0,79
1960	1,57	4,40	6,56	3,20	1,67	2,45	0,97	9,85	4,85	3,35	4,63	2,55	3,84	9,85	0,97
1961	2,34	5,01	7,97	3,36	1,45	1,54	1,41	0,58	10,75	14,23	10,81	3,46	5,24	14,23	0,58
1962	2,73	3,17	2,95	1,27	3,66	1,96	2,87	1,96	5,45	2,63	4,35	1,77	2,90	5,45	1,27
1963	6,41	12,83	11,16	1,56	1,46	0,71	1,33	5,30	6,24	12,66	9,09	1,69	5,87	12,83	0,71
1964	1,28	1,68	1,31	2,93	2,06	2,08	1,68	1,94	4,10	5,12	1,58	1,85	2,30	5,12	1,28
1965	1,29	0,63	1,47	2,09	4,63	2,08	2,76	8,96	13,73	3,12	4,77	7,23	4,40	13,73	0,63
1966	3,19	20,69	6,36	4,97	1,60	5,79	2,11	3,65	7,87	5,69	2,31	7,48	5,98	20,69	1,60
1967	5,10	5,10	3,37	2,51	2,22	2,28	2,78	4,77	10,78	4,89	3,04	1,73	4,05	10,78	1,73
1968	0,76	0,64	0,61	0,57	0,36	1,23	1,42	0,23	4,52	1,51	5,51	5,41	1,90	5,51	0,23
1969	3,32	3,27	4,27	5,75	1,30	2,70	3,42	1,91	1,87	1,57	4,38	0,87	2,89	5,75	0,87
1970	4,05	2,53	2,43	1,38	3,58	3,55	6,37	3,80	2,58	3,32	1,09	1,79	3,04	6,37	1,09
1971	3,68	6,51	14,12	6,77	5,20	5,95	6,47	4,49	3,06	2,13	0,56	0,44	4,95	14,12	0,44
1972	1,05	9,06	2,34	1,58	0,53	3,46	5,39	10,55	9,65	4,67	3,34	7,52	4,93	10,55	0,53
1973	9,00	4,29	1,96	1,26	4,99	6,03	4,99	9,12	5,03	1,75	2,10	2,41	4,41	9,12	1,26
1974	6,95	4,93	10,73	1,38	0,88	4,55	2,30	0,91	2,68	1,62	3,58	0,95	3,46	10,73	0,88
1975	1,93	1,87	4,22	1,16	1,33	2,10	2,52	5,21	9,50	8,18	2,63	11,05	4,31	11,05	1,16
1976	5,23	1,47	5,30	0,82	5,85	4,43	2,42	8,79	2,66	2,43	2,30	9,19	4,24	9,19	0,82
1977	7,67	7,60	2,88	2,56	0,89	1,54	2,39	8,23	3,71	4,71	6,29	2,16	4,22	8,23	0,89
1978	3,91	3,03	2,71	0,60	0,73	0,63	1,28	1,01	4,06	1,43	2,55	5,06	2,25	5,06	0,60
1979	1,27	1,46	2,08	2,81	3,79	1,54	1,92	1,82	2,27	10,85	3,62	3,68	3,10	10,85	1,27
1980	2,18	3,38	7,82	2,54	1,97	1,22	4,19	10,15	4,41	3,91	2,37	8,63	4,40	10,15	1,22
1981	4,79	3,64	1,47	1,66	1,09	1,32	1,83	1,42	2,86	3,20	1,90	4,10	2,44	4,79	1,09
1982	1,29	5,20	2,05	1,03	0,91	3,81	3,30	1,80	1,04	6,01	11,00	4,20	3,47	11,00	0,91
1983	7,60	8,42	6,71	4,48	12,68	9,46	18,03	13,27	5,49	3,28	4,47	4,18	8,17	18,03	3,28
1984	3,82	2,84	6,60	3,35	2,67	10,52	8,64	8,90	4,03	2,65	2,99	4,03	5,09	10,52	2,65
1985	1,66	4,37	6,99	4,53	1,90	1,74	2,44	1,56	2,24	3,01	3,37	0,90	2,89	6,99	0,90

Vazões Médias Mensais - CGH Santo Antônio															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1986	1,96	2,31	1,11	1,66	1,31	2,59	1,54	1,70	2,69	6,04	7,97	3,33	2,85	7,97	1,11
1987	7,04	5,93	1,41	3,80	12,25	6,56	4,26	5,80	3,65	8,13	2,51	1,55	5,24	12,25	1,41
1988	1,90	2,42	2,39	3,01	6,16	5,05	3,11	0,99	4,77	1,61	0,82	1,39	2,80	6,16	0,82
1989	6,69	5,43	3,55	4,34	6,86	1,32	1,75	3,19	12,87	3,11	1,46	1,81	4,37	12,87	1,32
1990	9,82	6,52	4,89	4,40	2,38	10,13	6,57	5,34	9,83	9,91	8,31	3,73	6,82	10,13	2,38
1991	3,37	4,22	2,42	1,88	1,83	3,55	2,79	5,01	1,36	7,65	5,24	6,01	3,78	7,65	1,36
1992	3,23	6,53	1,92	1,39	7,15	6,02	10,09	9,92	5,45	2,79	3,14	2,01	4,97	10,09	1,39
1993	3,13	6,64	6,71	3,57	3,32	4,19	11,15	2,53	4,31	8,70	2,68	5,17	5,17	11,15	2,53
1994	1,72	6,97	6,81	3,14	8,04	5,36	9,73	2,75	1,29	3,30	3,38	1,65	4,51	9,73	1,29
1995	14,68	4,32	2,48	1,01	0,36	2,28	4,07	2,70	3,69	5,34	1,70	3,45	3,84	14,68	0,36
1996	7,55	4,65	3,61	2,02	0,87	3,42	6,49	4,93	7,98	4,24	1,32	3,45	4,21	7,98	0,87
1997	5,98	12,60	2,51	0,70	0,46	2,52	5,98	4,85	3,17	10,12	10,95	3,20	5,25	12,60	0,46
1998	4,54	10,89	6,43	9,00	6,51	2,99	4,30	9,03	11,66	6,00	2,47	3,39	6,43	11,66	2,47
1999	3,08	3,70	2,09	3,48	1,65	3,46	6,77	1,97	1,31	6,27	4,01	1,46	3,27	6,77	1,31
2000	3,80	4,48	3,75	3,55	1,20	1,77	4,48	1,54	12,60	8,60	2,02	4,29	4,34	12,60	1,20
2001	7,73	9,52	5,03	3,82	7,04	4,13	6,59	2,04	4,84	9,34	2,61	4,77	5,62	9,52	2,04
2002	8,38	4,32	3,08	4,80	2,56	4,63	3,97	6,48	4,97	5,09	6,73	8,00	5,25	8,38	2,56
2003	3,65	6,27	6,58	2,03	1,52	4,22	1,40	0,57	1,53	3,00	2,47	7,85	3,42	7,85	0,57
2004	2,05	2,66	1,44	2,74	2,56	1,93	5,54	1,25	7,98	5,61	3,64	3,31	3,39	7,98	1,25
2005	3,25	1,69	1,83	2,54	7,64	3,13	5,73	3,99	18,61	12,99	3,47	1,49	5,53	18,61	1,49
2006	2,85	2,36	1,27	0,67	0,80	0,51	0,68	2,27	1,57	1,38	4,62	2,85	1,82	4,62	0,51
2007	1,87	2,93	4,67	1,60	5,92	1,35	4,35	3,20	3,45	3,93	3,77	1,19	3,18	5,92	1,19
2008	5,36	5,66	4,81	2,31	4,70	1,93	1,26	1,74	3,84	10,19	6,99	2,27	4,25	10,19	1,26
2009	3,06	1,89	2,35	1,21	0,87	1,45	6,13	7,20	6,85	7,05	3,40	1,85	3,61	7,20	0,87
2010	7,44	9,25	2,38	5,73	10,99	3,06	5,35	3,93	1,88	2,38	3,31	4,39	5,01	10,99	1,88
2011	7,22	9,57	2,56	1,93	1,76	2,02	6,29	12,50	12,13	3,07	2,27	1,49	5,23	12,50	1,49
2012	7,36	3,56	1,51	1,65	1,20	4,38	2,55	2,16	1,62	3,66	1,34	1,34	2,69	7,36	1,20
2013	2,18	2,65	7,23	2,22	1,01	4,03	3,89	7,60	8,48	2,80	1,80	2,40	3,86	8,48	1,01
2014	6,51	1,90	2,43	4,65	5,52	14,02	5,78	2,22	4,02	8,50	1,95	3,09	5,05	14,02	1,90
2015	7,98	5,48	1,50	1,61	3,71	9,27	14,96	2,04	11,44	16,17	4,53	3,32	6,83	16,17	1,50
2016	3,68	9,02	11,29	7,71	4,10	1,65	4,14	2,90	2,27	7,49	1,82	2,64	4,89	11,29	1,65
2017	13,53	2,44	1,89	1,66	5,16	12,69	1,24	1,65	0,81	2,28	2,37	6,26	4,33	13,53	0,81
2018	12,58	1,81	2,05	3,44	1,36	2,69	2,15	4,42	7,31	2,77	5,04	2,35	4,00	12,58	1,36
2019	2,36	3,13	4,62										3,37	4,62	2,36
Méd	4,23	4,65	3,82	2,72	3,18	3,48	4,17	4,28	5,31	5,02	3,49	3,16	**3,96**	**9,45**	**1,21**
Máx	14,68	20,69	14,12	9,00	12,68	14,02	18,03	15,92	18,61	16,17	11,00	11,05	**8,17**	**20,69**	**3,28**
Mín	0,36	0,63	0,61	0,57	0,36	0,51	0,68	0,23	0,49	0,74	0,56	0,41	**1,14**	**2,96**	**0,23**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 44 – Vazões Médias Mensais – PCH A. M. Dias

Vazões Médias Mensais - PCH A.M. Dias															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			3,33	7,35	4,53	3,97	3,20	3,03	3,33	5,60	1,92	2,48	3,87	7,35	1,92
1943	2,26	3,49	2,40	1,90	3,40	10,53	8,07	20,35	10,25	5,63	4,26	2,52	6,25	20,35	1,90
1944	6,58	3,55	3,58	2,56	1,25	2,91	2,04	1,34	1,82	1,65	2,20	0,92	2,53	6,58	0,92
1945	0,81	5,71	2,83	1,88	1,12	1,57	1,65	2,18	6,73	4,09	2,08	3,07	2,81	6,73	0,81
1946	9,74	11,67	9,14	2,70	3,91	8,71	15,86	5,47	5,13	3,94	2,50	3,31	6,84	15,86	2,50
1947	4,63	7,83	7,15	2,19	4,69	5,02	6,22	5,11	13,78	9,61	7,31	4,50	6,50	13,78	2,19
1948	4,78	8,85	8,18	11,23	16,59	3,21	6,95	19,07	4,38	3,87	3,32	1,73	7,68	19,07	1,73
1949	3,43	2,82	9,28	8,20	4,70	8,57	5,64	9,50	7,93	5,06	2,48	1,84	5,79	9,50	1,84
1950	4,12	5,34	6,62	6,14	6,05	3,40	2,59	7,73	3,83	12,33	3,26	3,67	5,42	12,33	2,59
1951	10,04	13,95	9,96	2,69	1,74	1,58	2,11	0,92	1,09	7,04	5,65	4,96	5,14	13,95	0,92

Vazões Médias Mensais - PCH A.M. Dias															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1952	6,80	4,71	2,68	1,82	1,97	4,93	9,08	3,32	9,22	11,00	6,31	4,08	5,49	11,00	1,82
1953	6,33	7,47	3,78	1,99	1,75	1,99	2,98	2,33	7,64	9,01	9,44	9,10	5,32	9,44	1,75
1954	9,47	7,45	8,57	7,23	13,38	12,84	24,66	6,13	23,48	25,31	7,08	3,46	12,42	25,31	3,46
1955	3,01	5,44	5,64	10,29	13,79	7,26	21,75	8,60	6,91	5,59	3,94	4,38	8,05	21,75	3,01
1956	10,43	16,68	4,43	10,96	8,35	5,56	3,69	6,97	13,57	9,86	3,87	3,34	8,14	16,68	3,34
1957	5,98	9,22	7,39	6,99	7,05	4,73	11,40	35,40	26,57	14,83	9,44	6,05	12,09	35,40	4,73
1958	4,79	4,13	14,26	4,86	3,02	10,27	3,18	9,51	16,06	12,28	21,66	9,11	9,43	21,66	3,02
1959	4,80	7,65	4,26	7,23	7,37	3,40	3,30	5,80	22,98	7,62	1,76	3,42	6,63	22,98	1,76
1960	3,49	9,78	14,59	7,12	3,71	5,45	2,15	21,90	10,79	7,45	10,30	5,67	8,53	21,90	2,15
1961	5,21	11,15	17,73	7,48	3,23	3,43	3,13	1,30	23,91	31,64	24,05	7,69	11,66	31,64	1,30
1962	6,08	7,04	6,55	2,82	8,14	4,36	6,38	4,36	12,11	5,84	9,68	3,95	6,44	12,11	2,82
1963	14,25	28,55	24,82	3,47	3,25	1,58	2,96	11,79	13,88	28,16	20,22	3,75	13,06	28,55	1,58
1964	2,84	3,73	2,91	6,51	4,58	4,62	3,73	4,31	9,11	11,38	3,52	4,11	5,11	11,38	2,84
1965	2,87	1,40	3,27	4,65	10,30	4,63	6,15	19,93	30,53	6,94	10,61	16,09	9,78	30,53	1,40
1966	7,09	46,03	14,14	11,05	3,56	12,88	4,69	8,11	17,50	12,66	5,15	16,63	13,29	46,03	3,56
1967	11,35	11,34	7,49	5,59	4,94	5,08	6,17	10,61	23,97	10,88	6,75	3,85	9,00	23,97	3,85
1968	1,69	1,42	1,36	1,27	0,81	2,74	3,15	0,50	10,06	3,37	12,26	12,04	4,22	12,26	0,50
1969	7,37	7,28	9,50	12,79	2,89	6,00	7,61	4,26	4,15	3,50	9,75	1,93	6,42	12,79	1,93
1970	9,01	5,64	5,41	3,06	7,97	7,91	14,16	8,45	5,74	7,38	2,42	3,98	6,76	14,16	2,42
1971	8,19	14,49	31,41	15,07	11,57	13,24	14,39	9,99	6,80	4,73	1,25	0,99	11,01	31,41	0,99
1972	2,34	20,15	5,20	3,50	1,18	7,70	11,98	23,47	21,47	10,38	7,42	16,72	10,96	23,47	1,18
1973	20,03	9,53	4,35	2,81	11,09	13,40	11,10	20,29	11,19	3,88	4,68	5,36	9,81	20,29	2,81
1974	15,46	10,96	23,87	3,08	1,96	10,13	5,12	2,02	5,95	3,61	7,96	2,12	7,69	23,87	1,96
1975	4,28	4,15	9,40	2,57	2,95	4,67	5,60	11,59	21,12	18,18	5,85	24,58	9,58	24,58	2,57
1976	11,64	3,27	11,79	1,82	13,02	9,85	5,39	19,55	5,91	5,41	5,12	20,44	9,43	20,44	1,82
1977	17,05	16,89	6,41	5,70	1,98	3,43	5,32	18,29	8,26	10,47	13,99	4,80	9,38	18,29	1,98
1978	8,70	6,73	6,03	1,32	1,61	1,41	2,84	2,24	9,02	3,18	5,67	11,24	5,00	11,24	1,32
1979	2,83	3,26	4,63	6,26	8,43	3,42	4,28	4,05	5,06	24,14	8,05	8,19	6,88	24,14	2,83
1980	4,85	7,51	17,39	5,66	4,39	2,70	9,31	22,57	9,82	8,71	5,27	19,19	9,78	22,57	2,70
1981	10,65	8,11	3,27	3,69	2,43	2,94	4,08	3,15	6,35	7,13	4,23	9,11	5,43	10,65	2,43
1982	2,88	11,57	4,55	2,29	2,02	8,48	7,33	4,01	2,30	13,37	24,47	9,33	7,72	24,47	2,02
1983	16,91	18,73	14,92	9,96	28,19	21,04	40,11	29,51	12,22	7,30	9,95	9,30	18,18	40,11	7,30
1984	8,51	6,31	14,68	7,45	5,94	23,39	19,22	19,80	8,96	5,90	6,64	8,97	11,32	23,39	5,90
1985	3,70	9,72	15,54	10,07	4,24	3,86	5,43	3,48	4,98	6,69	7,50	2,00	6,43	15,54	2,00
1986	4,36	5,13	2,47	3,69	2,92	5,77	3,43	3,79	5,98	13,43	17,72	7,42	6,34	17,72	2,47
1987	15,66	13,19	3,14	8,46	27,25	14,59	9,48	12,90	8,13	18,09	5,58	3,45	11,66	27,25	3,14
1988	4,23	5,39	5,32	6,69	13,69	11,23	6,92	2,19	10,61	3,59	1,82	3,09	6,23	13,69	1,82
1989	14,89	12,08	7,90	9,66	15,26	2,94	3,89	7,08	28,62	6,92	3,24	4,02	9,71	28,62	2,94
1990	21,85	14,49	10,87	9,79	5,30	22,54	14,60	11,87	21,86	22,05	18,48	8,31	15,17	22,54	5,30
1991	7,50	9,39	5,37	4,19	4,06	7,89	6,21	11,15	3,02	17,02	11,65	13,36	8,40	17,02	3,02
1992	7,19	14,52	4,27	3,10	15,91	13,38	22,45	22,07	12,12	6,21	6,99	4,48	11,06	22,45	3,10
1993	6,97	14,78	14,93	7,94	7,37	9,32	24,81	5,62	9,58	19,35	5,96	11,50	11,51	24,81	5,62
1994	3,84	15,51	15,14	6,99	17,88	11,93	21,65	6,11	2,86	7,35	7,53	3,67	10,04	21,65	2,86
1995	32,65	9,60	5,52	2,25	0,79	5,07	9,04	6,00	8,21	11,87	3,79	7,67	8,54	32,65	0,79
1996	16,78	10,34	8,03	4,49	1,94	7,60	14,43	10,97	17,76	9,43	2,93	7,68	9,36	17,76	1,94
1997	13,30	28,02	5,59	1,56	1,02	5,59	13,30	10,80	7,05	22,52	24,36	7,11	11,69	28,02	1,02
1998	10,11	24,23	14,30	20,02	14,47	6,64	9,57	20,08	25,93	13,35	5,48	7,54	14,31	25,93	5,48
1999	6,84	8,23	4,66	7,74	3,67	7,70	15,06	4,38	2,92	13,94	8,91	3,24	7,27	15,06	2,92
2000	8,44	9,95	8,33	7,90	2,66	3,94	9,97	3,43	28,02	19,14	4,49	9,55	9,65	28,02	2,66
2001	17,18	21,17	11,19	8,50	15,66	9,20	14,66	4,53	10,77	20,78	5,82	10,61	12,51	21,17	4,53
2002	18,63	9,61	6,85	10,67	5,69	10,31	8,83	14,41	11,05	11,32	14,97	17,80	11,68	18,63	5,69
2003	8,11	13,95	14,62	4,51	3,38	9,39	3,12	1,27	3,40	6,67	5,49	17,46	7,61	17,46	1,27
2004	4,56	5,92	3,20	6,09	5,70	4,29	12,33	2,78	17,75	12,48	8,09	7,37	7,55	17,75	2,78

Vazões Médias Mensais - PCH A.M. Dias															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
2005	7,23	3,76	4,06	5,64	17,00	6,97	12,75	8,88	41,39	28,88	7,72	3,31	12,30	41,39	3,31
2006	6,33	5,26	2,82	1,48	1,77	1,13	1,51	5,05	3,49	3,06	10,28	6,34	4,04	10,28	1,13
2007	4,16	6,52	10,38	3,55	13,17	3,01	9,66	7,12	7,67	8,74	8,38	2,64	7,08	13,17	2,64
2008	11,92	12,58	10,71	5,14	10,45	4,28	2,81	3,88	8,53	22,67	15,54	5,05	9,46	22,67	2,81
2009	6,79	4,20	5,24	2,68	1,94	3,22	13,64	16,02	15,24	15,68	7,56	4,12	8,03	16,02	1,94
2010	16,56	20,57	5,29	12,75	24,44	6,81	11,90	8,74	4,19	5,30	7,35	9,77	11,14	24,44	4,19
2011	16,06	21,29	5,69	4,29	3,91	4,50	13,99	27,80	26,98	6,83	5,04	3,32	11,64	27,80	3,32
2012	16,37	7,92	3,36	3,66	2,68	9,75	5,67	4,81	3,61	8,13	2,99	2,97	5,99	16,37	2,68
2013	4,85	5,89	16,08	4,94	2,24	8,96	8,66	16,91	18,87	6,22	4,01	5,35	8,58	18,87	2,24
2014	14,49	4,22	5,40	10,34	12,28	31,19	12,85	4,94	8,93	18,90	4,33	6,88	11,23	31,19	4,22
2015	17,75	12,19	3,33	3,59	8,26	20,62	33,27	4,53	25,44	35,98	10,07	7,39	15,20	35,98	3,33
2016	8,19	20,06	25,11	17,15	9,13	3,68	9,22	6,45	5,04	16,66	4,05	5,87	10,88	25,11	3,68
2017	30,08	5,43	4,20	3,70	11,48	28,22	2,75	3,68	1,80	5,08	5,27	13,93	9,64	30,08	1,80
2018	27,98	4,03	4,56	7,66	3,02	5,99	4,79	9,84	16,26	6,16	11,21	5,24	8,89	27,98	3,02
2019	5,24	6,95	10,28										7,49	10,28	5,24
Méd	9,41	10,35	8,50	6,05	7,08	7,75	9,26	9,51	11,80	11,17	7,77	7,03	**8,81**	**21,02**	**2,68**
Máx	32,65	46,03	31,41	20,02	28,19	31,19	40,11	35,40	41,39	35,98	24,47	24,58	**18,18**	**46,03**	**7,30**
Mín	0,81	1,40	1,36	1,27	0,79	1,13	1,51	0,50	1,09	1,65	1,25	0,92	**2,53**	**6,58**	**0,50**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 45 – Vazões Médias Mensais – CGH São Paulo

Vazões Médias Mensais - CGH São Paulo															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			3,52	7,79	4,81	4,21	3,39	3,21	3,53	5,93	2,04	2,63	4,11	7,79	2,04
1943	2,39	3,70	2,54	2,01	3,60	11,16	8,55	21,56	10,86	5,97	4,52	2,67	6,63	21,56	2,01
1944	6,98	3,76	3,79	2,71	1,33	3,08	2,16	1,42	1,92	1,75	2,33	0,97	2,68	6,98	0,97
1945	0,86	6,05	3,00	1,99	1,18	1,67	1,75	2,31	7,14	4,33	2,21	3,25	2,98	7,14	0,86
1946	10,32	12,36	9,69	2,86	4,14	9,23	16,80	5,79	5,44	4,18	2,65	3,51	7,25	16,80	2,65
1947	4,90	8,30	7,57	2,32	4,97	5,32	6,59	5,41	14,60	10,18	7,74	4,77	6,89	14,60	2,32
1948	5,06	9,38	8,67	11,90	17,58	3,40	7,36	20,21	4,65	4,10	3,52	1,83	8,14	20,21	1,83
1949	3,63	2,98	9,84	8,69	4,98	9,08	5,97	10,06	8,41	5,37	2,62	1,95	6,13	10,06	1,95
1950	4,36	5,66	7,01	6,51	6,41	3,60	2,74	8,19	4,06	13,06	3,45	3,89	5,75	13,06	2,74
1951	10,63	14,79	10,56	2,85	1,84	1,67	2,23	0,97	1,15	7,46	5,99	5,25	5,45	14,79	0,97
1952	7,21	4,99	2,84	1,93	2,09	5,22	9,62	3,52	9,77	11,65	6,69	4,32	5,82	11,65	1,93
1953	6,70	7,92	4,01	2,11	1,86	2,11	3,16	2,47	8,10	9,55	10,01	9,64	5,64	10,01	1,86
1954	10,04	7,90	9,08	7,66	14,18	13,61	26,13	6,49	24,88	26,82	7,50	3,66	13,16	26,82	3,66
1955	3,18	5,77	5,98	10,90	14,61	7,69	23,05	9,11	7,33	5,92	4,18	4,64	8,53	23,05	3,18
1956	11,05	17,68	4,70	11,62	8,85	5,89	3,91	7,38	14,38	10,45	4,10	3,54	8,63	17,68	3,54
1957	6,34	9,77	7,84	7,41	7,47	5,02	12,08	37,51	28,15	15,72	10,01	6,42	12,81	37,51	5,02
1958	5,07	4,37	15,11	5,15	3,20	10,88	3,37	10,07	17,02	13,02	22,95	9,66	9,99	22,95	3,20
1959	5,09	8,11	4,51	7,66	7,81	3,60	3,49	6,14	24,35	8,07	1,86	3,63	7,03	24,35	1,86
1960	3,69	10,37	15,46	7,55	3,93	5,78	2,28	23,21	11,43	7,89	10,91	6,01	9,04	23,21	2,28
1961	5,52	11,81	18,79	7,92	3,43	3,63	3,32	1,38	25,33	33,53	25,48	8,15	12,36	33,53	1,38
1962	6,44	7,46	6,94	2,98	8,63	4,62	6,76	4,62	12,84	6,19	10,26	4,18	6,83	12,84	2,98
1963	15,10	30,25	26,30	3,67	3,45	1,68	3,13	12,50	14,71	29,84	21,43	3,98	13,84	30,25	1,68
1964	3,01	3,95	3,08	6,90	4,85	4,90	3,95	4,57	9,65	12,06	3,73	4,36	5,42	12,06	3,01
1965	3,04	1,48	3,46	4,93	10,91	4,91	6,51	21,12	32,35	7,36	11,24	17,05	10,36	32,35	1,48
1966	7,52	48,77	14,99	11,71	3,78	13,65	4,97	8,59	18,55	13,41	5,45	17,62	14,08	48,77	3,78
1967	12,02	12,01	7,94	5,93	5,24	5,39	6,54	11,24	25,40	11,53	7,16	4,08	9,54	25,40	4,08
1968	1,80	1,51	1,44	1,34	0,86	2,90	3,34	0,53	10,66	3,57	12,99	12,76	4,48	12,99	0,53
1969	7,81	7,71	10,07	13,55	3,06	6,35	8,06	4,51	4,40	3,71	10,33	2,05	6,80	13,55	2,05
1970	9,55	5,97	5,73	3,24	8,44	8,38	15,01	8,95	6,08	7,82	2,56	4,22	7,16	15,01	2,56

Vazões Médias Mensais - CGH São Paulo															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1971	8,68	15,35	33,29	15,97	12,26	14,03	15,25	10,58	7,21	5,01	1,32	1,05	11,67	33,29	1,05
1972	2,48	21,35	5,51	3,71	1,25	8,16	12,70	24,87	22,75	11,00	7,86	17,72	11,61	24,87	1,25
1973	21,22	10,10	4,61	2,98	11,75	14,20	11,76	21,50	11,85	4,11	4,96	5,68	10,40	21,50	2,98
1974	16,38	11,61	25,29	3,26	2,08	10,73	5,43	2,14	6,31	3,83	8,44	2,25	8,15	25,29	2,08
1975	4,54	4,40	9,96	2,73	3,13	4,95	5,94	12,28	22,38	19,27	6,20	26,05	10,15	26,05	2,73
1976	12,33	3,46	12,50	1,93	13,80	10,44	5,71	20,71	6,26	5,73	5,42	21,66	10,00	21,66	1,93
1977	18,07	17,90	6,80	6,04	2,10	3,63	5,64	19,39	8,75	11,09	14,82	5,08	9,94	19,39	2,10
1978	9,22	7,14	6,39	1,40	1,71	1,49	3,01	2,37	9,56	3,37	6,01	11,91	5,30	11,91	1,40
1979	3,00	3,45	4,91	6,63	8,94	3,63	4,53	4,30	5,36	25,58	8,53	8,68	7,30	25,58	3,00
1980	5,14	7,96	18,43	6,00	4,65	2,87	9,87	23,92	10,40	9,23	5,59	20,33	10,36	23,92	2,87
1981	11,28	8,59	3,46	3,91	2,58	3,11	4,32	3,34	6,73	7,55	4,49	9,66	5,75	11,28	2,58
1982	3,05	12,26	4,82	2,43	2,14	8,99	7,77	4,25	2,44	14,17	25,93	9,89	8,18	25,93	2,14
1983	17,92	19,84	15,81	10,56	29,88	22,29	42,50	31,27	12,94	7,74	10,54	9,85	19,26	42,50	7,74
1984	9,01	6,69	15,56	7,90	6,29	24,79	20,36	20,98	9,49	6,26	7,04	9,51	11,99	24,79	6,26
1985	3,92	10,30	16,47	10,67	4,49	4,09	5,76	3,69	5,27	7,09	7,94	2,11	6,82	16,47	2,11
1986	4,62	5,44	2,61	3,91	3,09	6,11	3,63	4,02	6,34	14,23	18,78	7,86	6,72	18,78	2,61
1987	16,59	13,98	3,33	8,97	28,88	15,46	10,05	13,67	8,61	19,17	5,92	3,66	12,36	28,88	3,33
1988	4,49	5,71	5,63	7,09	14,51	11,90	7,34	2,32	11,25	3,80	1,93	3,27	6,60	14,51	1,93
1989	15,78	12,80	8,38	10,24	16,17	3,11	4,12	7,51	30,33	7,34	3,44	4,26	10,29	30,33	3,11
1990	23,16	15,36	11,52	10,38	5,61	23,88	15,47	12,58	23,16	23,36	19,58	8,80	16,07	23,88	5,61
1991	7,94	9,95	5,69	4,44	4,31	8,36	6,58	11,81	3,20	18,04	12,34	14,16	8,90	18,04	3,20
1992	7,62	15,39	4,53	3,28	16,86	14,18	23,79	23,39	12,84	6,58	7,41	4,75	11,72	23,79	3,28
1993	7,38	15,66	15,82	8,42	7,81	9,87	26,29	5,95	10,15	20,50	6,32	12,18	12,20	26,29	5,95
1994	4,06	16,43	16,05	7,41	18,94	12,64	22,94	6,47	3,03	7,79	7,98	3,89	10,64	22,94	3,03
1995	34,60	10,18	5,85	2,38	0,84	5,37	9,58	6,36	8,70	12,58	4,02	8,13	9,05	34,60	0,84
1996	17,78	10,95	8,51	4,76	2,05	8,05	15,29	11,62	18,82	9,99	3,10	8,14	9,92	18,82	2,05
1997	14,09	29,70	5,92	1,65	1,09	5,93	14,10	11,44	7,47	23,86	25,81	7,53	12,38	29,70	1,09
1998	10,71	25,68	15,15	21,21	15,33	7,04	10,14	21,28	27,48	14,15	5,81	7,98	15,16	27,48	5,81
1999	7,25	8,72	4,94	8,20	3,88	8,16	15,95	4,64	3,09	14,77	9,44	3,44	7,71	15,95	3,09
2000	8,95	10,55	8,83	8,38	2,82	4,17	10,57	3,63	29,69	20,28	4,76	10,12	10,23	29,69	2,82
2001	18,21	22,43	11,86	9,00	16,59	9,74	15,53	4,80	11,42	22,01	6,16	11,25	13,25	22,43	4,80
2002	19,74	10,19	7,25	11,31	6,03	10,92	9,36	15,27	11,70	12,00	15,87	18,86	12,38	19,74	6,03
2003	8,59	14,78	15,50	4,78	3,58	9,95	3,31	1,34	3,60	7,07	5,81	18,50	8,07	18,50	1,34
2004	4,83	6,27	3,39	6,45	6,04	4,55	13,06	2,94	18,81	13,23	8,57	7,81	8,00	18,81	2,94
2005	7,66	3,98	4,30	5,98	18,02	7,38	13,51	9,41	43,86	30,61	8,18	3,51	13,03	43,86	3,51
2006	6,71	5,57	2,99	1,57	1,88	1,20	1,60	5,35	3,70	3,25	10,89	6,72	4,29	10,89	1,20
2007	4,41	6,91	11,00	3,76	13,95	3,19	10,24	7,54	8,13	9,26	8,88	2,80	7,51	13,95	2,80
2008	12,63	13,33	11,35	5,44	11,07	4,54	2,97	4,11	9,04	24,02	16,46	5,36	10,03	24,02	2,97
2009	7,20	4,45	5,55	2,84	2,06	3,41	14,45	16,98	16,15	16,61	8,01	4,37	8,51	16,98	2,06
2010	17,54	21,80	5,60	13,52	25,90	7,21	12,60	9,26	4,44	5,61	7,79	10,35	11,80	25,90	4,44
2011	17,02	22,56	6,03	4,55	4,15	4,76	14,82	29,46	28,59	7,24	5,34	3,52	12,34	29,46	3,52
2012	17,35	8,39	3,57	3,88	2,84	10,33	6,01	5,10	3,82	8,62	3,17	3,15	6,35	17,35	2,84
2013	5,14	6,24	17,03	5,23	2,37	9,50	9,17	17,92	20,00	6,59	4,24	5,67	9,09	20,00	2,37
2014	15,35	4,48	5,72	10,95	13,02	33,05	13,61	5,23	9,46	20,03	4,58	7,29	11,90	33,05	4,48
2015	18,81	12,91	3,53	3,80	8,75	21,85	35,25	4,80	26,96	38,12	10,67	7,83	16,11	38,12	3,53
2016	8,68	21,25	26,60	18,17	9,67	3,89	9,77	6,84	5,34	17,66	4,29	6,22	11,53	26,60	3,89
2017	31,88	5,76	4,45	3,92	12,16	29,90	2,92	3,90	1,91	5,38	5,59	14,76	10,21	31,88	1,91
2018	29,65	4,27	4,83	8,12	3,20	6,35	5,08	10,43	17,23	6,53	11,87	5,55	9,42	29,65	3,20
2019	5,55	7,37	10,89										7,94	10,89	5,55
Méd	9,97	10,97	9,01	6,41	7,51	8,21	9,82	10,08	12,51	11,84	8,23	7,45	**9,33**	**22,27**	**2,84**
Máx	34,60	48,77	33,29	21,21	29,88	33,05	42,50	37,51	43,86	38,12	25,93	26,05	**19,26**	**48,77**	**7,74**
Mín	0,86	1,48	1,44	1,34	0,84	1,20	1,60	0,53	1,15	1,75	1,32	0,97	**2,68**	**6,98**	**0,53**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 46 – Vazões Médias Mensais – CGH Hoppen

Vazões Médias Mensais - CGH Hoppen															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			7,56	16,72	10,31	9,04	7,27	6,88	7,57	12,73	4,37	5,65	8,81	16,72	4,37
1943	5,13	7,94	5,45	4,31	7,73	23,93	18,34	46,26	23,30	12,81	9,70	5,73	14,22	46,26	4,31
1944	14,97	8,08	8,13	5,82	2,85	6,61	4,64	3,05	4,13	3,75	5,00	2,09	5,76	14,97	2,09
1945	1,83	12,99	6,43	4,27	2,54	3,58	3,76	4,95	15,31	9,29	4,73	6,98	6,39	15,31	1,83
1946	22,14	26,53	20,78	6,15	8,88	19,80	36,05	12,43	11,66	8,96	5,68	7,53	15,55	36,05	5,68
1947	10,52	17,81	16,25	4,98	10,65	11,41	14,14	11,62	31,32	21,85	16,62	10,24	14,78	31,32	4,98
1948	10,86	20,12	18,60	25,54	37,71	7,29	15,79	43,35	9,97	8,81	7,54	3,93	17,46	43,35	3,93
1949	7,79	6,40	21,11	18,65	10,69	19,49	12,82	21,59	18,04	11,51	5,63	4,19	13,16	21,59	4,19
1950	9,36	12,14	15,04	13,97	13,76	7,73	5,89	17,58	8,72	28,02	7,41	8,34	12,33	28,02	5,89
1951	22,82	31,73	22,65	6,12	3,95	3,59	4,79	2,09	2,47	16,00	12,84	11,27	11,69	31,73	2,09
1952	15,46	10,71	6,08	4,15	4,49	11,21	20,64	7,55	20,96	25,00	14,35	9,27	12,49	25,00	4,15
1953	14,38	16,99	8,59	4,53	3,99	4,52	6,78	5,29	17,37	20,49	21,47	20,69	12,09	21,47	3,99
1954	21,53	16,94	19,49	16,43	30,43	29,20	56,07	13,93	53,37	57,53	16,09	7,86	28,24	57,53	7,86
1955	6,83	12,37	12,83	23,39	31,34	16,51	49,45	19,55	15,72	12,71	8,96	9,96	18,30	49,45	6,83
1956	23,71	37,93	10,08	24,93	18,99	12,65	8,38	15,84	30,85	22,43	8,79	7,59	18,51	37,93	7,59
1957	13,59	20,97	16,81	15,90	16,02	8,83	26,53	93,97	63,93	36,60	19,09	12,78	28,75	93,97	8,83
1958	11,29	9,77	34,44	11,23	6,99	25,18	7,21	23,39	33,66	25,99	50,97	21,32	21,79	50,97	6,99
1959	11,48	16,46	8,19	16,25	14,29	6,16	5,87	10,35	36,27	19,34	4,45	5,70	12,90	36,27	4,45
1960	9,67	23,01	23,51	16,33	7,74	9,79	4,72	34,27	23,53	19,75	22,24	9,07	16,97	34,27	4,72
1961	9,88	25,60	40,80	13,75	8,13	9,27	11,58	4,35	39,00	56,88	53,33	18,64	24,27	56,88	4,35
1962	10,33	7,24	9,43	4,57	9,07	8,48	22,41	8,19	25,30	9,63	11,16	8,43	11,19	25,30	4,57
1963	19,77	53,78	43,08	11,65	5,71	3,09	4,87	21,01	23,58	58,93	34,03	13,53	24,42	58,93	3,09
1964	5,79	12,91	10,78	11,17	8,95	6,33	7,73	9,14	18,19	22,17	7,64	7,34	10,68	22,17	5,79
1965	8,57	5,89	6,54	6,59	16,95	5,08	18,69	51,52	52,91	12,10	14,53	26,27	18,80	52,91	5,08
1966	20,95	79,25	17,90	22,26	7,52	11,38	7,19	7,89	31,28	17,67	9,95	19,07	21,03	79,25	7,19
1967	10,84	27,32	12,27	7,00	5,36	9,63	9,52	18,38	53,11	23,62	15,46	13,13	17,14	53,11	5,36
1968	3,38	2,85	2,34	2,31	0,99	1,61	4,89	1,04	18,81	10,39	18,42	27,18	7,85	27,18	0,99
1969	19,58	19,82	19,52	21,60	4,68	15,28	12,65	5,87	5,76	4,66	19,25	1,76	12,53	21,60	1,76
1970	15,46	7,74	10,25	2,50	10,47	15,37	21,78	11,78	9,74	10,78	2,18	8,98	10,59	21,78	2,18
1971	28,37	26,74	51,06	26,45	21,80	16,86	21,67	21,63	12,51	10,46	1,40	1,36	20,03	51,06	1,36
1972	3,11	34,00	11,80	9,75	5,15	14,16	19,10	35,68	43,82	21,56	17,49	31,35	20,58	43,82	3,11
1973	26,73	20,79	12,40	8,81	22,52	24,36	23,12	36,68	29,51	11,25	15,93	8,66	20,07	36,68	8,66
1974	15,41	23,74	56,70	9,24	6,25	14,07	10,98	5,33	8,22	7,45	15,25	7,03	14,97	56,70	5,33
1975	9,27	10,38	10,61	6,64	6,90	9,57	6,60	22,03	44,41	36,69	13,89	35,38	17,70	44,41	6,60
1976	31,15	7,59	17,18	5,81	30,40	20,02	12,24	35,71	13,85	7,62	11,09	49,13	20,15	49,13	5,81
1977	34,46	38,17	14,26	12,63	5,57	4,87	12,92	48,58	13,84	23,14	21,54	13,53	20,29	48,58	4,87
1978	18,25	14,61	11,44	3,89	3,97	2,60	4,98	4,22	15,54	7,03	9,23	16,21	9,33	18,25	2,60
1979	7,28	6,22	10,25	11,94	15,93	8,05	10,50	10,87	8,41	42,08	28,00	16,04	14,63	42,08	6,22
1980	11,77	18,15	36,56	12,49	12,15	8,18	18,37	55,62	24,78	26,29	14,83	66,04	25,44	66,04	8,18
1981	30,39	23,77	11,74	13,55	8,67	9,86	13,43	7,53	12,75	14,77	8,48	10,45	13,78	30,39	7,53
1982	9,41	16,56	15,38	7,26	6,07	17,58	19,11	10,24	7,29	27,58	53,74	18,25	17,37	53,74	6,07
1983	26,11	29,08	27,36	22,17	58,84	51,39	117,71	86,57	26,99	12,77	20,52	20,64	41,68	117,71	12,77
1984	24,02	21,96	18,76	15,43	10,71	28,21	36,96	64,27	20,86	15,16	19,91	25,78	25,17	64,27	10,71
1985	11,09	30,38	21,85	15,36	8,14	7,84	9,03	6,01	8,92	15,22	17,82	3,99	12,97	30,38	3,99
1986	8,44	10,90	5,40	7,88	6,70	10,87	8,22	7,58	12,96	25,29	28,60	15,18	12,34	28,60	5,40
1987	34,55	29,11	7,03	22,16	64,10	19,43	16,28	24,46	17,02	40,45	11,36	10,24	24,68	64,10	7,03
1988	11,66	13,16	13,62	14,12	28,60	15,32	8,33	4,13	25,12	11,62	5,40	5,40	13,04	28,60	4,13
1989	21,87	22,64	11,45	14,59	26,45	7,03	10,25	14,30	61,91	16,14	6,75	9,32	18,56	61,91	6,75
1990	46,34	42,52	20,78	27,68	17,20	61,11	26,78	18,89	42,08	53,98	36,97	15,61	34,16	61,11	15,61
1991	12,10	12,69	6,62	4,25	3,85	13,38	11,17	22,67	6,44	27,68	33,52	26,04	15,03	33,52	3,85
1992	16,58	26,56	13,79	8,56	28,85	52,21	47,36	36,59	27,01	11,23	10,53	8,72	24,00	52,21	8,56
1993	17,25	38,71	27,26	16,04	14,80	14,55	65,32	9,71	28,17	63,96	18,86	38,05	29,39	65,32	9,71

Vazões Médias Mensais - CGH Hoppen															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1994	8,74	44,36	52,13	18,58	56,06	54,29	45,55	15,80	3,82	20,22	25,76	13,03	29,86	56,06	3,82
1995	68,70	24,22	14,82	8,26	4,14	10,82	19,54	15,14	15,27	23,49	11,48	23,42	19,94	68,70	4,14
1996	37,88	24,59	22,42	13,40	5,73	15,31	26,98	19,82	34,59	23,77	10,82	14,94	20,85	37,88	5,73
1997	40,86	67,01	18,17	5,86	5,11	9,42	22,43	22,62	16,95	54,19	55,88	18,03	28,05	67,01	5,11
1998	21,28	64,06	31,79	33,43	38,84	14,67	19,78	45,74	48,59	27,23	12,53	12,74	30,89	64,06	12,53
1999	14,03	17,22	13,53	21,96	8,43	15,26	31,56	9,77	7,12	23,41	20,40	13,69	16,37	31,56	7,12
2000	19,97	26,33	22,09	14,53	11,46	10,92	20,43	8,75	60,59	44,60	12,24	17,74	22,47	60,59	8,75
2001	34,52	50,75	31,04	22,87	33,92	18,13	32,72	12,79	23,48	47,45	13,45	23,79	28,74	50,75	12,79
2002	30,66	13,55	12,74	15,09	11,51	22,24	16,79	29,34	20,73	28,64	37,66	26,88	22,15	37,66	11,51
2003	14,33	20,32	16,65	8,44	10,38	14,48	8,53	4,22	7,25	17,46	15,39	41,27	14,89	41,27	4,22
2004	21,71	16,66	10,34	19,60	17,68	11,33	17,97	6,55	24,16	19,28	16,82	21,77	16,99	24,16	6,55
2005	21,55	13,39	14,72	15,31	47,65	20,80	21,66	21,61	95,72	59,11	22,91	9,64	30,34	95,72	9,64
2006	20,49	13,46	6,69	4,09	4,03	2,66	3,50	11,80	8,24	9,61	23,88	17,42	10,49	23,88	2,66
2007	12,25	16,26	31,28	11,51	28,00	7,88	21,10	17,19	15,23	19,12	16,14	7,63	16,97	31,28	7,63
2008	17,56	20,22	20,84	13,73	27,23	12,34	8,00	11,27	20,20	49,32	57,99	14,50	22,77	57,99	8,00
2009	17,20	16,32	20,20	8,77	6,60	6,36	26,22	36,29	43,28	34,71	20,22	13,43	20,80	43,28	6,36
2010	42,87	46,86	17,24	30,78	55,42	16,98	21,26	17,53	11,23	14,67	14,78	23,37	26,08	55,42	11,23
2011	40,03	51,52	19,75	12,33	13,05	11,39	30,91	70,07	87,63	14,02	11,49	13,93	31,34	87,63	11,39
2012	34,27	33,44	9,95	7,36	5,49	25,12	14,90	11,82	9,49	17,74	6,52	7,16	15,27	34,27	5,49
2013	10,33	16,31	34,87	11,27	5,15	16,11	14,67	50,25	48,21	18,59	9,43	12,76	20,66	50,25	5,15
2014	25,19	12,30	15,34	25,60	27,78	54,93	38,75	10,60	18,09	35,91	17,55	20,40	25,20	54,93	10,60
2015	44,16	31,00	16,61	13,88	17,97	27,47	76,31	12,88	72,76	145,39	35,95	16,37	42,56	145,39	12,88
2016	17,04	45,76	37,51	29,07	19,29	8,80	15,90	11,96	12,17	38,44	9,82	26,94	22,72	45,76	8,80
2017	41,38	20,19	11,75	13,81	33,21	120,36	6,33	9,58	3,81	8,66	7,87	17,99	24,58	120,36	3,81
2018	53,51	10,38	11,38	9,71	6,09	7,53	13,76	14,74	40,48	17,65	21,26	17,78	18,69	53,51	6,09
2019	16,85	15,01	24,32										18,73	24,32	15,01
Méd	20,01	23,39	18,29	13,36	16,04	16,74	19,95	21,05	25,55	25,23	17,68	15,76	**19,42**	**47,74**	**6,37**
Máx	68,70	79,25	56,70	33,43	64,10	120,36	117,71	93,97	95,72	145,39	57,99	66,04	**42,56**	**145,39**	**15,61**
Mín	1,83	2,85	2,34	2,31	0,99	1,61	3,50	1,04	2,47	3,75	1,40	1,36	**5,76**	**14,97**	**0,99**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 47 – Vazões Médias Mensais – CGH Caveiras

Vazões Médias Mensais - CGH Caveiras															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			11,12	24,60	15,17	13,29	10,70	10,12	11,14	18,73	6,43	8,31	12,96	24,60	6,43
1943	7,55	11,68	8,01	6,35	11,38	35,22	26,99	68,06	34,29	18,85	14,27	8,43	20,92	68,06	6,35
1944	22,02	11,88	11,97	8,56	4,19	9,73	6,83	4,49	6,07	5,52	7,36	3,08	8,47	22,02	3,08
1945	2,70	19,11	9,46	6,29	3,74	5,26	5,53	7,28	22,53	13,67	6,96	10,27	9,40	22,53	2,70
1946	32,58	39,03	30,58	9,04	13,06	29,14	53,05	18,29	17,16	13,19	8,36	11,08	22,88	53,05	8,36
1947	15,48	26,20	23,91	7,33	15,68	16,79	20,80	17,09	46,08	32,15	24,45	15,07	21,75	46,08	7,33
1948	15,98	29,60	27,36	37,57	55,49	10,73	23,24	63,79	14,67	12,96	11,10	5,79	25,69	63,79	5,79
1949	11,46	9,42	31,05	27,44	15,73	28,67	18,86	31,77	26,54	16,94	8,29	6,16	19,36	31,77	6,16
1950	13,78	17,86	22,13	20,55	20,25	11,38	8,66	25,86	12,82	41,23	10,90	12,27	18,14	41,23	8,66
1951	33,57	46,68	33,33	9,01	5,81	5,29	7,04	3,08	3,63	23,54	18,90	16,59	17,21	46,68	3,08
1952	22,75	15,75	8,95	6,10	6,60	16,49	30,37	11,11	30,84	36,79	21,11	13,64	18,38	36,79	6,10
1953	21,16	25,00	12,64	6,67	5,87	6,65	9,98	7,79	25,56	30,15	31,59	30,44	17,79	31,59	5,87
1954	31,68	24,93	28,67	24,17	44,77	42,97	82,49	20,50	78,53	84,65	23,68	11,56	41,55	84,65	11,56
1955	10,05	18,20	18,88	34,41	46,12	24,29	72,76	28,77	23,13	18,70	13,19	14,65	26,93	72,76	10,05
1956	34,88	55,81	14,83	36,68	27,94	18,61	12,33	23,31	45,39	33,00	12,93	11,17	27,24	55,81	11,17
1957	20,00	30,86	24,73	23,39	23,57	12,99	39,04	138,26	94,07	53,85	28,09	18,81	42,30	138,26	12,99
1958	16,61	14,38	50,67	16,53	10,28	37,04	10,61	34,42	49,53	38,24	75,00	31,37	32,06	75,00	10,28
1959	16,89	24,22	12,05	23,92	21,02	9,07	8,63	15,22	53,36	28,45	6,55	8,38	18,98	53,36	6,55

Vazões Médias Mensais - CGH Caveiras															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1960	14,23	33,86	34,59	24,03	11,39	14,41	6,95	50,43	34,63	29,06	32,72	13,35	24,97	50,43	6,95
1961	14,54	37,67	60,04	20,24	11,96	13,64	17,03	6,40	57,38	83,69	78,46	27,42	35,71	83,69	6,40
1962	15,20	10,65	13,88	6,73	13,34	12,48	32,97	12,05	37,23	14,17	16,42	12,40	16,46	37,23	6,73
1963	29,08	79,13	63,39	17,14	8,40	4,55	7,17	30,91	34,69	86,70	50,06	19,91	35,93	86,70	4,55
1964	8,52	18,99	15,85	16,43	13,17	9,32	11,38	13,44	26,77	32,63	11,24	10,80	15,71	32,63	8,52
1965	12,61	8,67	9,63	9,70	24,93	7,47	27,50	75,81	77,85	17,80	21,38	38,66	27,67	77,85	7,47
1966	30,83	116,60	26,33	32,76	11,07	16,74	10,58	11,61	46,03	25,99	14,64	28,06	30,94	116,60	10,58
1967	15,95	40,20	18,05	10,30	7,89	14,18	14,01	27,04	78,14	34,76	22,75	19,32	25,21	78,14	7,89
1968	4,97	4,19	3,45	3,40	1,45	2,37	7,19	1,53	27,68	15,29	27,11	40,00	11,55	40,00	1,45
1969	28,81	29,16	28,72	31,78	6,88	22,49	18,61	8,63	8,48	6,86	28,32	2,59	18,44	31,78	2,59
1970	22,75	11,39	15,08	3,67	15,41	22,61	32,04	17,34	14,33	15,87	3,21	13,21	15,58	32,04	3,21
1971	41,74	39,35	75,13	38,92	32,08	24,81	31,89	31,83	18,40	15,40	2,06	2,01	29,47	75,13	2,01
1972	4,58	50,03	17,36	14,34	7,58	20,84	28,11	52,50	64,48	31,73	25,74	46,13	30,28	64,48	4,58
1973	39,33	30,59	18,24	12,97	33,14	35,85	34,03	53,98	43,42	16,55	23,44	12,75	29,52	53,98	12,75
1974	22,67	34,92	83,42	13,60	9,20	20,70	16,15	7,84	12,09	10,96	22,44	10,35	22,03	83,42	7,84
1975	13,64	15,27	15,61	9,77	10,15	14,09	9,71	32,41	65,34	53,98	20,44	52,06	26,04	65,34	9,71
1976	45,83	11,16	25,28	8,55	44,73	29,45	18,02	52,54	20,38	11,21	16,32	72,29	29,65	72,29	8,55
1977	50,71	56,17	20,99	18,59	8,19	7,16	19,01	71,49	20,36	34,04	31,69	19,90	29,86	71,49	7,16
1978	26,85	21,50	16,83	5,72	5,84	3,82	7,32	6,21	22,87	10,34	13,58	23,85	13,73	26,85	3,82
1979	10,72	9,16	15,08	17,57	23,44	11,85	15,44	15,99	12,37	61,92	41,21	23,60	21,53	61,92	9,16
1980	17,32	26,70	53,80	18,38	17,88	12,04	27,03	81,84	36,46	38,68	21,82	97,17	37,43	97,17	12,04
1981	44,72	34,98	17,27	19,93	12,76	14,51	19,76	11,08	18,77	21,73	12,47	15,38	20,28	44,72	11,08
1982	13,84	24,37	22,62	10,68	8,94	25,87	28,13	15,07	10,73	40,58	79,08	26,85	25,56	79,08	8,94
1983	38,42	42,79	40,26	32,62	86,57	75,61	173,20	127,37	39,71	18,79	30,20	30,37	61,33	173,20	18,79
1984	35,34	32,31	27,61	22,71	15,76	41,51	54,38	94,57	30,69	22,31	29,30	37,94	37,04	94,57	15,76
1985	16,32	44,70	32,15	22,59	11,98	11,54	13,28	8,84	13,13	22,39	26,22	5,86	19,08	44,70	5,86
1986	12,42	16,04	7,95	11,60	9,86	16,00	12,10	11,15	19,07	37,21	42,09	22,33	18,15	42,09	7,95
1987	50,84	42,83	10,34	32,61	94,31	28,59	23,95	36,00	25,04	59,52	16,72	15,06	36,32	94,31	10,34
1988	17,15	19,36	20,03	20,78	42,08	22,54	12,26	6,08	36,96	17,10	7,95	7,95	19,19	42,08	6,08
1989	32,18	33,30	16,84	21,46	38,92	10,34	15,07	21,04	91,09	23,75	9,93	13,71	27,30	91,09	9,93
1990	68,18	62,56	30,58	40,73	25,30	89,92	39,40	27,79	61,92	79,42	54,40	22,97	50,26	89,92	22,97
1991	17,81	18,66	9,74	6,26	5,66	19,68	16,43	33,36	9,47	40,73	49,32	38,31	22,12	49,32	5,66
1992	24,40	39,07	20,29	12,59	42,44	76,82	69,68	53,84	39,74	16,52	15,49	12,84	35,31	76,82	12,59
1993	25,38	56,96	40,12	23,60	21,77	21,41	96,10	14,29	41,45	94,12	27,75	55,98	43,24	96,10	14,29
1994	12,86	65,27	76,70	27,34	82,49	79,89	67,02	23,24	5,62	29,75	37,90	19,18	43,94	82,49	5,62
1995	101,09	35,64	21,81	12,15	6,09	15,92	28,76	22,28	22,46	34,56	16,89	34,46	29,34	101,09	6,09
1996	55,73	36,18	32,99	19,72	8,43	22,53	39,70	29,16	50,89	34,97	15,92	21,98	30,68	55,73	8,43
1997	60,13	98,60	26,74	8,62	7,52	13,86	33,01	33,29	24,94	79,74	82,22	26,53	41,27	98,60	7,52
1998	31,32	94,26	46,77	49,19	57,15	21,59	29,11	67,30	71,50	40,07	18,43	18,75	45,45	94,26	18,43
1999	20,65	25,33	19,91	32,32	12,41	22,45	46,44	14,38	10,48	34,44	30,02	20,14	24,08	46,44	10,48
2000	29,39	38,74	32,51	21,38	16,87	16,07	30,06	12,88	89,15	65,63	18,01	26,10	33,06	89,15	12,88
2001	50,79	74,67	45,67	33,65	49,91	26,68	48,15	18,82	34,55	69,82	19,80	35,00	42,29	74,67	18,82
2002	45,11	19,94	18,74	22,20	16,93	32,73	24,70	43,17	30,50	42,14	55,41	39,55	32,59	55,41	16,93
2003	21,08	29,90	24,50	12,42	15,28	21,31	12,54	6,21	10,67	25,69	22,65	60,73	21,91	60,73	6,21
2004	31,94	24,52	15,21	28,85	26,02	16,67	26,44	9,64	35,54	28,36	24,75	32,03	25,00	35,54	9,64
2005	31,71	19,70	21,66	22,53	70,11	30,61	31,87	31,79	140,85	86,97	33,70	14,19	44,64	140,85	14,19
2006	30,15	19,80	9,85	6,02	5,94	3,91	5,15	17,37	12,12	14,15	35,14	25,63	15,43	35,14	3,91
2007	18,02	23,93	46,02	16,94	41,20	11,59	31,05	25,30	22,41	28,13	23,74	11,23	24,96	46,02	11,23
2008	25,84	29,75	30,66	20,20	40,07	18,15	11,77	16,58	29,73	72,57	85,32	21,34	33,50	85,32	11,77
2009	25,31	24,01	29,72	12,91	9,71	9,36	38,58	53,40	63,68	51,07	29,75	19,76	30,60	63,68	9,36
2010	63,08	68,94	25,37	45,28	81,54	24,99	31,29	25,80	16,53	21,59	21,75	34,39	38,38	81,54	16,53
2011	58,91	75,81	29,06	18,14	19,20	16,76	45,48	103,10	128,93	20,63	16,90	20,50	46,12	128,93	16,76
2012	50,42	49,20	14,65	10,83	8,08	36,97	21,93	17,39	13,96	26,10	9,60	10,53	22,47	50,42	8,08

Vazões Médias Mensais - CGH Caveiras															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
2013	15,20	23,99	51,30	16,59	7,58	23,70	21,58	73,94	70,93	27,36	13,88	18,78	30,40	73,94	7,58
2014	37,07	18,10	22,57	37,67	40,87	80,83	57,01	15,59	26,61	52,84	25,83	30,02	37,08	80,83	15,59
2015	64,98	45,62	24,43	20,43	26,44	40,41	112,28	18,96	107,06	213,93	52,90	24,08	62,63	213,93	18,96
2016	25,07	67,32	55,18	42,77	28,39	12,95	23,40	17,60	17,90	56,56	14,45	39,64	33,44	67,32	12,95
2017	60,88	29,70	17,28	20,32	48,87	177,10	9,32	14,10	5,61	12,74	11,59	26,46	36,16	177,10	5,61
2018	78,74	15,28	16,74	14,28	8,96	11,07	20,25	21,69	59,56	25,96	31,28	26,16	27,50	78,74	8,96
2019	24,80	22,09	35,78										27,56	35,78	22,09
Méd	29,45	34,42	26,91	19,66	23,60	24,64	29,36	30,97	37,59	37,12	26,01	23,19	**28,57**	**70,24**	**9,38**
Máx	101,09	116,60	83,42	49,19	94,31	177,10	173,20	138,26	140,85	213,93	85,32	97,17	**62,63**	**213,93**	**22,97**
Mín	2,70	4,19	3,45	3,40	1,45	2,37	5,15	1,53	3,63	5,52	2,06	2,01	**8,47**	**22,02**	**1,45**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 48 – Vazões Médias Mensais – PCH Pinheiro

Vazões Médias Mensais - PCH Pinheiro															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			13,28	29,37	18,11	15,87	12,78	12,08	13,30	22,36	7,68	9,92	15,47	29,37	7,68
1943	9,02	13,94	9,56	7,58	13,58	42,04	32,22	81,25	40,93	22,50	17,03	10,06	24,98	81,25	7,58
1944	26,29	14,18	14,29	10,22	5,00	11,62	8,16	5,36	7,25	6,59	8,78	3,67	10,12	26,29	3,67
1945	3,22	22,82	11,30	7,50	4,46	6,28	6,60	8,69	26,89	16,32	8,31	12,25	11,22	26,89	3,22
1946	38,89	46,60	36,50	10,79	15,60	34,78	63,32	21,83	20,49	15,74	9,98	13,22	27,31	63,32	9,98
1947	18,47	31,28	28,55	8,75	18,71	20,04	24,83	20,40	55,01	38,38	29,19	17,99	25,97	55,01	8,75
1948	19,08	35,34	32,67	44,85	66,24	12,81	27,74	76,15	17,51	15,47	13,25	6,91	30,67	76,15	6,91
1949	13,68	11,25	37,07	32,76	18,77	34,23	22,51	37,92	31,69	20,22	9,89	7,36	23,11	37,92	7,36
1950	16,45	21,33	26,42	24,53	24,17	13,59	10,34	30,87	15,31	49,22	13,01	14,65	21,66	49,22	10,34
1951	40,08	55,72	39,79	10,76	6,93	6,31	8,41	3,67	4,34	28,10	22,56	19,80	20,54	55,72	3,67
1952	27,16	18,80	10,68	7,28	7,88	19,68	36,26	13,27	36,82	43,92	25,20	16,29	21,94	43,92	7,28
1953	25,26	29,85	15,09	7,96	7,00	7,94	11,91	9,30	30,52	35,99	37,71	36,34	21,24	37,71	7,00
1954	37,82	29,76	34,23	28,86	53,45	51,29	98,48	24,47	93,75	101,06	28,26	13,81	49,60	101,06	13,81
1955	12,00	21,73	22,54	41,08	55,05	28,99	86,86	34,34	27,61	22,32	15,74	17,49	32,15	86,86	12,00
1956	41,64	66,62	17,70	43,79	33,35	22,21	14,72	27,83	54,18	39,39	15,44	13,34	32,52	66,62	13,34
1957	23,88	36,84	29,53	27,92	28,13	15,50	46,60	165,05	112,29	64,28	33,54	22,45	50,50	165,05	15,50
1958	19,83	17,16	60,49	19,73	12,27	44,22	12,67	41,09	59,13	45,64	89,53	37,45	38,27	89,53	12,27
1959	20,16	28,91	14,38	28,55	25,09	10,83	10,30	18,17	63,70	33,97	7,82	10,01	22,66	63,70	7,82
1960	16,99	40,42	41,29	28,69	13,59	17,20	8,30	60,20	41,34	34,69	39,06	15,94	29,81	60,20	8,30
1961	17,36	44,97	71,67	24,16	14,28	16,28	20,33	7,64	68,50	99,91	93,67	32,73	42,62	99,91	7,64
1962	18,15	12,72	16,56	8,03	15,92	14,90	39,36	14,38	44,44	16,92	19,60	14,80	19,65	44,44	8,03
1963	34,72	94,47	75,68	20,47	10,03	5,43	8,56	36,90	41,41	103,50	59,76	23,77	42,89	103,50	5,43
1964	10,17	22,67	18,93	19,61	15,72	11,12	13,59	16,05	31,95	38,95	13,42	12,89	18,76	38,95	10,17
1965	15,06	10,35	11,49	11,57	29,77	8,92	32,83	90,49	92,94	21,25	25,53	46,15	33,03	92,94	8,92
1966	36,81	139,19	31,44	39,11	13,21	19,99	12,64	13,86	54,95	31,03	17,48	33,50	36,93	139,19	12,64
1967	19,04	47,99	21,55	12,29	9,41	16,92	16,72	32,28	93,29	41,49	27,16	23,06	30,10	93,29	9,41
1968	5,93	5,00	4,12	4,06	1,73	2,83	8,59	1,82	33,04	18,25	32,36	47,75	13,79	47,75	1,73
1969	34,40	34,81	34,28	37,94	8,21	26,84	22,21	10,31	10,12	8,19	33,81	3,09	22,02	37,94	3,09
1970	27,15	13,59	18,01	4,38	18,39	26,99	38,25	20,70	17,11	18,94	3,83	15,77	18,59	38,25	3,83
1971	49,83	46,98	89,69	46,46	38,30	29,62	38,07	37,99	21,97	18,38	2,46	2,40	35,18	89,69	2,40
1972	5,46	59,72	20,72	17,12	9,05	24,88	33,56	62,67	76,97	37,88	30,73	55,07	36,15	76,97	5,46
1973	46,96	36,52	21,78	15,48	39,56	42,79	40,62	64,44	51,83	19,76	27,99	15,22	35,24	64,44	15,22
1974	27,06	41,69	99,59	16,24	10,98	24,72	19,28	9,36	14,43	13,08	26,79	12,35	26,30	99,59	9,36
1975	16,28	18,23	18,64	11,66	12,11	16,82	11,59	38,69	78,00	64,44	24,40	62,15	31,08	78,00	11,59
1976	54,71	13,32	30,18	10,20	53,40	35,16	21,51	62,73	24,33	13,39	19,48	86,29	35,39	86,29	10,20
1977	60,53	67,05	25,06	22,19	9,78	8,55	22,70	85,34	24,31	40,64	37,83	23,76	35,64	85,34	8,55
1978	32,06	25,66	20,09	6,83	6,97	4,56	8,74	7,42	27,30	12,35	16,21	28,47	16,39	32,06	4,56

Vazões Médias Mensais - PCH Pinheiro															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1979	12,80	10,93	18,01	20,97	27,99	14,14	18,44	19,09	14,77	73,92	49,19	28,17	25,70	73,92	10,93
1980	20,68	31,88	64,22	21,95	21,35	14,37	32,26	97,70	43,52	46,18	26,05	115,99	44,68	115,99	14,37
1981	53,39	41,76	20,62	23,79	15,24	17,33	23,59	13,23	22,40	25,94	14,89	18,36	24,21	53,39	13,23
1982	16,52	29,09	27,01	12,75	10,67	30,88	33,57	17,98	12,80	48,44	94,40	32,05	30,51	94,40	10,67
1983	45,86	51,08	48,06	38,94	103,35	90,26	206,75	152,05	47,40	22,43	36,05	36,26	73,21	206,75	22,43
1984	42,18	38,57	32,96	27,10	18,82	49,56	64,92	112,89	36,64	26,63	34,98	45,29	44,21	112,89	18,82
1985	19,48	53,36	38,37	26,97	14,30	13,78	15,86	10,56	15,67	26,73	31,30	7,00	22,78	53,36	7,00
1986	14,82	19,15	9,49	13,85	11,77	19,09	14,45	13,32	22,77	44,43	50,24	26,66	21,67	50,24	9,49
1987	60,69	51,13	12,34	38,93	112,59	34,13	28,59	42,97	29,90	71,05	19,96	17,98	43,35	112,59	12,34
1988	20,47	23,11	23,92	24,80	50,23	26,91	14,64	7,26	44,13	20,41	9,49	9,49	22,90	50,23	7,26
1989	38,41	39,76	20,11	25,62	46,47	12,35	18,00	25,11	108,74	28,35	11,85	16,37	32,59	108,74	11,85
1990	81,39	74,68	36,51	48,62	30,20	107,34	47,03	33,17	73,92	94,81	64,94	27,42	60,00	107,34	27,42
1991	21,26	22,28	11,62	7,47	6,76	23,50	19,62	39,82	11,31	48,62	58,88	45,73	26,41	58,88	6,76
1992	29,13	46,64	24,23	15,03	50,67	91,71	83,18	64,27	47,44	19,72	18,50	15,32	42,15	91,71	15,03
1993	30,30	67,99	47,89	28,17	25,99	25,56	114,73	17,05	49,48	112,35	33,13	66,83	51,62	114,73	17,05
1994	15,35	77,91	91,56	32,64	98,47	95,37	80,01	27,75	6,70	35,51	45,25	22,89	52,45	98,47	6,70
1995	120,67	42,55	26,04	14,50	7,27	19,01	34,33	26,59	26,81	41,26	20,16	41,13	35,03	120,67	7,27
1996	66,53	43,19	39,38	23,54	10,06	26,90	47,39	34,81	60,75	41,75	19,00	26,24	36,63	66,53	10,06
1997	71,78	117,71	31,92	10,29	8,98	16,54	39,40	39,74	29,77	95,19	98,15	31,67	49,26	117,71	8,98
1998	37,39	112,52	55,84	58,72	68,23	25,77	34,75	80,34	85,35	47,83	22,00	22,38	54,26	112,52	22,00
1999	24,65	30,24	23,76	38,58	14,81	26,80	55,44	17,16	12,51	41,11	35,84	24,04	28,75	55,44	12,51
2000	35,08	46,24	38,80	25,52	20,14	19,18	35,89	15,38	106,42	78,35	21,49	31,15	39,47	106,42	15,38
2001	60,63	89,13	54,52	40,17	59,58	31,85	57,48	22,47	41,25	83,35	23,63	41,78	50,49	89,13	22,47
2002	53,85	23,80	22,37	26,50	20,21	39,07	29,49	51,53	36,40	50,31	66,14	47,22	38,91	66,14	20,21
2003	25,17	35,69	29,25	14,82	18,24	25,43	14,97	7,41	12,74	30,67	27,04	72,50	26,16	72,50	7,41
2004	38,13	29,27	18,16	34,44	31,06	19,90	31,56	11,51	42,43	33,86	29,55	38,24	29,84	42,43	11,51
2005	37,86	23,51	25,86	26,90	83,69	36,54	38,05	37,95	168,14	103,82	40,23	16,94	53,29	168,14	16,94
2006	35,99	23,63	11,75	7,19	7,09	4,67	6,14	20,73	14,47	16,89	41,94	30,60	18,42	41,94	4,67
2007	21,51	28,56	54,93	20,23	49,18	13,84	37,07	30,20	26,75	33,58	28,34	13,41	29,80	54,93	13,41
2008	30,84	35,51	36,60	24,12	47,83	21,67	14,05	19,80	35,48	86,64	101,86	25,47	39,99	101,86	14,05
2009	30,22	28,66	35,48	15,41	11,60	11,17	46,05	63,75	76,02	60,96	35,51	23,59	36,53	76,02	11,17
2010	75,30	82,30	30,29	54,06	97,34	29,83	37,35	30,79	19,73	25,77	25,97	41,05	45,82	97,34	19,73
2011	70,32	90,50	34,70	21,66	22,91	20,01	54,29	123,07	153,91	24,63	20,17	24,47	55,05	153,91	20,01
2012	60,19	58,73	17,49	12,93	9,65	44,13	26,18	20,76	16,67	31,16	11,45	12,57	26,83	60,19	9,65
2013	18,14	28,64	61,25	19,80	9,04	28,29	25,77	88,26	84,68	32,66	16,57	22,41	36,29	88,26	9,04
2014	44,25	21,61	26,94	44,97	48,79	96,49	68,06	18,61	31,77	63,07	30,83	35,84	44,27	96,49	18,61
2015	77,57	54,46	29,17	24,38	31,56	48,25	134,04	22,63	127,80	255,38	63,15	28,75	74,76	255,38	22,63
2016	29,93	80,37	65,88	51,05	33,89	15,46	27,93	21,01	21,37	67,52	17,25	47,32	39,91	80,37	15,46
2017	72,68	35,46	20,63	24,26	58,34	211,42	11,12	16,83	6,70	15,20	13,83	31,59	43,17	211,42	6,70
2018	93,99	18,24	19,98	17,05	10,70	13,22	24,18	25,89	71,10	30,99	37,34	31,22	32,83	93,99	10,70
2019	29,60	26,37	42,72										32,90	42,72	26,37
Méd	35,15	41,09	32,12	23,47	28,17	29,41	35,05	36,97	44,88	44,31	31,05	27,68	**34,11**	**83,85**	**11,19**
Máx	120,67	139,19	99,59	58,72	112,59	211,42	206,75	165,05	168,14	255,38	101,86	115,99	**74,76**	**255,38**	**27,42**
Mín	3,22	5,00	4,12	4,06	1,73	2,83	6,14	1,82	4,34	6,59	2,46	2,40	**10,12**	**26,29**	**1,73**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 49 – Vazões Médias Mensais – PCH Itararé

Vazões Médias Mensais - PCH Itararé															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			14,48	32,02	19,74	17,30	13,93	13,17	14,50	24,38	8,37	10,81	16,87	32,02	8,37
1943	9,83	15,20	10,43	8,26	14,81	45,84	35,13	88,59	44,63	24,53	18,57	10,97	27,23	88,59	8,26
1944	28,66	15,47	15,58	11,15	5,45	12,67	8,89	5,84	7,90	7,18	9,58	4,00	11,03	28,66	4,00

Vazões Médias Mensais - PCH Itararé															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1945	3,51	24,88	12,32	8,18	4,86	6,85	7,20	9,48	29,32	17,79	9,06	13,36	12,24	29,32	3,51
1946	42,40	50,80	39,80	11,77	17,00	37,92	69,04	23,80	22,34	17,16	10,89	14,42	29,78	69,04	10,89
1947	20,14	34,11	31,12	9,54	20,40	21,85	27,08	22,25	59,98	41,84	31,82	19,61	28,31	59,98	9,54
1948	20,80	38,53	35,62	48,90	72,22	13,97	30,25	83,03	19,09	16,86	14,45	7,53	33,44	83,03	7,53
1949	14,92	12,26	40,42	35,72	20,47	37,32	24,54	41,35	34,55	22,05	10,79	8,02	25,20	41,35	8,02
1950	17,93	23,25	28,80	26,75	26,35	14,81	11,28	33,66	16,69	53,67	14,19	15,97	23,61	53,67	11,28
1951	43,70	60,76	43,38	11,73	7,56	6,88	9,17	4,00	4,73	30,63	24,60	21,59	22,39	60,76	4,00
1952	29,62	20,50	11,65	7,94	8,59	21,46	39,53	14,46	40,14	47,88	27,48	17,76	23,92	47,88	7,94
1953	27,54	32,54	16,46	8,68	7,64	8,66	12,98	10,14	33,27	39,24	41,11	39,62	23,16	41,11	7,64
1954	41,23	32,45	37,32	31,46	58,27	55,92	107,37	26,68	102,21	110,18	30,82	15,05	54,08	110,18	15,05
1955	13,09	23,69	24,58	44,79	60,03	31,61	94,71	37,44	30,10	24,34	17,16	19,07	35,05	94,71	13,09
1956	45,40	72,64	19,30	47,74	36,36	24,22	16,05	30,34	59,08	42,95	16,83	14,54	35,45	72,64	14,54
1957	26,03	40,16	32,19	30,44	30,68	16,90	50,81	179,96	122,44	70,09	36,56	24,48	55,06	179,96	16,90
1958	21,62	18,71	65,95	21,51	13,38	48,21	13,81	44,80	64,47	49,77	97,62	40,83	41,72	97,62	13,38
1959	21,98	31,52	15,68	31,13	27,36	11,81	11,23	19,81	69,46	37,03	8,53	10,91	24,71	69,46	8,53
1960	18,52	44,07	45,02	31,28	14,82	18,75	9,05	65,63	45,07	37,82	42,58	17,38	32,50	65,63	9,05
1961	18,93	49,03	78,14	26,34	15,57	17,75	22,17	8,33	74,69	108,93	102,13	35,69	46,47	108,93	8,33
1962	19,79	13,87	18,06	8,76	17,36	16,24	42,92	15,68	48,45	18,45	21,37	16,14	21,42	48,45	8,76
1963	37,85	103,00	82,51	22,31	10,94	5,93	9,33	40,24	45,15	112,85	65,16	25,92	46,77	112,85	5,93
1964	11,08	24,72	20,64	21,38	17,14	12,13	14,81	17,50	34,84	42,46	14,63	14,06	20,45	42,46	11,08
1965	16,42	11,28	12,53	12,62	32,45	9,72	35,79	98,67	101,33	23,17	27,83	50,31	36,01	101,33	9,72
1966	40,13	151,77	34,28	42,64	14,41	21,79	13,78	15,11	59,91	33,83	19,06	36,52	40,27	151,77	13,78
1967	20,76	52,32	23,49	13,40	10,26	18,45	18,23	35,19	101,71	45,24	29,62	25,15	32,82	101,71	10,26
1968	6,47	5,45	4,49	4,42	1,89	3,09	9,36	1,99	36,03	19,90	35,29	52,06	15,04	52,06	1,89
1969	37,50	37,95	37,38	41,37	8,95	29,27	24,22	11,24	11,04	8,92	36,86	3,37	24,01	41,37	3,37
1970	29,61	14,82	19,63	4,78	20,05	29,43	41,71	22,56	18,66	20,65	4,17	17,19	20,27	41,71	4,17
1971	54,33	51,22	97,79	50,65	41,76	32,29	41,50	41,43	23,95	20,04	2,68	2,61	38,35	97,79	2,61
1972	5,96	65,12	22,59	18,67	9,87	27,13	36,59	68,33	83,93	41,30	33,50	60,04	39,42	83,93	5,96
1973	51,20	39,82	23,75	16,88	43,13	46,66	44,29	70,26	56,51	21,54	30,51	16,59	38,43	70,26	16,59
1974	29,50	45,46	108,58	17,70	11,97	26,95	21,02	10,20	15,73	14,26	29,21	13,47	28,67	108,58	10,20
1975	17,75	19,88	20,32	12,71	13,21	18,33	12,64	42,18	85,05	70,26	26,60	67,76	33,89	85,05	12,64
1976	59,65	14,53	32,91	11,12	58,22	38,33	23,45	68,39	26,53	14,59	21,24	94,09	38,59	94,09	11,12
1977	66,00	73,11	27,32	24,19	10,66	9,32	24,75	93,05	26,50	44,31	41,24	25,90	38,86	93,05	9,32
1978	34,95	27,98	21,91	7,45	7,60	4,97	9,53	8,09	29,77	13,46	17,67	31,04	17,87	34,95	4,97
1979	13,95	11,92	19,63	22,87	30,51	15,42	20,10	20,81	16,10	80,59	53,63	30,71	28,02	80,59	11,92
1980	22,54	34,76	70,03	23,93	23,27	15,67	35,18	106,52	47,45	50,35	28,41	126,47	48,71	126,47	15,67
1981	58,21	45,53	22,48	25,94	16,61	18,89	25,72	14,43	24,43	28,28	16,23	20,02	26,40	58,21	14,43
1982	18,01	31,71	29,45	13,90	11,63	33,67	36,61	19,61	13,96	52,81	102,92	34,95	33,27	102,92	11,63
1983	50,00	55,69	52,40	42,46	112,68	98,41	225,43	165,79	51,68	24,46	39,31	39,53	79,82	225,43	24,46
1984	45,99	42,05	35,93	29,55	20,52	54,03	70,78	123,09	39,94	29,04	38,13	49,38	48,20	123,09	20,52
1985	21,24	58,18	41,84	29,41	15,59	15,02	17,29	11,51	17,09	29,15	34,12	7,63	24,84	58,18	7,63
1986	16,16	20,88	10,35	15,10	12,84	20,82	15,75	14,52	24,83	48,44	54,78	29,07	23,63	54,78	10,35
1987	66,17	55,75	13,46	42,44	122,75	37,22	31,17	46,85	32,60	77,47	21,76	19,60	47,27	122,75	13,46
1988	22,32	25,19	26,08	27,04	54,77	29,34	15,96	7,92	48,11	22,26	10,35	10,35	24,97	54,77	7,92
1989	41,88	43,35	21,92	27,94	50,66	13,46	19,62	27,38	118,56	30,91	12,92	17,85	35,54	118,56	12,92
1990	88,74	81,42	39,80	53,01	32,93	117,03	51,28	36,17	80,59	103,37	70,81	29,90	65,42	117,03	29,90
1991	23,18	24,29	12,67	8,14	7,37	25,62	21,39	43,42	12,33	53,01	64,20	49,86	28,79	64,20	7,37
1992	31,76	50,86	26,41	16,39	55,24	99,99	90,69	70,07	51,72	21,50	20,17	16,71	45,96	99,99	16,39
1993	33,04	74,14	52,21	30,71	28,34	27,87	125,09	18,59	53,95	122,50	36,12	72,86	56,28	125,09	18,59
1994	16,74	84,95	99,83	35,59	107,36	103,98	87,23	30,25	7,31	38,72	49,33	24,96	57,19	107,36	7,31
1995	131,57	46,39	28,39	15,81	7,93	20,73	37,43	28,99	29,23	44,99	21,98	44,85	38,19	131,57	7,93
1996	72,54	47,10	42,94	25,67	10,97	29,33	51,67	37,95	66,24	45,52	20,72	28,61	39,94	72,54	10,97
1997	78,26	128,34	34,81	11,21	9,79	18,04	42,96	43,33	32,46	103,79	107,01	34,53	53,71	128,34	9,79

Vazões Médias Mensais - PCH Itararé															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1998	40,76	122,68	60,88	64,02	74,39	28,10	37,88	87,60	93,06	52,15	23,99	24,40	59,16	122,68	23,99
1999	26,88	32,97	25,91	42,06	16,15	29,22	60,44	18,71	13,64	44,83	39,08	26,21	31,34	60,44	13,64
2000	38,25	50,42	42,31	27,82	21,96	20,91	39,13	16,76	116,03	85,42	23,44	33,97	43,04	116,03	16,76
2001	66,11	97,19	59,44	43,80	64,97	34,73	62,67	24,50	44,97	90,88	25,77	45,55	55,05	97,19	24,50
2002	58,71	25,95	24,39	28,90	22,04	42,60	32,15	56,19	39,69	54,85	72,12	51,48	42,42	72,12	22,04
2003	27,44	38,92	31,89	16,16	19,89	27,73	16,33	8,08	13,89	33,44	29,48	79,04	28,52	79,04	8,08
2004	41,57	31,91	19,80	37,55	33,86	21,70	34,41	12,55	46,26	36,91	32,22	41,69	32,54	46,26	12,55
2005	41,28	25,64	28,20	29,33	91,25	39,84	41,48	41,38	183,32	113,20	43,87	18,47	58,10	183,32	18,47
2006	39,24	25,77	12,82	7,84	7,73	5,09	6,70	22,60	15,78	18,41	45,73	33,36	20,09	45,73	5,09
2007	23,46	31,14	59,90	22,05	53,62	15,09	40,42	32,93	29,17	36,62	30,90	14,62	32,49	59,90	14,62
2008	33,63	38,72	39,91	26,30	52,15	23,63	15,32	21,58	38,69	94,46	111,06	27,77	43,60	111,06	15,32
2009	32,95	31,25	38,69	16,80	12,64	12,18	50,21	69,51	82,88	66,47	38,72	25,72	39,83	82,88	12,18
2010	82,10	89,74	33,03	58,94	106,13	32,53	40,72	33,57	21,51	28,09	28,31	44,76	49,95	106,13	21,51
2011	76,67	98,67	37,83	23,61	24,98	21,82	59,20	134,19	167,81	26,85	22,00	26,68	60,03	167,81	21,82
2012	65,63	64,04	19,06	14,10	10,52	48,11	28,54	22,64	18,17	33,97	12,49	13,71	29,25	65,63	10,52
2013	19,78	31,23	66,78	21,59	9,86	30,84	28,09	96,23	92,33	35,61	18,07	24,44	39,57	96,23	9,86
2014	48,25	23,56	29,38	49,03	53,20	105,20	74,21	20,29	34,64	68,77	33,62	39,07	48,27	105,20	20,29
2015	84,58	59,38	31,80	26,59	34,41	52,60	146,14	24,67	139,35	278,44	68,85	31,35	81,51	278,44	24,67
2016	32,63	87,63	71,83	55,66	36,95	16,85	30,45	22,91	23,30	73,62	18,81	51,59	43,52	87,63	16,85
2017	79,24	38,66	22,50	26,45	63,61	230,51	12,13	18,35	7,30	16,58	15,08	34,45	47,07	230,51	7,30
2018	102,48	19,89	21,79	18,59	11,66	14,41	26,36	28,23	77,52	33,79	40,71	34,04	35,79	102,48	11,66
2019	32,28	28,75	46,58										35,87	46,58	28,75
Méd	38,33	44,80	35,02	25,59	30,72	32,06	38,21	40,31	48,93	48,31	33,86	30,18	**37,19**	**91,42**	**12,20**
Máx	131,57	151,77	108,58	64,02	122,75	230,51	225,43	179,96	183,32	278,44	111,06	126,47	**81,51**	**278,44**	**29,90**
Mín	3,51	5,45	4,49	4,42	1,89	3,09	6,70	1,99	4,73	7,18	2,68	2,61	**11,03**	**28,66**	**1,89**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 50 – Vazões Médias Mensais – PCH João Borges

Vazões Médias Mensais - PCH João Borges															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			17,47	38,63	23,82	20,88	16,81	15,89	17,50	29,41	10,10	13,05	20,35	38,63	10,10
1943	11,86	18,34	12,58	9,97	17,87	55,30	42,38	106,87	53,84	29,60	22,40	13,23	32,85	106,87	9,97
1944	34,58	18,66	18,79	13,45	6,58	15,28	10,73	7,04	9,54	8,67	11,55	4,83	13,31	34,58	4,83
1945	4,24	30,01	14,86	9,87	5,87	8,27	8,69	11,43	35,37	21,47	10,93	16,12	14,76	35,37	4,24
1946	51,16	61,29	48,01	14,20	20,51	45,75	83,30	28,72	26,95	20,71	13,13	17,39	35,93	83,30	13,13
1947	24,30	41,15	37,55	11,51	24,62	26,36	32,67	26,84	72,36	50,48	38,39	23,66	34,16	72,36	11,51
1948	25,10	46,48	42,97	59,00	87,13	16,85	36,49	100,16	23,03	20,35	17,43	9,08	40,34	100,16	9,08
1949	18,00	14,79	48,76	43,09	24,70	45,03	29,61	49,88	41,68	26,60	13,01	9,68	30,40	49,88	9,68
1950	21,63	28,05	34,75	32,27	31,79	17,87	13,60	40,61	20,14	64,75	17,12	19,27	28,49	64,75	13,60
1951	52,72	73,30	52,33	14,15	9,12	8,30	11,06	4,83	5,71	36,96	29,68	26,05	27,02	73,30	4,83
1952	35,73	24,73	14,05	9,58	10,36	25,89	47,70	17,45	48,43	57,77	33,15	21,43	28,86	57,77	9,58
1953	33,23	39,26	19,86	10,47	9,21	10,45	15,66	12,23	40,14	47,34	49,60	47,80	27,94	49,60	9,21
1954	49,74	39,15	45,03	37,96	70,30	67,47	129,54	32,19	123,31	132,93	37,18	18,16	65,25	132,93	18,16
1955	15,79	28,58	29,65	54,04	72,42	38,13	114,26	45,17	36,32	29,36	20,70	23,01	42,28	114,26	15,79
1956	54,78	87,63	23,29	57,60	43,87	29,22	19,36	36,61	71,27	51,81	20,31	17,54	42,77	87,63	17,54
1957	31,41	48,45	38,84	36,73	37,01	24,86	59,88	185,96	139,57	77,92	49,61	31,80	63,50	185,96	24,86
1958	25,14	21,68	74,91	25,54	15,85	53,94	16,72	49,94	84,38	64,52	113,75	47,86	49,52	113,75	15,85
1959	25,23	40,20	22,37	37,99	38,72	17,86	17,32	30,46	80,65	50,56	13,48	16,69	32,63	80,65	13,48
1960	21,51	48,31	52,10	37,53	17,44	21,47	11,72	77,87	55,29	45,52	52,10	23,94	38,73	77,87	11,72
1961	26,76	55,96	103,20	40,94	22,00	21,44	27,15	11,03	80,85	122,49	119,16	49,47	56,70	122,49	11,03
1962	26,44	25,65	31,11	14,04	31,43	26,97	49,11	22,59	61,67	28,10	34,37	23,42	31,24	61,67	14,04
1963	44,03	115,51	88,99	33,94	16,91	9,05	13,00	44,89	46,57	145,97	79,08	29,16	55,59	145,97	9,05

Vazões Médias Mensais - PCH João Borges															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1964	16,50	29,60	27,23	28,99	28,63	17,85	23,08	28,72	48,27	57,83	21,45	16,48	28,72	57,83	16,48
1965	18,14	13,79	15,61	20,30	43,64	18,30	44,64	108,22	133,54	47,97	36,93	68,67	47,48	133,54	13,79
1966	58,97	152,71	65,32	51,75	27,88	38,05	32,82	29,30	78,32	48,70	29,82	51,25	55,41	152,71	27,88
1967	37,94	54,44	37,19	21,49	19,58	26,11	25,97	41,89	108,93	58,91	32,89	34,57	41,66	108,93	19,58
1968	11,06	10,14	9,08	8,51	5,67	7,68	14,46	5,87	37,80	25,11	60,73	49,92	20,50	60,73	5,67
1969	48,75	47,80	38,83	52,51	13,03	37,46	33,48	17,49	24,13	17,68	47,21	14,44	32,73	52,51	13,03
1970	45,39	30,62	30,54	18,07	33,90	43,77	58,71	41,20	39,29	38,44	15,50	25,73	35,10	58,71	15,50
1971	72,20	68,50	116,36	72,97	57,43	55,86	61,43	49,80	35,52	36,43	10,01	8,40	53,74	116,36	8,40
1972	13,15	72,79	28,13	22,61	9,39	33,54	47,01	79,28	111,01	55,08	40,46	63,34	47,98	111,01	9,39
1973	55,83	51,73	25,42	17,98	50,20	59,21	61,68	74,39	87,26	25,31	30,88	19,50	46,62	87,26	17,98
1974	45,94	50,91	103,75	29,15	13,54	37,64	30,13	14,25	29,47	19,92	41,01	18,33	36,17	103,75	13,54
1975	30,67	23,59	36,82	17,42	17,40	25,80	21,45	56,79	106,36	94,16	33,42	95,13	46,58	106,36	17,40
1976	72,88	21,31	55,75	20,81	55,21	63,03	34,62	89,49	35,64	21,17	24,73	116,80	50,95	116,80	20,81
1977	81,08	97,58	31,38	37,00	14,14	13,15	29,87	113,73	46,09	62,20	67,06	33,80	52,26	113,73	13,15
1978	41,89	39,52	31,19	9,68	8,38	7,78	14,52	11,76	37,10	17,25	28,62	35,21	23,58	41,89	7,78
1979	17,50	12,47	20,62	26,77	38,55	20,55	26,43	26,62	23,75	108,10	72,75	42,16	36,36	108,10	12,47
1980	27,74	34,02	88,14	29,86	29,41	17,08	43,80	128,72	75,14	60,35	40,79	130,78	58,82	130,78	17,08
1981	83,11	57,99	24,41	26,12	18,02	21,22	29,62	16,76	31,72	37,53	24,73	27,69	33,24	83,11	16,76
1982	19,50	38,70	34,54	15,60	12,66	34,88	56,13	26,44	16,45	71,92	121,55	46,77	41,26	121,55	12,66
1983	67,94	74,63	66,63	51,66	139,34	121,78	220,75	199,77	65,70	39,33	53,12	60,55	96,77	220,75	39,33
1984	59,63	55,45	46,48	39,90	33,72	76,58	100,88	149,86	49,73	47,43	47,30	63,67	64,22	149,86	33,72
1985	27,51	69,26	55,54	42,43	21,02	17,68	23,01	15,00	24,53	35,28	39,98	10,54	31,82	69,26	10,54
1986	21,55	26,79	13,91	17,28	13,88	29,55	17,88	19,61	30,78	59,54	70,05	43,12	30,33	70,05	13,88
1987	87,14	77,50	19,33	45,92	141,74	79,67	50,23	70,15	42,60	107,25	37,15	22,77	65,12	141,74	19,33
1988	22,57	29,28	26,88	26,18	75,47	43,08	23,76	11,93	52,64	33,14	15,44	15,89	31,35	75,47	11,93
1989	43,17	76,54	29,67	30,04	65,80	15,82	20,82	30,59	130,59	43,51	17,33	20,25	43,68	130,59	15,82
1990	80,29	71,80	39,07	49,87	37,53	182,41	76,55	60,77	104,73	158,40	100,48	44,03	83,83	182,41	37,53
1991	22,81	32,90	16,45	10,85	10,61	40,16	33,29	60,50	16,74	70,76	79,99	65,04	38,34	79,99	10,61
1992	38,81	78,70	46,53	26,69	56,84	172,82	158,74	141,83	73,12	45,22	41,05	24,93	75,44	172,82	24,93
1993	40,70	90,39	97,00	52,59	46,93	59,21	127,88	24,65	47,39	124,77	40,22	70,95	68,56	127,88	24,65
1994	20,94	87,48	102,99	39,77	104,17	103,86	134,79	36,66	13,85	44,72	43,95	23,19	63,03	134,79	13,85
1995	135,25	54,21	30,96	14,63	7,88	21,33	42,18	31,48	38,06	59,63	28,66	35,69	41,66	135,25	7,88
1996	83,64	60,74	50,53	36,50	12,49	30,44	65,86	51,41	78,52	63,06	23,84	34,08	49,26	83,64	12,49
1997	75,95	142,78	46,57	13,31	10,56	25,83	59,70	57,14	41,99	121,02	127,73	41,37	63,66	142,78	10,56
1998	43,33	134,53	71,61	74,93	104,35	36,52	53,18	104,21	118,15	76,86	32,28	33,92	73,66	134,53	32,28
1999	32,97	43,25	32,46	51,49	21,30	40,53	75,37	27,61	19,64	64,44	45,58	27,26	40,16	75,37	19,64
2000	39,94	54,77	44,61	35,94	22,53	24,21	52,57	22,88	122,98	110,01	33,67	37,91	50,17	122,98	22,53
2001	82,05	110,16	71,93	57,53	80,10	46,24	73,87	28,81	56,88	133,01	30,64	65,19	69,70	133,01	28,81
2002	72,09	38,38	31,45	40,23	30,75	54,02	43,84	77,75	54,64	69,75	86,50	74,21	56,13	86,50	30,75
2003	34,31	50,02	52,36	20,68	24,87	38,00	18,91	10,15	17,74	34,43	28,95	89,47	34,99	89,47	10,15
2004	41,11	33,85	21,29	41,45	37,67	26,73	68,52	20,24	70,44	85,23	40,85	42,68	44,17	85,23	20,24
2005	44,21	24,65	27,01	32,75	96,00	54,14	54,74	40,21	201,06	135,73	61,96	21,51	66,17	201,06	21,51
2006	41,99	31,40	17,25	10,68	10,41	6,77	9,03	30,20	20,73	22,56	58,31	42,16	25,12	58,31	6,77
2007	25,00	37,29	67,22	23,58	62,41	20,73	59,77	54,24	46,22	54,83	48,17	22,51	43,50	67,22	20,73
2008	49,65	48,15	52,02	31,54	62,51	25,76	21,22	26,60	47,40	104,44	131,47	36,14	53,07	131,47	21,22
2009	35,91	24,53	36,81	17,76	13,50	16,39	67,11	84,40	96,74	112,83	47,33	30,81	48,68	112,83	13,50
2010	90,92	103,00	37,34	58,22	145,02	44,53	49,94	45,44	25,26	32,57	28,78	59,08	60,01	145,02	25,26
2011	78,70	115,75	43,67	26,55	29,31	23,75	71,26	146,98	192,46	35,11	24,13	22,16	67,49	192,46	22,16
2012	60,75	56,52	19,67	13,49	13,12	48,19	31,00	28,34	20,62	41,54	16,77	15,54	30,46	60,75	13,12
2013	23,64	31,77	74,19	27,70	12,43	38,54	37,11	103,76	98,26	57,61	21,15	27,27	46,12	103,76	12,43
2014	58,88	24,24	33,94	52,41	60,63	107,43	97,37	28,69	38,30	88,91	41,32	41,77	56,16	107,43	24,24
2015	93,57	70,61	31,59	31,98	35,30	62,39	127,20	38,04	93,68	207,35	85,39	44,93	76,84	207,35	31,59
2016	44,84	82,83	68,56	60,33	59,79	25,29	37,76	36,47	33,41	61,50	26,78	36,53	47,84	82,83	25,29

Vazões Médias Mensais - PCH João Borges															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
2017	92,13	44,65	27,78	18,63	48,63	171,47	16,90	24,40	10,41	19,94	20,76	40,05	44,65	171,47	10,41
2018	105,67	28,99	30,71	34,37	15,64	19,24	33,08	33,92	78,62	42,58	49,08	38,65	42,55	105,67	15,64
2019	40,38	35,38	56,39										44,05	56,39	35,38
Méd	45,34	52,84	42,69	31,56	37,64	40,74	48,74	50,57	59,16	61,19	43,03	36,72	**45,85**	**105,18**	**16,56**
Máx	135,25	152,71	116,36	74,93	145,02	182,41	220,75	199,77	201,06	207,35	131,47	130,78	**96,77**	**220,75**	**39,33**
Mín	4,24	10,14	9,08	8,51	5,67	6,77	8,69	4,83	5,71	8,67	10,01	4,83	**13,31**	**34,58**	**4,24**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 51 – Vazões Médias Mensais – PCH Portão

Vazões Médias Mensais - PCH Portão															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1942			22,51	49,78	30,69	26,90	21,66	20,48	22,55	37,90	13,01	16,81	26,23	49,78	13,01
1943	15,28	23,64	16,21	12,84	23,03	71,26	54,61	137,72	69,38	38,14	28,87	17,05	42,34	137,72	12,84
1944	44,56	24,04	24,22	17,33	8,48	19,69	13,82	9,08	12,29	11,17	14,89	6,23	17,15	44,56	6,23
1945	5,46	38,67	19,15	12,72	7,56	10,65	11,20	14,73	45,59	27,66	14,09	20,77	19,02	45,59	5,46
1946	65,92	78,98	61,87	18,30	26,44	58,96	107,34	37,01	34,73	26,68	16,92	22,41	46,30	107,34	16,92
1947	31,32	53,03	48,39	14,83	31,72	33,97	42,10	34,58	93,25	65,05	49,47	30,49	44,02	93,25	14,83
1948	32,34	59,90	55,37	76,03	112,27	21,72	47,02	129,08	29,68	26,22	22,46	11,71	51,98	129,08	11,71
1949	23,20	19,06	62,84	55,53	31,82	58,02	38,16	64,28	53,71	34,27	16,77	12,47	39,18	64,28	12,47
1950	27,88	36,15	44,78	41,59	40,97	23,03	17,53	52,33	25,95	83,44	22,06	24,83	36,71	83,44	17,53
1951	67,94	94,46	67,44	18,24	11,75	10,70	14,26	6,22	7,35	47,62	38,24	33,56	34,81	94,46	6,22
1952	46,04	31,87	18,11	12,35	13,35	33,36	61,46	22,49	62,41	74,44	42,72	27,61	37,18	74,44	12,35
1953	42,82	50,59	25,59	13,50	11,87	13,47	20,18	15,76	51,73	61,00	63,92	61,59	36,00	63,92	11,87
1954	64,10	50,45	58,02	48,91	90,59	86,94	166,93	41,48	158,91	171,29	47,91	23,40	84,08	171,29	23,40
1955	20,35	36,83	38,21	69,63	93,32	49,14	147,24	58,21	46,80	37,84	26,68	29,65	54,49	147,24	20,35
1956	70,59	112,93	30,01	74,22	56,53	37,65	24,95	47,17	91,84	66,77	26,17	22,61	55,12	112,93	22,61
1957	40,47	62,44	50,05	47,33	47,69	32,04	77,16	239,64	179,85	100,41	63,92	40,98	81,83	239,64	32,04
1958	32,40	27,94	96,54	32,91	20,43	69,51	21,54	64,36	108,74	83,14	146,59	61,68	63,81	146,59	20,43
1959	32,51	51,81	28,82	48,95	49,90	23,02	22,32	39,25	103,93	65,15	17,37	21,51	42,05	103,93	17,37
1960	27,72	62,26	67,14	48,36	22,47	27,66	15,10	100,34	71,25	58,66	67,14	30,85	49,91	100,34	15,10
1961	34,48	72,12	132,99	52,76	28,35	27,63	34,99	14,22	104,19	157,85	153,55	63,75	73,07	157,85	14,22
1962	34,07	33,05	40,09	18,09	40,50	34,75	63,28	29,11	79,47	36,21	44,28	30,18	40,26	79,47	18,09
1963	56,73	148,85	114,68	43,74	21,80	11,66	16,75	57,85	60,01	188,10	101,91	37,58	71,64	188,10	11,66
1964	21,26	38,15	35,09	37,35	36,89	23,00	29,74	37,01	62,20	74,52	27,64	21,23	37,01	74,52	21,23
1965	23,38	17,77	20,12	26,16	56,23	23,58	57,52	139,46	172,09	61,81	47,59	88,49	61,18	172,09	17,77
1966	76,00	196,78	84,17	66,69	35,93	49,04	42,30	37,76	100,92	62,75	38,43	66,05	71,40	196,78	35,93
1967	48,89	70,15	47,92	27,69	25,23	33,65	33,47	53,99	140,37	75,91	42,38	44,55	53,68	140,37	25,23
1968	14,25	13,07	11,70	10,97	7,31	9,90	18,63	7,56	48,71	32,36	78,26	64,33	26,42	78,26	7,31
1969	62,82	61,59	50,04	67,66	16,79	48,28	43,15	22,54	31,09	22,78	60,84	18,60	42,18	67,66	16,79
1970	58,49	39,46	39,36	23,29	43,69	56,41	75,65	53,09	50,63	49,54	19,97	33,16	45,23	75,65	19,97
1971	93,03	88,27	149,94	94,03	74,01	71,98	79,17	64,18	45,77	46,94	12,91	10,83	69,25	149,94	10,83
1972	16,94	93,80	36,24	29,13	12,10	43,23	60,57	102,16	143,05	70,98	52,14	81,62	61,83	143,05	12,10
1973	71,94	66,66	32,76	23,17	64,69	76,30	79,49	95,87	112,44	32,61	39,79	25,12	60,07	112,44	23,17
1974	59,20	65,60	133,70	37,56	17,45	48,51	38,82	18,37	37,97	25,67	52,85	23,63	46,61	133,70	17,45
1975	39,52	30,40	47,45	22,45	22,43	33,25	27,64	73,18	137,06	121,34	43,07	122,59	60,03	137,06	22,43
1976	93,92	27,47	71,85	26,81	71,15	81,22	44,61	115,32	45,92	27,28	31,87	150,52	65,66	150,52	26,81
1977	104,48	125,74	40,44	47,68	18,22	16,95	38,49	146,56	59,39	80,16	86,41	43,56	67,34	146,56	16,95
1978	53,98	50,92	40,19	12,47	10,80	10,03	18,71	15,15	47,81	22,23	36,88	45,38	30,38	53,98	10,03
1979	22,56	16,08	26,58	34,49	49,68	26,48	34,06	34,31	30,61	139,31	93,75	54,34	46,85	139,31	16,08
1980	35,75	43,84	113,58	38,48	37,90	22,00	56,44	165,88	96,83	77,78	52,56	168,53	75,80	168,53	22,00
1981	107,10	74,72	31,46	33,66	23,22	27,35	38,17	21,60	40,88	48,36	31,87	35,69	42,84	107,10	21,60
1982	25,13	49,87	44,51	20,10	16,31	44,95	72,33	34,07	21,20	92,67	156,63	60,27	53,17	156,63	16,31

Vazões Médias Mensais - PCH Portão															
A/M	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd	Máx	Mín
1983	87,55	96,17	85,86	66,57	179,56	156,93	284,47	257,43	84,66	50,69	68,45	78,03	124,70	284,47	50,69
1984	76,84	71,45	59,90	51,42	43,45	98,69	129,99	193,11	64,08	61,12	60,95	82,05	82,76	193,11	43,45
1985	35,45	89,25	71,58	54,68	27,08	22,78	29,65	19,33	31,61	45,47	51,52	13,59	41,00	89,25	13,59
1986	27,77	34,53	17,93	22,26	17,88	38,08	23,05	25,27	39,66	76,72	90,27	55,56	39,08	90,27	17,88
1987	112,29	99,87	24,91	59,18	182,65	102,66	64,72	90,40	54,90	138,20	47,88	29,34	83,92	182,65	24,91
1988	29,08	37,73	34,64	33,73	97,26	55,51	30,61	15,38	67,84	42,70	19,90	20,47	40,40	97,26	15,38
1989	55,63	98,64	38,24	38,72	84,79	20,38	26,83	39,42	168,28	56,07	22,33	26,09	56,28	168,28	20,38
1990	103,47	92,53	50,35	64,26	48,36	235,07	98,65	78,31	134,96	204,12	129,48	56,73	108,02	235,07	48,36
1991	29,40	42,40	21,20	13,98	13,67	51,75	42,90	77,96	21,57	91,19	103,08	83,81	49,41	103,08	13,67
1992	50,01	101,42	59,97	34,39	73,25	222,70	204,56	182,77	94,22	58,27	52,90	32,13	97,22	222,70	32,13
1993	52,44	116,48	125,00	67,76	60,48	76,30	164,79	31,76	61,07	160,79	51,83	91,43	88,34	164,79	31,76
1994	26,99	112,73	132,72	51,24	134,23	133,83	173,70	47,24	17,85	57,62	56,64	29,89	81,22	173,70	17,85
1995	174,28	69,86	39,90	18,85	10,15	27,48	54,35	40,56	49,04	76,84	36,94	45,99	53,69	174,28	10,15
1996	107,78	78,27	65,12	47,04	16,09	39,23	84,86	66,24	101,18	81,26	30,73	43,91	63,48	107,78	16,09
1997	97,87	183,99	60,01	17,15	13,61	33,28	76,94	73,63	54,11	155,95	164,60	53,31	82,04	183,99	13,61
1998	55,83	173,37	92,28	96,56	134,47	47,06	68,53	134,30	152,25	99,05	41,60	43,71	94,92	173,37	41,60
1999	42,49	55,74	41,83	66,35	27,45	52,23	97,12	35,58	25,31	83,04	58,74	35,13	51,75	97,12	25,31
2000	51,47	70,58	57,49	46,31	29,03	31,20	67,74	29,48	158,48	141,77	43,39	48,85	64,65	158,48	29,03
2001	105,73	141,96	92,69	74,14	103,22	59,59	95,20	37,13	73,29	171,40	39,49	84,00	89,82	171,40	37,13
2002	92,90	49,46	40,53	51,84	39,62	69,61	56,49	100,20	70,41	89,88	111,47	95,63	72,34	111,47	39,62
2003	44,21	64,46	67,47	26,64	32,05	48,97	24,37	13,08	22,86	44,37	37,30	115,30	45,09	115,30	13,08
2004	52,98	43,62	27,43	53,42	48,55	34,44	88,30	26,08	90,77	109,83	52,65	55,00	56,92	109,83	26,08
2005	56,97	31,76	34,81	42,20	123,71	69,77	70,55	51,82	259,10	174,91	79,84	27,71	85,26	259,10	27,71
2006	54,11	40,46	22,23	13,76	13,41	8,72	11,64	38,91	26,71	29,08	75,14	54,32	32,38	75,14	8,72
2007	32,21	48,05	86,62	30,38	80,43	26,72	77,02	69,90	59,57	70,66	62,08	29,01	56,05	86,62	26,72
2008	63,98	62,05	67,03	40,64	80,55	33,19	27,34	34,28	61,08	134,58	169,41	46,57	68,39	169,41	27,34
2009	46,28	31,60	47,43	22,89	17,40	21,12	86,48	108,76	124,66	145,40	60,99	39,70	62,73	145,40	17,40
2010	117,16	132,73	48,12	75,03	186,88	57,38	64,36	58,55	32,55	41,97	37,09	76,14	77,33	186,88	32,55
2011	101,41	149,16	56,28	34,22	37,77	30,61	91,83	189,41	248,02	45,25	31,10	28,55	86,97	248,02	28,55
2012	78,28	72,84	25,35	17,39	16,91	62,10	39,95	36,52	26,57	53,53	21,61	20,02	39,26	78,28	16,91
2013	30,46	40,94	95,60	35,70	16,01	49,67	47,82	133,71	126,62	74,24	27,25	35,14	59,43	133,71	16,01
2014	75,87	31,24	43,73	67,53	78,13	138,44	125,47	36,97	49,36	114,58	53,24	53,83	72,37	138,44	31,24
2015	120,58	90,99	40,70	41,21	45,49	80,39	163,92	49,02	120,72	267,21	110,04	57,90	99,02	267,21	40,70
2016	57,78	106,74	88,35	77,74	77,05	32,60	48,66	47,00	43,06	79,25	34,52	47,07	61,65	106,74	32,60
2017	118,72	57,54	35,80	24,00	62,67	220,96	21,77	31,45	13,41	25,69	26,76	51,61	57,53	220,96	13,41
2018	136,17	37,36	39,58	44,28	20,15	24,79	42,63	43,71	101,31	54,87	63,24	49,80	54,83	136,17	20,15
2019	52,04	45,59	72,66										56,77	72,66	45,59
Méd	58,43	68,09	55,02	40,67	48,51	52,49	62,80	65,17	76,23	78,85	55,44	47,32	**59,08**	**135,54**	**21,33**
Máx	174,28	196,78	149,94	96,56	186,88	235,07	284,47	257,43	259,10	267,21	169,41	168,53	**124,70**	**284,47**	**50,69**
Mín	5,46	13,07	11,70	10,97	7,31	8,72	11,20	6,22	7,35	11,17	12,91	6,23	**17,15**	**44,56**	**5,46**

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.1.7 Curvas de Permanência nos Locais dos AHEs

Com base na série de descargas médias mensais, determinou-se a curva de permanência de descargas para os locais das barragens. Esta curva foi obtida considerando o critério de Kimball, que determina a ordenação, em ordem decrescente, das descargas médias mensais do período histórico, atribuindo-se a

cada valor uma percentagem calculada pela relação entre o seu número de ordem e o número total de valores da série acrescido de 1. Desta forma, uma curva de permanência representa a percentagem do tempo em que uma determinada descarga é superada no histórico.

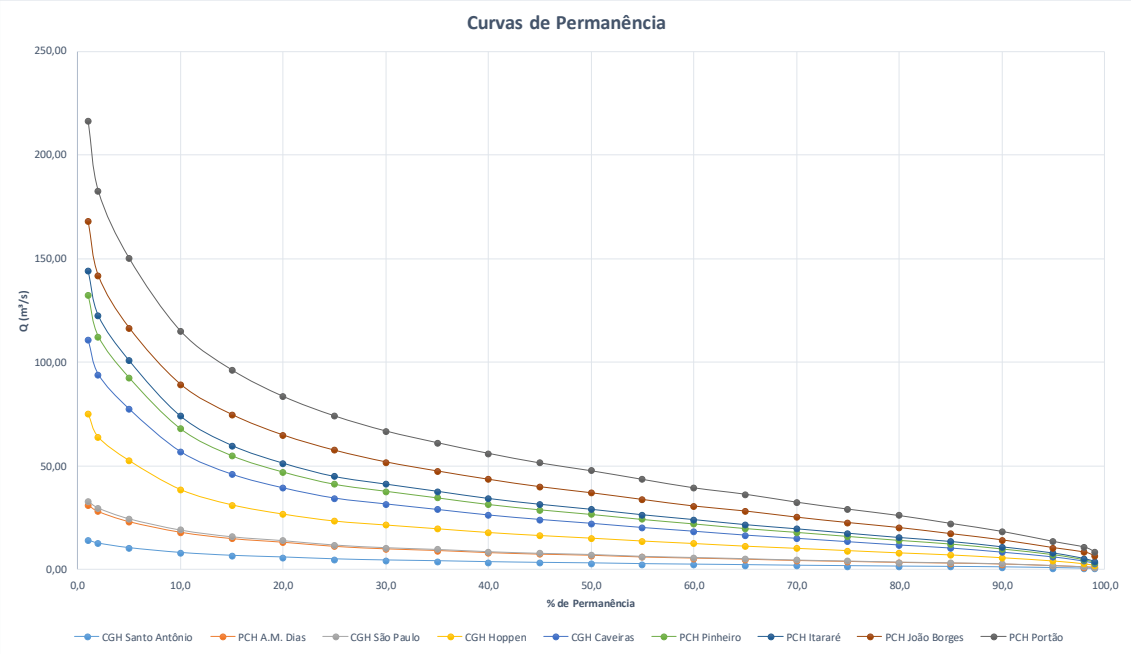
O quadro e o gráfico a seguir apresentam os valores das curvas de permanência de descargas médias mensais para os locais das AHEs, para o período compreendido entre 1942 e 2019.

Tabela 52 – Curvas de Permanência Mensal - AHEs

Curvas de Permanência Mensal - AHEs									
% de Perma.	**CGH Santo Antônio**	**PCH A.M. Dias**	**CGH São Paulo**	**CGH Hoppen**	**CGH Caveiras**	**PCH Pinheiro**	**PCH Itararé**	**PCH João Borges**	**PCH Portão**
1,0	14,10	31,36	33,23	75,39	110,92	132,42	144,38	168,16	216,70
2,0	12,67	28,18	29,86	64,01	94,18	112,43	122,59	141,78	182,71
5,0	10,46	23,27	24,65	52,70	77,54	92,57	100,93	116,67	150,35
10,0	8,15	18,13	19,21	38,73	56,98	68,02	74,16	89,48	115,31
15,0	6,77	15,06	15,96	31,34	46,12	55,05	60,03	74,92	96,54
20,0	5,97	13,29	14,08	26,86	39,52	47,18	51,44	64,98	83,74
25,0	5,07	11,28	11,96	23,52	34,61	41,31	45,04	57,69	74,34
30,0	4,53	10,08	10,68	21,60	31,78	37,94	41,37	52,03	67,05
35,0	4,17	9,28	9,83	19,80	29,13	34,78	37,92	47,67	61,43
40,0	3,71	8,25	8,74	17,98	26,45	31,58	34,43	43,66	56,26
45,0	3,37	7,50	7,95	16,52	24,31	29,02	31,64	40,08	51,64
50,0	3,13	6,97	7,38	15,26	22,45	26,80	29,22	37,15	47,88
55,0	2,75	6,12	6,49	13,87	20,41	24,37	26,57	33,92	43,71
60,0	2,51	5,59	5,92	12,66	18,63	22,24	24,25	30,76	39,64
65,0	2,27	5,05	5,35	11,39	16,76	20,01	21,82	28,36	36,55
70,0	1,99	4,42	4,69	10,34	15,22	18,17	19,81	25,40	32,73
75,0	1,79	3,98	4,22	9,23	13,59	16,22	17,69	22,79	29,37
80,0	1,57	3,49	3,70	8,15	11,99	14,32	15,61	20,38	26,26
85,0	1,42	3,15	3,34	7,15	10,52	12,56	13,70	17,45	22,49
90,0	1,21	2,70	2,86	5,80	8,53	10,19	11,11	14,45	18,62
95,0	0,86	1,90	2,02	4,23	6,23	7,43	8,10	10,70	13,78
98,0	0,60	1,33	1,41	2,85	4,19	5,00	5,45	8,59	11,07
99,0	0,49	1,09	1,16	2,11	3,11	3,71	4,05	6,84	8,82

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 19 – Curvas de Permanência Mensal – AHEs



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.1.8 Vazões Máximas

O estudo de frequência de cheias para os AHEs no rio Caveiras foi definido através de transferência direta por relação de área de drenagem a partir do posto fluviométrico base Ponte Rio João Paulo, dado que a mesma mostrou as maiores cheias entre as estações utilizadas como base de transferência para as médias. Como não se tem uma estação no rio Caveiras, optou-se por ser conservador e utilizar a estação com maior vazão específica de cheias para transferência de dados para todos os AHEs.

Cabe salientar que, é usualmente considerado para região sul do Brasil como período úmido ou anual de maio a abril do ano seguinte (ano hidrológico), e período seco, de novembro a abril do ano seguinte, sendo assim feito neste estudo.

Inicialmente determinou-se as cheias máximas médias diárias de cada mês para as estações fluviométricas base.

O quadro a seguir apresenta as cheias máximas médias diárias de cada ano e suas respectivas estatísticas e parâmetros da Distribuição de Gumbel e Exponencial.

Tabela 53 – Vazões Máximas Médias Diárias – Estações Base – Período Úmido

Data		Ponte Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
Ano (i)	**Ano (f)**	**486,07**	**1007,87**	**1987,66**
1942	1943			81,157
1943	1944			243,02
1944	1945			78,276
1945	1946			129,857
1946	1947			177,401
1947	1948			154,234
1948	1949			201,468
1949	1950			113,943
1950	1951			195,37
1951	1952			131,48
1952	1953			149,432
1953	1954			134,745
1954	1955			282,747
1955	1956			228,861
1956	1957			159,194
1957	1958		230,317	280,543
1958	1959		169,139	208,952
1959	1960	97,447	151,145	156,342
1960	1961	106,209	162,698	206,859
1961	1962	132,392	193,06	250,305
1962	1963	122,015	193,06	223,098
1963	1964	133,451	201,61	247,221
1964	1965	65,076	109,237	119,039
1965	1966	146,082	237,598	309,747
1966	1967	124,06	158,30	173,97
1967	1968	111,04	160,95	193,85
1968	1969	105,38	185,20	179,77
1969	1970	43,19	108,23	121,56
1970	1971	104,68	176,20	167,44
1971	1972	113,24	173,75	180,96
1972	1973	113,96	166,74	218,20
1973	1974	110,71	233,63	229,88
1974	1975	59,05	112,05	116,55
1975	1976	99,50	169,78	194,46
1976	1977	122,50	232,64	248,53
1977	1978	142,53	232,64	290,33
1978	1979	98,14	136,55	137,19
1979	1980	91,49	166,13	175,33
1980	1981	123,26	227,38	271,75
1981	1982	78,88	127,68	130,25
1982	1983	115,79	193,63	204,77
1983	1984	191,34	323,18	363,64
1984	1985	198,48	266,87	342,36
1985	1986	61,71	97,48	118,48
1986	1987	141,72	176,20	189,66
1987	1988	65,81	242,58	270,19
1988	1989	77,93	169,78	197,93
1989	1990	119,00	235,08	251,85
1990	1991	108,61	216,78	541,68
1991	1992	109,83	172,68	182,91
1992	1993	149,72	261,88	308,47
1993	1994	64,62	270,75	272,07

Data		Ponte Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
Ano (i)	**Ano (f)**	**486,07**	**1007,87**	**1987,66**
1994	1995	100,09	204,38	247,84
1995	1996	73,00	204,07	175,33
1996	1997	130,67	214,29	257,11
1997	1998	124,32	215,22	227,65
1998	1999	90,60	163,57	234,95
1999	2000	89,98	157,47	173,88
2000	2001	126,21	208,08	242,30
2001	2002	167,22	192,45	308,15
2002	2003	92,47	150,57	161,77
2003	2004	76,76	163,57	359,69
2004	2005	98,81	138,68	202,39
2005	2006	154,79	259,27	307,19
2006	2007	73,86	143,75	167,80
2007	2008	79,69	119,94	224,01
2008	2009	109,83	181,60	212,55
2009	2010	109,53	180,11	238,01
2010	2011	106,95	204,07	206,86
2011	2012	158,21	279,69	321,95
2012	2013	96,89	160,37	155,77
2013	2014	141,40	236,36	283,69
2014	2015	139,42	237,96	270,50
2015	2016	128,11	380,56	278,34
2016	2017	98,27	203,50	174,31
2017	2018	141,40	467,33	330,02
2018	2019	88,93	226,88	188,48
Média		110,77	198,97	216,73
Máximo		198,48	467,33	541,68
Mínimo		43,19	97,48	78,28
Desvio Padrão		31,32	62,44	75,36
Assimetria		0,41	1,66	1,11
Curtose		0,46	5,27	3,30
Área de Drenagem		486,07	1007,87	1987,66
Fuller		1,4158	1,3341	1,2725
α - Dist. Gumbel		24,43	48,70	58,78
μ - Dist. Gumbel		96,67	170,86	182,80
X0 - Dist. Exponencial		79,45	136,53	141,37

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 54 – Vazões Máximas Médias Diárias – Estações Base – Período Seco

Data		Ponte Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
Ano (i)	**Ano (f)**	**486,07**	**1007,87**	**1987,66**
1942	1943			43,644
1943	1944			84,323
1944	1945			78,276
1945	1946			129,857
1946	1947			126,627
1947	1948			154,234
1948	1949			145,79
1949	1950			113,943
1950	1951			130,127
1951	1952			118,654
1952	1953			120,766

Data		Ponte Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
Ano (i)	**Ano (f)**	**486,07**	**1007,87**	**1987,66**
1953	1954			134,745
1954	1955			170,98
1955	1956			196,151
1956	1957			113,064
1957	1958		114,827	179,694
1958	1959		169,139	208,952
1959	1960	97,447	151,145	142,494
1960	1961	106,209	152,578	206,859
1961	1962	132,392	193,06	250,305
1962	1963	122,015	193,06	223,098
1963	1964	104,303	172,087	182,671
1964	1965	29,541	37,204	67,139
1965	1966	126,81	206,327	273,633
1966	1967	86,10	129,39	133,82
1967	1968	21,17	101,44	116,55
1968	1969	105,38	185,20	179,77
1969	1970	37,96	108,23	121,56
1970	1971	104,68	176,20	167,44
1971	1972	103,98	173,75	180,96
1972	1973	99,16	166,74	153,95
1973	1974	94,46	233,63	229,88
1974	1975	53,91	112,05	116,55
1975	1976	83,19	131,67	169,19
1976	1977	122,50	232,64	248,53
1977	1978	75,87	149,09	152,08
1978	1979	98,14	136,55	137,19
1979	1980	88,25	159,80	173,88
1980	1981	49,72	227,38	271,75
1981	1982	78,88	127,68	130,25
1982	1983	115,79	193,63	204,77
1983	1984	70,89	118,69	131,91
1984	1985	73,80	170,08	164,93
1985	1986	29,43	97,48	118,48
1986	1987	141,72	169,17	189,66
1987	1988	30,71	97,75	148,68
1988	1989	55,85	110,68	197,93
1989	1990	78,22	173,57	195,56
1990	1991	81,18	115,63	226,74
1991	1992	68,76	172,68	176,78
1992	1993	35,36	147,72	170,11
1993	1994	51,52	160,37	247,84
1994	1995	100,09	204,38	208,65
1995	1996	73,00	204,07	175,33
1996	1997	130,67	214,29	257,11
1997	1998	124,32	215,22	227,65
1998	1999	53,80	83,84	105,83
1999	2000	75,02	156,03	147,56
2000	2001	86,91	167,38	169,82
2001	2002	85,99	144,03	165,21
2002	2003	92,47	150,57	161,77
2003	2004	76,76	163,57	359,69
2004	2005	53,29	135,33	156,06
2005	2006	30,09	84,83	152,65

Data		Ponte Rio J. Paulo	Vila Canoas	Rio Bonito
Ano (i)	**Ano (f)**	**486,07**	**1007,87**	**1987,66**
2006	2007	73,86	143,75	167,80
2007	2008	79,69	119,94	130,53
2008	2009	54,82	150,57	208,05
2009	2010	104,64	180,11	192,01
2010	2011	70,45	141,49	172,14
2011	2012	85,08	116,17	130,81
2012	2013	96,89	160,37	155,77
2013	2014	78,51	122,11	128,05
2014	2015	82,93	160,68	138,72
2015	2016	105,79	259,92	208,20
2016	2017	87,60	178,45	149,53
2017	2018	91,16	208,49	182,76
2018	2019	47,17	119,59	121,47
Média		81,61	155,70	166,57
Máximo		141,72	259,92	359,69
Mínimo		21,17	37,20	43,64
Desvio Padrão		28,72	41,95	51,36
Assimetria		-0,17	-0,02	0,75
Curtose		-0,44	0,25	1,87
Área de Drenagem		486,07	1007,87	1987,66
Fuller		1,4158	1,3341	1,2725
α - Dist. Gumbel		22,40	32,72	40,06
μ - Dist. Gumbel		68,68	136,81	143,45
X0 - Dist. Exponencial		52,89	113,75	115,21

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

A seleção da distribuição de probabilidade, para determinação da curva frequência de cheias foi realizada com base nos estudos elaborados pela Eletrobrás, que recomendam a utilização da Distribuição Gumbel ou Exponencial 2. Estas distribuições de probabilidade são consideradas mais “robustas”, ou seja, aquelas que produzem resultados mais confiáveis e fisicamente mais aceitáveis. Também se recomenda que seja utilizada a Distribuição Exponencial 2 sempre que a assimetria da amostra for superior a 1,5. Para assimetrias amostrais inferiores a 1,5, deve ser utilizada a Distribuição Gumbel. Como para o período úmido a assimetria foi superior a 1,5 utilizou-se a distribuição Exponencial, já para o período seco a assimetria foi inferior a 1,5, logo deveria ser utilizada a Distribuição de Gumbel, porém por segurança, devido a distribuição exponencial levar a cheias maiores, optou-se por utilizar esta última, pelo fato de ser um rio sem registros grande de cheias em seu histórico.

Tabela 55 – Curva de Frequência de Cheias – Estações Fluviométricas – Período Úmido

Curva de Frequência de Cheias - Estações Fluviométricas			
TR	**Período Úmido - Média Diária**		
	Pte. Rio J. Paulo	**Vila Canoas**	**Rio Bonito**

2	101,16	179,81	193,60
2,33	105,94	189,35	205,11
5	129,86	237,03	262,65
10	151,57	280,31	314,88
25	180,27	337,52	383,93
50	201,99	380,80	436,17
100	223,70	424,08	488,40
250	252,40	481,29	557,45
500	274,11	524,57	609,68
1000	295,82	567,86	661,92
2500	324,53	625,07	730,97
5000	346,24	668,35	783,20
10000	367,95	711,63	835,43

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 56 – Curva de Frequência de Cheias – Estações Fluviométricas – Período Seco

Curva de Frequência de Cheias - Estações Fluviométricas			
TR	**Período Seco - Média Diária**		
	Pte. Rio J. Paulo	**Vila Canoas**	**Rio Bonito**
2	72,79	142,83	150,81
2,33	77,18	149,23	158,65
5	99,11	181,27	197,87
10	119,01	210,35	233,47
25	145,33	248,79	280,53
50	165,23	277,87	316,13
100	185,14	306,95	351,73
250	211,45	345,40	398,78
500	231,36	374,48	434,38
1000	251,26	403,56	469,98
2500	277,58	442,00	517,04
5000	297,48	471,08	552,64
10000	317,39	500,16	588,24

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Ressalta-se que para determinação da vazão de pico instantâneo foi utilizada a equação de Fuller.

$$Fuller = 1 + \left(\frac{2{,}66}{AD\,(km^2)^{0{,}3}}\right)$$

Tabela 57 – Curva de Frequência de Cheias – CGH Santo Antônio

Curva de Frequência de Cheias - CGH Santo Antônio				
TR	**Cheia Período Úmido**		**Cheia Período Seco**	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2	26,85	43,47	19,32	31,28
2,33	28,12	45,53	20,49	33,17
5	34,47	55,81	26,31	42,59
10	40,23	65,14	31,59	51,14
25	47,85	77,47	38,57	62,45
50	53,61	86,80	43,86	71,01
100	59,38	96,13	49,14	79,56

250	67,00	108,46	56,13	90,87
500	72,76	117,80	61,41	99,42
1000	78,52	127,13	66,69	107,98
2500	86,14	139,46	73,68	119,28
5000	91,90	148,79	78,96	127,84
10000	97,67	158,12	84,25	136,39

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 58 – Curva de Frequência de Cheias – PCH A. M. Dias

Curva de Frequência de Cheias - PCH A.M. Dias				
TR	**Cheia Período Úmido**		**Cheia Período Seco**	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2	62,24	92,18	44,79	66,33
2,33	65,18	96,54	47,49	70,33
5	79,90	118,33	60,98	90,31
10	93,26	138,12	73,23	108,45
25	110,92	164,27	89,42	132,43
50	124,28	184,06	101,66	150,56
100	137,64	203,84	113,91	168,70
250	155,30	229,99	130,10	192,68
500	168,66	249,78	142,35	210,82
1000	182,01	269,56	154,60	228,96
2500	199,67	295,72	170,79	252,94
5000	213,03	315,50	183,03	271,08
10000	226,39	335,29	195,28	289,21

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 59 – Curva de Frequência de Cheias – CGH São Paulo

Curva de Frequência de Cheias - CGH São Paulo				
TR	**Cheia Período Úmido**		**Cheia Período Seco**	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2	66,15	97,39	47,60	70,08
2,33	69,28	102,00	50,47	74,31
5	84,92	125,03	64,81	95,42
10	99,12	145,93	77,83	114,58
25	117,89	173,57	95,03	139,92
50	132,09	194,47	108,05	159,08
100	146,28	215,37	121,07	178,25
250	165,05	243,01	138,28	203,58
500	179,25	263,91	151,29	222,75
1000	193,45	284,81	164,31	241,91
2500	212,22	312,45	181,52	267,25
5000	226,42	333,35	194,53	286,41
10000	240,62	354,26	207,55	305,58

Tabela 60 – Curva de Frequência de Cheias – CGH Hoppen

Curva de Frequência de Cheias - CGH Hoppen				
TR	**Cheia Período Úmido**		**Cheia Período Seco**	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2	142,96	196,54	102,87	141,43
2,33	149,72	205,83	109,07	149,95
5	183,52	252,30	140,06	192,55
10	214,20	294,48	168,19	231,22
25	254,76	350,25	205,37	282,35
50	285,44	392,43	233,50	321,02
100	316,13	434,61	261,63	359,70
250	356,69	490,38	298,82	410,82
500	387,37	532,56	326,95	449,49
1000	418,05	574,74	355,08	488,17
2500	458,61	630,51	392,27	539,29
5000	489,30	672,69	420,40	577,97
10000	519,98	714,87	448,53	616,64

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 61 – Curva de Frequência de Cheias – CGH Caveiras

Curva de Frequência de Cheias - CGH Caveiras				
TR	**Cheia Período Úmido**		**Cheia Período Seco**	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2	214,59	285,79	154,41	205,65
2,33	224,73	299,30	163,72	218,04
5	275,47	366,87	210,23	279,99
10	321,53	428,21	252,46	336,23
25	382,41	509,30	308,28	410,57
50	428,47	570,64	350,50	466,80
100	474,52	631,98	392,73	523,04
250	535,41	713,06	448,55	597,38
500	581,46	774,40	490,77	653,61
1000	627,52	835,74	533,00	709,85
2500	688,41	916,83	588,81	784,19
5000	734,46	978,17	631,04	840,43
10000	780,52	1039,50	673,26	896,66

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 62 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Pinheiro

Curva de Frequência de Cheias - PCH Pinheiro				
TR	**Cheia Período Úmido**		**Cheia Período Seco**	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2	258,52	339,64	186,03	244,40

Curva de Frequência de Cheias - PCH Pinheiro				
TR	**Cheia Período Úmido**		**Cheia Período Seco**	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2,33	270,74	355,70	197,23	259,12
5	331,87	436,00	253,27	332,75
10	387,35	508,90	304,14	399,58
25	460,70	605,26	371,39	487,93
50	516,19	678,16	422,26	554,76
100	571,68	751,06	473,13	621,59
250	645,02	847,42	540,38	709,94
500	700,51	920,32	591,25	776,77
1000	756,00	993,21	642,12	843,60
2500	829,35	1089,58	709,37	931,95
5000	884,83	1162,47	760,24	998,78
10000	940,32	1235,37	811,11	1065,61

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 63 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Itararé

Curva de Frequência de Cheias - PCH Itararé				
TR	**Cheia Período Úmido**		**Cheia Período Seco**	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2	283,13	369,58	203,74	265,94
2,33	296,52	387,06	216,01	281,97
5	363,46	474,44	277,39	362,08
10	424,23	553,76	333,10	434,81
25	504,56	658,62	406,75	530,94
50	565,33	737,95	462,46	603,67
100	626,10	817,27	518,17	676,39
250	706,43	922,13	591,82	772,53
500	767,20	1001,45	647,54	845,25
1000	827,97	1080,78	703,25	917,98
2500	908,30	1185,64	776,90	1014,11
5000	969,07	1264,96	832,61	1086,84
10000	1029,84	1344,29	888,33	1159,56

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 64 – Curva de Frequência de Cheias – PCH João Borges

Curva de Frequência de Cheias - PCH João Borges				
TR	**Cheia Período Úmido**		**Cheia Período Seco**	
	Média Diária	**Pico**	**Média Diária**	**Pico**
2	352,82	453,67	253,89	326,46
2,33	369,51	475,12	269,18	346,12
5	452,93	582,39	345,67	444,47
10	528,66	679,76	415,09	533,74

Curva de Frequência de Cheias - PCH João Borges				
TR	Cheia Período Úmido		Cheia Período Seco	
	Média Diária	Pico	Média Diária	Pico
25	628,76	808,48	506,87	651,75
50	704,49	905,85	576,30	741,02
100	780,22	1003,23	645,72	830,29
250	880,32	1131,94	737,50	948,30
500	956,05	1229,32	806,93	1037,57
1000	1031,78	1326,69	876,36	1126,85
2500	1131,88	1455,41	968,14	1244,86
5000	1207,61	1552,78	1037,56	1334,13
10000	1283,34	1650,15	1106,99	1423,40

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 65 – Curva de Frequência de Cheias – PCH Portão

Curva de Frequência de Cheias - PCH Portão				
TR	Cheia Período Úmido		Cheia Período Seco	
	Média Diária	Pico	Média Diária	Pico
2	460,66	582,21	331,49	418,95
2,33	482,45	609,74	351,46	444,19
5	591,37	747,40	451,32	570,40
10	690,24	872,36	541,96	684,96
25	820,94	1037,55	661,79	836,41
50	919,81	1162,51	752,44	950,97
100	1018,69	1287,47	843,09	1065,54
250	1149,39	1452,66	962,92	1216,98
500	1248,26	1577,62	1053,56	1331,55
1000	1347,14	1702,58	1144,21	1446,11
2500	1477,84	1867,77	1264,04	1597,56
5000	1576,71	1992,73	1354,69	1712,12
10000	1675,58	2117,69	1445,34	1826,69

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.1.9 Vazões Mínimas

As características do escoamento de vazão mínima são dependentes da topografia, geologia, clima e usos do solo, sendo difícil apenas um desses fatores explicar a sua variabilidade.

A análise de probabilidade de vazões mínimas é estabelecida para os menores valores médios de um período de “d” dias, no caso deste estudo 7 dias, por recomendação do IBAMA. O importante na análise de probabilidade de vazões

mínimas é o entendimento de que o escoamento durante a estiagem depende fundamentalmente do aquífero e lençol freático no qual a bacia está inserida.

Para a determinação da $Q_{7,10}$ foram analisados por primeiro os dados das vazões mínimas médias de 7 dias de duração de cada ano no local das estações fluviométricas base, para o período de operação das mesmas. As tabelas a seguir apresentam as vazões mínimas médias anuais.

Tabela 66 – Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Ponte Rio João Paulo

Vazões Mínimas médias de 7 dias consecutivos - E . F. Ponte Rio João Paulo					
Ano	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**
1959	1,53	1982	0,79	2005	1,91
1960	1,59	1983	4,19	2006	1,20
1961	1,61	1984	2,07	2007	2,12
1962	2,53	1985	2,29	2008	2,21
1963	1,61	1986	1,96	2009	1,77
1964	1,69	1987	3,16	2010	2,59
1965	1,17	1988	1,71	2011	2,48
1966	2,27	1989	2,43	2012	2,75
1967	1,87	1990	1,07	2013	2,55
1968	0,38	1991	3,38	2014	3,48
1969	1,60	1992	1,03	2015	2,73
1970	1,28	1993	5,21	2016	3,23
1971	0,99	1994	2,49	2017	2,05
1972	1,18	1995	0,83	2018	2,10
1973	1,74	1996	2,03	2019	3,78
1974	1,72	1997	0,53	Parâmetros	Valor
1975	1,65	1998	3,26	Média	2,09
1976	1,49	1999	2,06	Máximo	5,21
1977	1,75	2000	1,67	Mínimo	0,38
1978	1,25	2001	3,83	DP	0,97
1979	1,28	2002	4,62	Var	0,9348
1980	2,43	2003	1,37	Ass	1,0393
1981	2,12	2004	1,64	Kurt	1,3465

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 67 – Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Vila Canoas

Vazões Mínimas médias de 7 dias consecutivos - E . F. Vila Canoas					
Ano	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**
1957	8,40	1981	6,30	2005	10,45
1958	6,95	1982	5,87	2006	3,09
1959	4,67	1983	12,13	2007	6,61
1960	5,50	1984	10,19	2008	7,98
1961	5,50	1985	4,61	2009	6,85
1962	3,65	1986	4,20	2010	7,59
1963	3,32	1987	7,31	2011	8,60
1964	5,93	1988	4,18	2012	4,98
1965	4,76	1989	7,20	2013	6,18
1966	2,26	1990	12,06	2014	8,67
1967	4,95	1991	4,15	2015	12,00
1968	0,96	1992	9,43	2016	7,78

1969	1,09	1993	10,89	2017	4,64
1970	0,64	1994	3,45	2018	6,24
1971	0,70	1995	5,82	2019	11,61
1972	1,62	1996	5,85	Parâmetros	Valor
1973	9,68	1997	4,10	Média	6,40
1974	5,11	1998	11,11	Máximo	12,13
1975	5,50	1999	8,08	Mínimo	0,64
1976	5,81	2000	9,75	DP	2,99
1977	5,21	2001	12,01	Var	8,9699
1978	3,09	2002	10,08	Ass	0,1722
1979	5,41	2003	5,68	Kurt	-0,4910
1980	8,04	2004	6,92		

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 68 – Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Rio Bonito

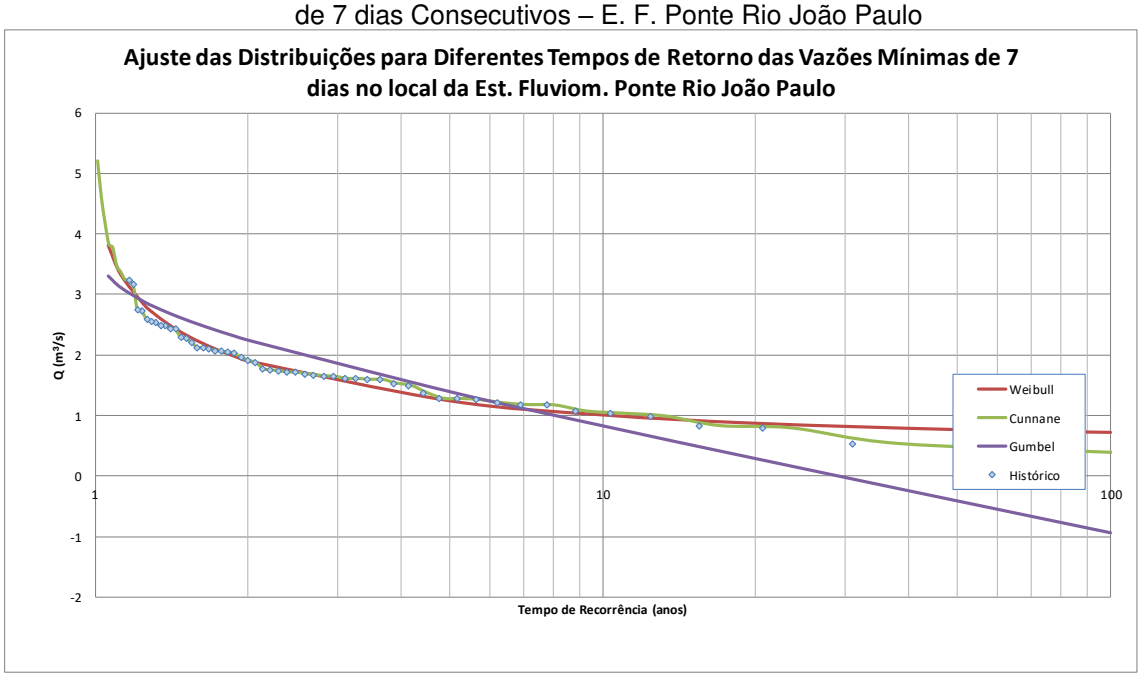
Vazões Mínimas médias de 7 dias consecutivos - E . F. Rio Bonito					
Ano	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**	**Ano**	**Q min med 7 dias**
1942	8,47	1971	5,93	2000	13,36
1943	5,68	1972	8,57	2001	22,01
1944	3,41	1973	15,20	2002	18,65
1945	2,04	1974	9,21	2003	9,21
1946	6,67	1975	9,58	2004	12,07
1947	9,91	1976	11,20	2005	13,17
1948	6,97	1977	9,55	2006	5,53
1949	7,83	1978	6,22	2007	12,84
1950	10,37	1979	7,48	2008	14,52
1951	3,63	1980	12,29	2009	11,34
1952	5,01	1981	9,73	2010	14,00
1953	7,06	1982	9,34	2011	14,45
1954	14,07	1983	22,08	2012	9,75
1955	12,34	1984	19,71	2013	11,47
1956	12,00	1985	9,02	2014	13,64
1957	13,76	1986	7,62	2015	19,62
1958	11,39	1987	13,45	2016	15,36
1959	10,85	1988	8,59	2017	9,70
1960	10,30	1989	10,55	2018	11,90
1961	10,40	1990	26,00	2019	22,16
1962	10,15	1991	9,21	Parâmetros	Valor
1963	8,45	1992	15,06	Média	11,25
1964	12,67	1993	15,00	Máximo	26,00
1965	10,05	1994	11,89	Mínimo	2,04
1966	13,96	1995	7,55	DP	4,54
1967	12,22	1996	9,80	Var	20,5853
1968	4,82	1997	6,79	Ass	0,8461
1969	10,37	1998	18,74	Kurt	1,1845
1970	8,49	1999	14,43		

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Por seguinte calculou-se as vazões mínimas médias de 7 dias de duração para diferentes períodos de retorno através das distribuições de Weibull e Gumbel.

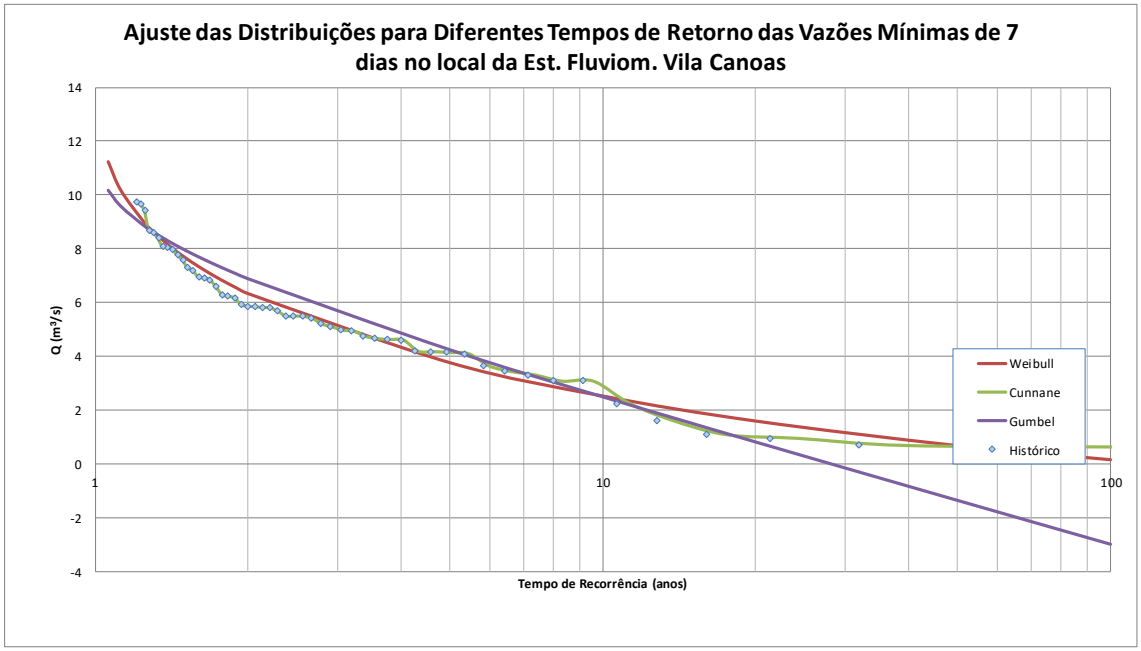
Pelo ajuste mostrado nos gráficos a seguir foi definida a distribuição de Weibull para este estudo.

Figura 20 – Ajuste das Distribuições para Diferentes Tempos de Retorno das Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Ponte Rio João Paulo



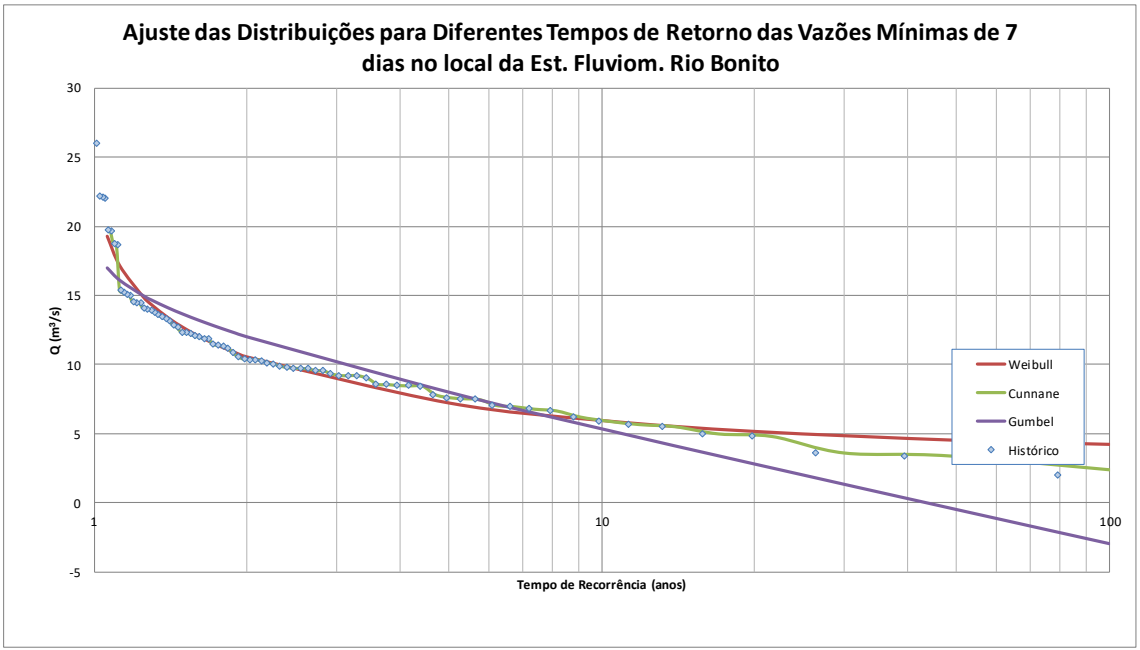
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 21 – Ajuste das Distribuições para Diferentes Tempos de Retorno das Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Vila Canoas



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 22 – Ajuste das Distribuições para Diferentes Tempos de Retorno das Vazões Mínimas Médias de 7 dias Consecutivos – E. F. Rio Bonito



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 69 – Q7,10 – 01/03

Parâmetros de Q (m³/s)	Estação Fluviométrica Ponte Rio João Paulo	CGH Santo Antônio	PCH A.M. Dias	CGH São Paulo
Q7,10 Cunnane	1,05	0,28	0,65	0,69
Q7,10 Gumbel	0,83	0,22	0,51	0,54
Q7,10 Weibull	1,01	0,27	0,62	0,66

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 70 – Q7,10 – 02/03

Parâmetros de Q (m³/s)	Estação Fluviométrica Vila Canoas	CGH Hoppen	PCH Caveiras	PCH Pinheiro	PCH Itararé
Q7,10 Cunnane	2,88	1,96	2,95	3,55	3,55
Q7,10 Gumbel	2,50	1,70	2,56	3,08	3,08
Q7,10 Weibull	2,52	1,72	2,58	3,11	3,11

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 71 – Q7,10 – 03/03

Parâmetros de Q (m³/s)	Estação Fluviométrica Rio Bonito	PCH João Borges	PCH Portão
Q7,10 Cunnane	6,00	5,12	6,68
Q7,10 Gumbel	5,34	4,56	5,95
Q7,10 Weibull	5,97	5,09	6,65

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.2 ESTUDOS DOS RESERVATÓRIOS

Para os estudos dos reservatórios utilizou-se os volumes dos reservatórios no N.A. máximo normal de operação, conforme quadro a seguir.

Tabela 72 – Volumes dos Reservatórios

APROVEITAMENTO	Comprimento Reservatório (km)	NA Normal (m)	Volume (hm³)
CGH Santo Antônio	0,71	1045,00	0,04
PCH A.M. Dias Reservatório	5,63	990,00	3,36
CGH São Paulo	0,47	935,00	0,05
CGH Hoppen (*)	0,00	870,00	0,00
CGH Caveiras	27,06	859,70	46,96
PCH Pinheiro Reservatório	0,46	819,75	0,69
PCH Itararé (*)	0,52	794,60	0,00
PCH João Borges	12,82	771,50	38,50
PCH Portão	13,42	726,50	23,66

(*) Pequena soleira, volume praticamente inexistente

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.2.1 Tempo de Residência

É importante conhecer o tempo de residência, ou tempo de retenção hidráulica – intervalo de tempo durante o qual uma determinada massa d'água permanece no reservatório desde a chegada até a saída, a fim de se ter noção do impacto em relação a qualidade da água na região do futuro reservatório. Conforme o uso do reservatório, controla-se o tempo de residência, o que afeta: a reciclagem e acúmulo de nutrientes, crescimento do fitoplâncton (requer tempo de residência de 2 a 3 semanas), desenvolvimento de macrófitas aquáticas, depósito de detritos químicos e estado trófico do reservatório.

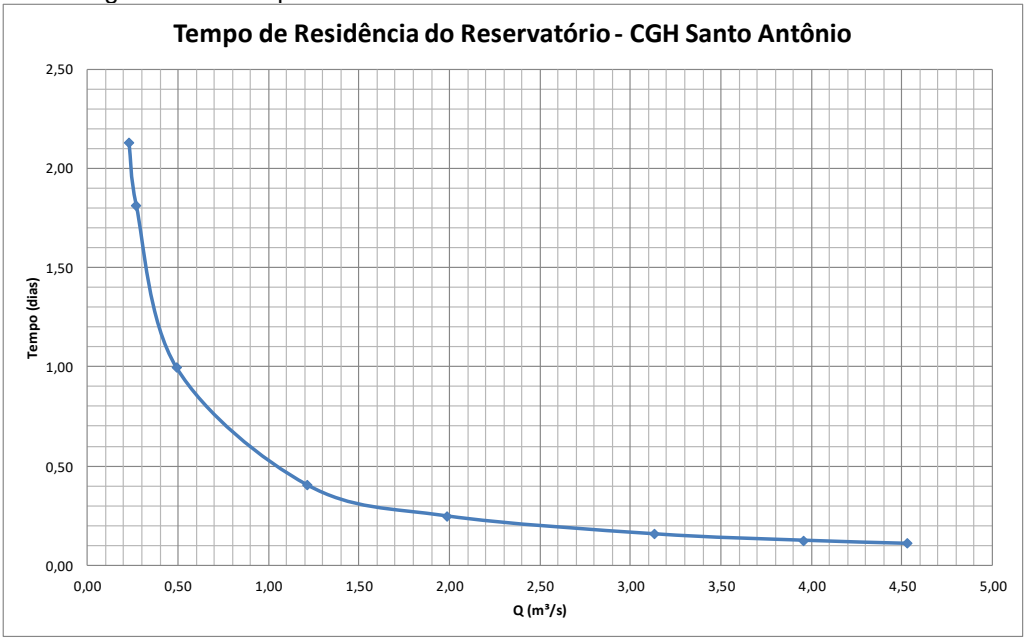
Tabela 73 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Santo Antônio

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	Q (m³/s)	Dias
Min média Mensal	0,23	2,13
Q7,10	0,27	1,81
Q 99% mensal	0,49	1,00
Q 90% mensal	1,21	0,40
Q 70% mensal	1,99	0,25
Q 50% mensal	3,13	0,16
Média mensal	3,96	0,12

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	Q (m³/s)	Dias
Q 30% mensal	4,53	0,11

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 23 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Santo Antônio



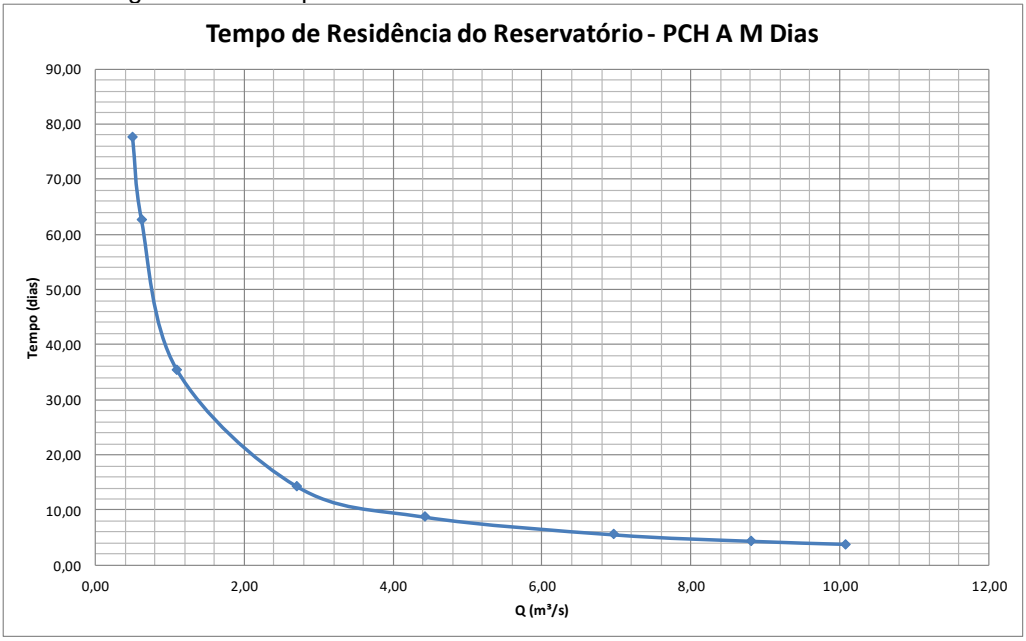
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 74 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH A. M. Dias

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	Q (m³/s)	Dias
Min média Mensal	0,50	77,66
Q7,10	0,62	62,63
Q 99% mensal	1,09	35,49
Q 90% mensal	2,70	14,39
Q 70% mensal	4,42	8,78
Q 50% mensal	6,97	5,57
Média mensal	8,81	4,41
Q 30% mensal	10,08	3,85

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 24 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH A. M. Dias



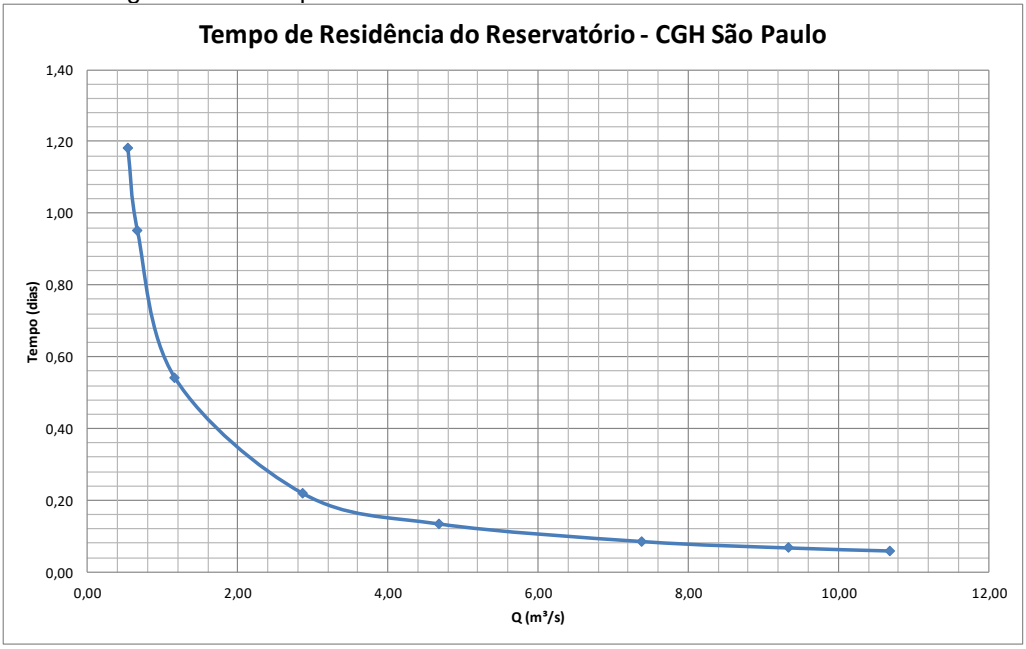
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 75 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH São Paulo

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	Q (m³/s)	Dias
Min média Mensal	0,53	1,18
Q7,10	0,66	0,95
Q 99% mensal	1,16	0,54
Q 90% mensal	2,86	0,22
Q 70% mensal	4,69	0,13
Q 50% mensal	7,38	0,08
Média mensal	9,33	0,07
Q 30% mensal	10,68	0,06

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 25 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH São Paulo



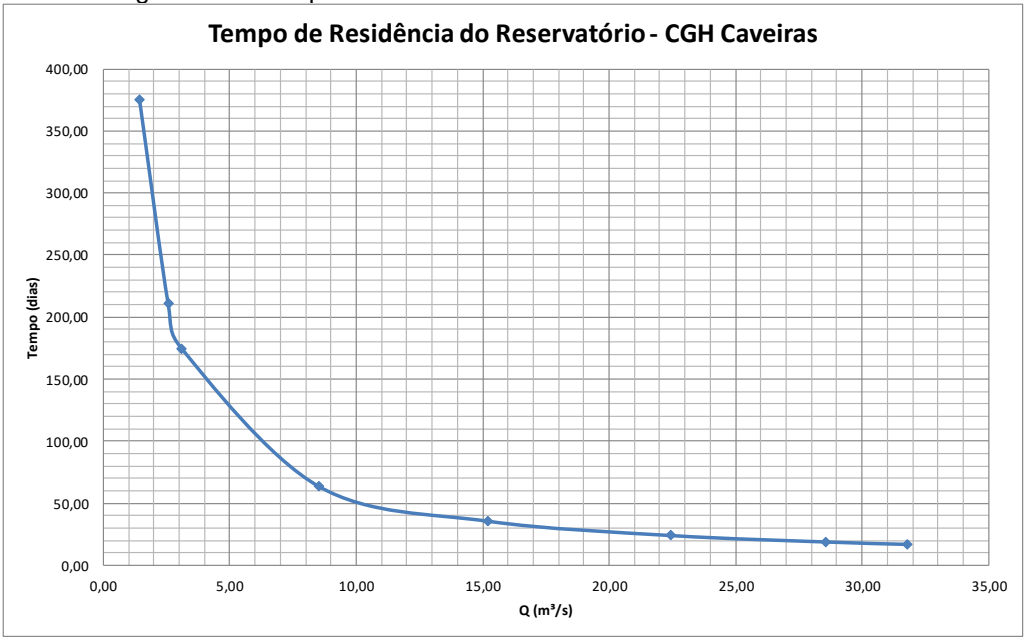
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 76 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Caveiras

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	Q (m³/s)	Dias
Min média Mensal	1,45	374,84
Q7,10	2,58	210,67
Q 99% mensal	3,11	174,74
Q 90% mensal	8,53	63,69
Q 70% mensal	15,22	35,71
Q 50% mensal	22,45	24,21
Média mensal	28,57	19,02
Q 30% mensal	31,78	17,10

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 26 – Tempo de Residência do Reservatório – CGH Caveiras



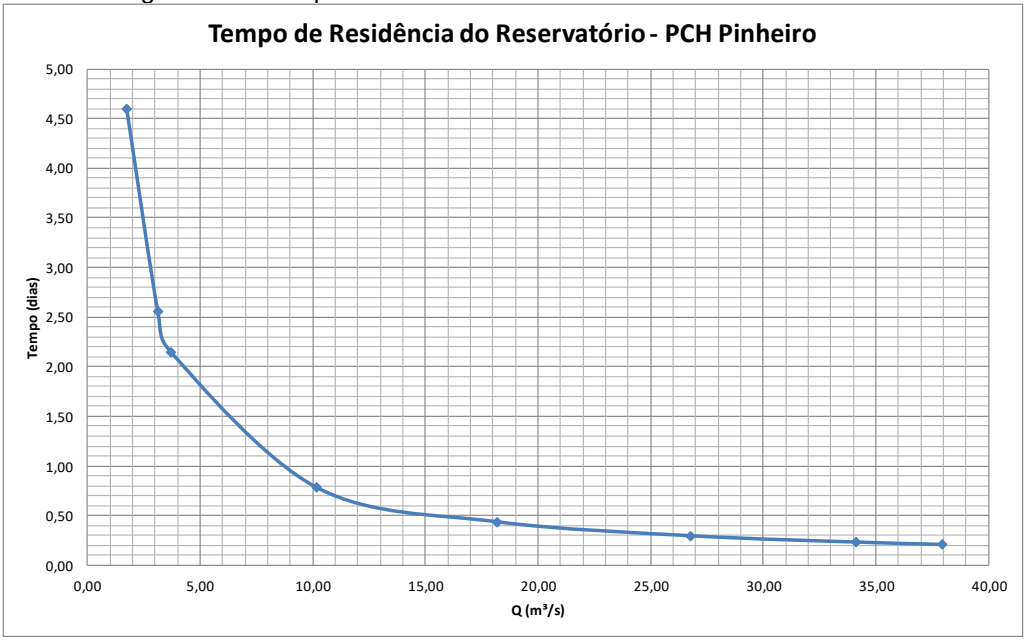
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 77 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Pinheiro

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	Q (m³/s)	Dias
Min média Mensal	1,73	4,60
Q7,10	3,11	2,56
Q 99% mensal	3,71	2,14
Q 90% mensal	10,19	0,78
Q 70% mensal	18,17	0,44
Q 50% mensal	26,80	0,30
Média mensal	34,11	0,23
Q 30% mensal	37,94	0,21

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 27 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Pinheiro



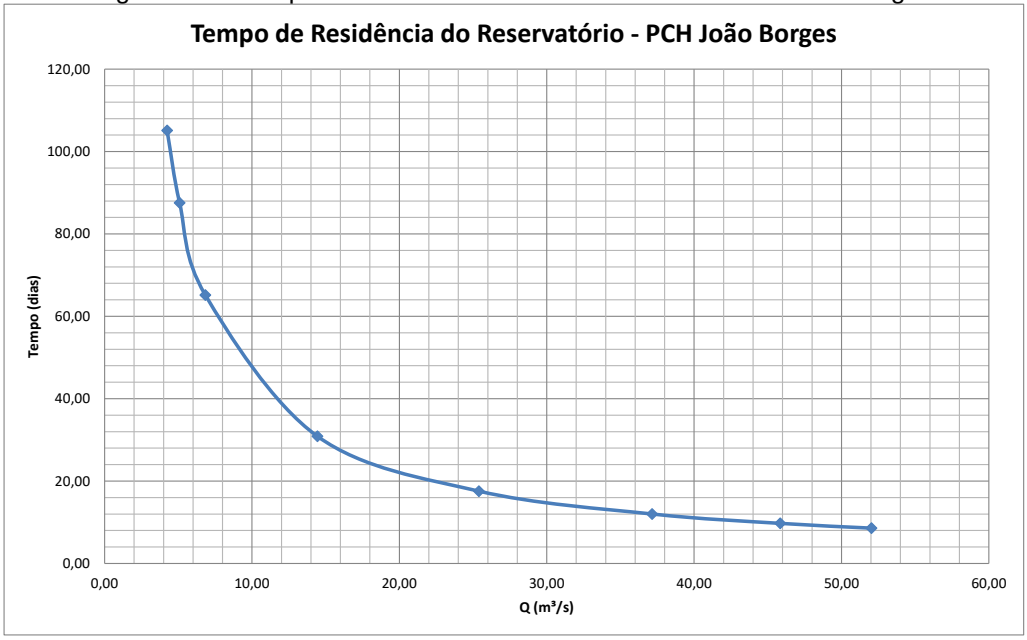
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 78 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH João Borges

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	Q (m³/s)	Dias
Min média Mensal	4,24	105,09
Q7,10	5,09	87,54
Q 99% mensal	6,84	65,14
Q 90% mensal	14,45	30,84
Q 70% mensal	25,40	17,55
Q 50% mensal	37,15	11,99
Média mensal	45,85	9,72
Q 30% mensal	52,03	8,56

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 28 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH João Borges



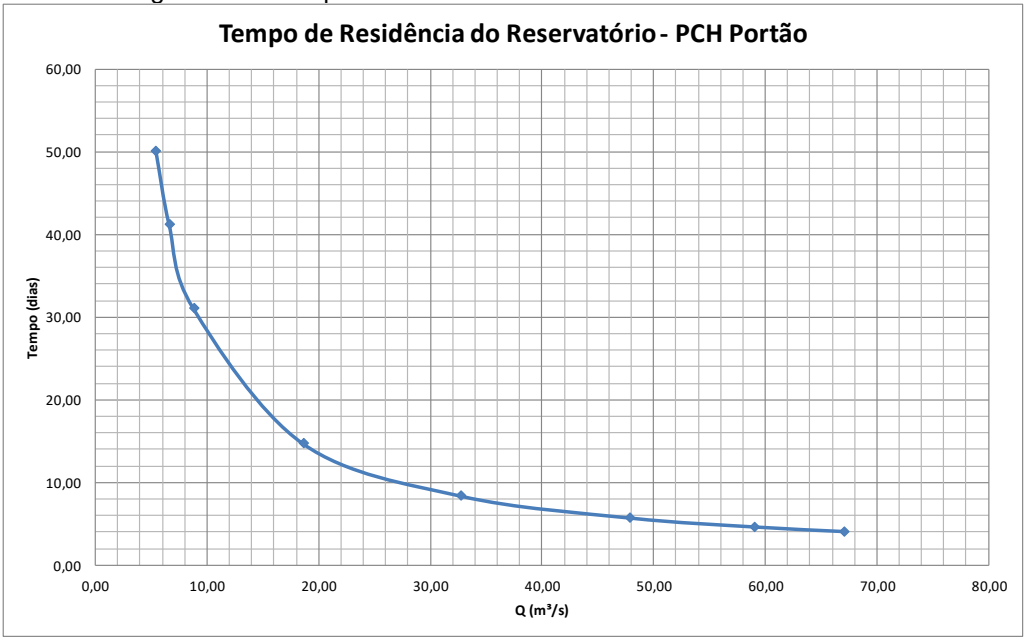
Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 79 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Portão

Tempo Residência Reservatório		
Parâmetro	Q (m³/s)	Dias
Min média Mensal	5,46	50,15
Q7,10	6,65	41,18
Q 99% mensal	8,82	31,06
Q 90% mensal	18,62	14,71
Q 70% mensal	32,73	8,37
Q 50% mensal	47,88	5,72
Média mensal	59,08	4,64
Q 30% mensal	67,05	4,08

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 29 – Tempo de Residência do Reservatório – PCH Portão



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.2.2 Tempo de Enchimento

Foi estimado o tempo de enchimento/formação do reservatório de acordo com vazão afluente. Este tempo é a relação do volume do reservatório pela vazão afluente do rio.

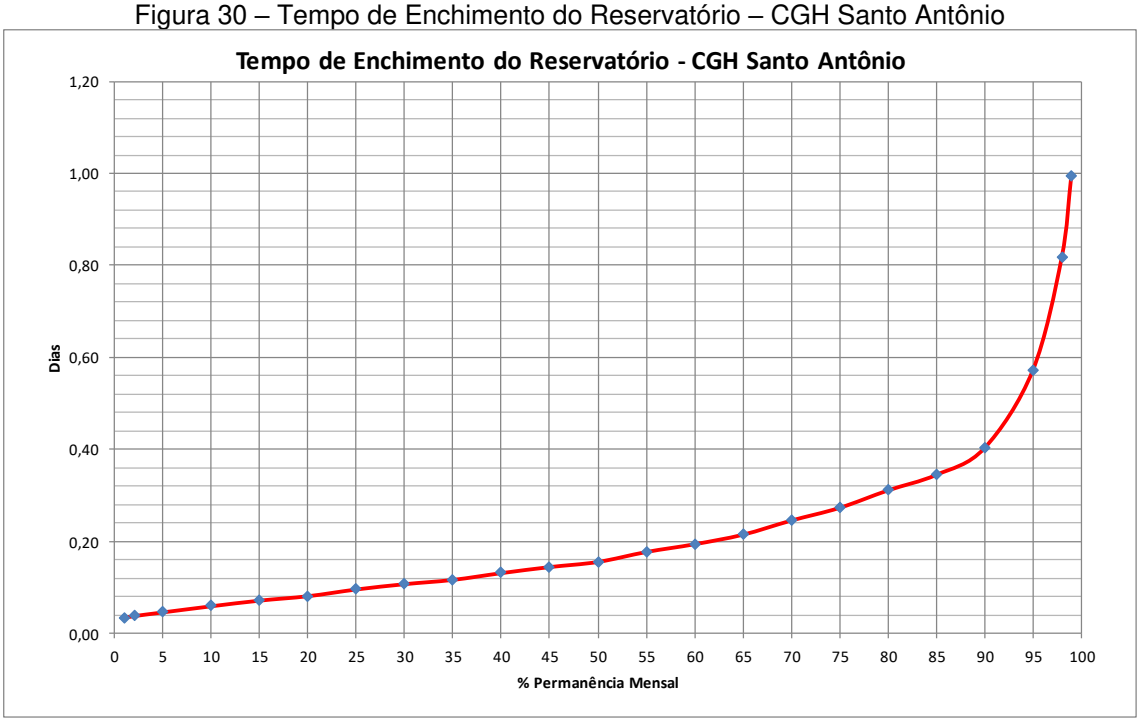
Tabela 80 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Santo Antônio

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
1,00	14,10	0,03	0,83
2,00	12,67	0,04	0,93
5,00	10,46	0,05	1,12
10,00	8,15	0,06	1,44
15,00	6,77	0,07	1,74
20,00	5,97	0,08	1,97
25,00	5,07	0,10	2,32
30,00	4,53	0,11	2,59
35,00	4,17	0,12	2,82
40,00	3,71	0,13	3,17
45,00	3,37	0,15	3,49
50,00	3,13	0,16	3,75
55,00	2,75	0,18	4,27
60,00	2,51	0,19	4,68
65,00	2,27	0,22	5,17
70,00	1,99	0,25	5,91
75,00	1,79	0,27	6,57
80,00	1,57	0,31	7,48
85,00	1,42	0,35	8,29

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
90,00	1,21	0,40	9,69
95,00	0,86	0,57	13,73
98,00	0,60	0,82	19,62
99,00	0,49	1,00	23,90

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 30 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Santo Antônio



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

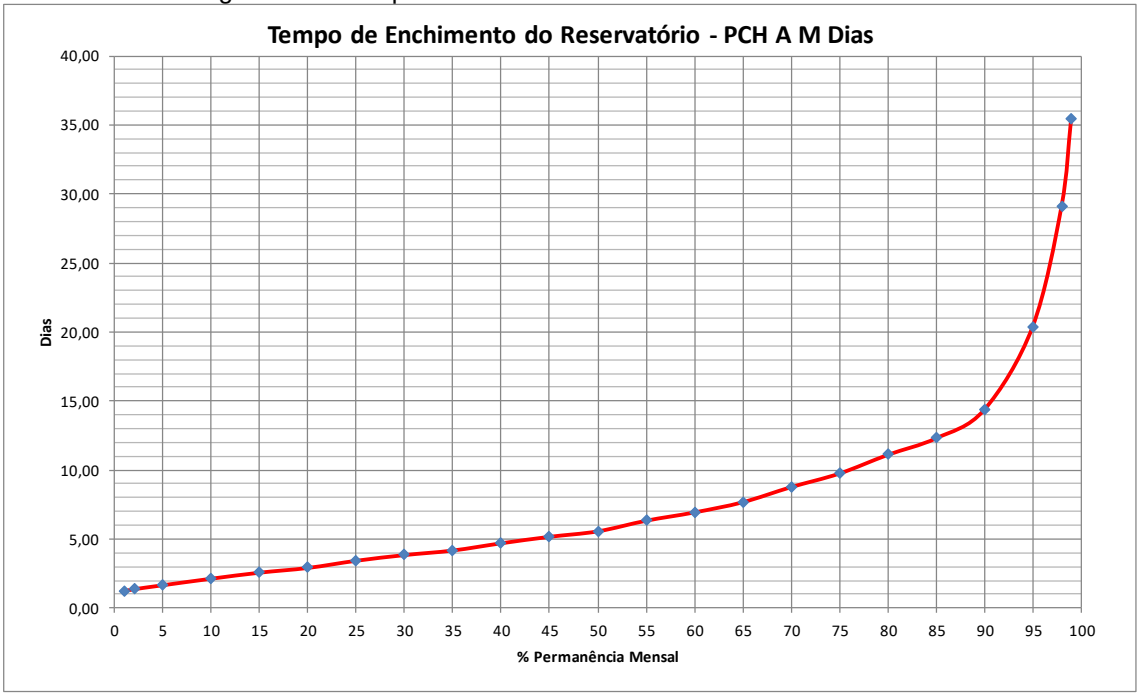
Tabela 81 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH A. M. Dias

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
1,00	31,36	1,24	29,72
2,00	28,18	1,38	33,08
5,00	23,27	1,67	40,05
10,00	18,13	2,14	51,40
15,00	15,06	2,58	61,89
20,00	13,29	2,92	70,13
25,00	11,28	3,44	82,60
30,00	10,08	3,85	92,47
35,00	9,28	4,19	100,45
40,00	8,25	4,71	112,99
45,00	7,50	5,18	124,25
50,00	6,97	5,57	133,78
55,00	6,12	6,34	152,26
60,00	5,59	6,95	166,71
65,00	5,05	7,68	184,42
70,00	4,42	8,78	210,67
75,00	3,98	9,76	234,29
80,00	3,49	11,11	266,72

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
85,00	3,15	12,31	295,52
90,00	2,70	14,39	345,26
95,00	1,90	20,39	489,26
98,00	1,33	29,13	699,10
99,00	1,09	35,49	851,75

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 31 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH A. M. Dias



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

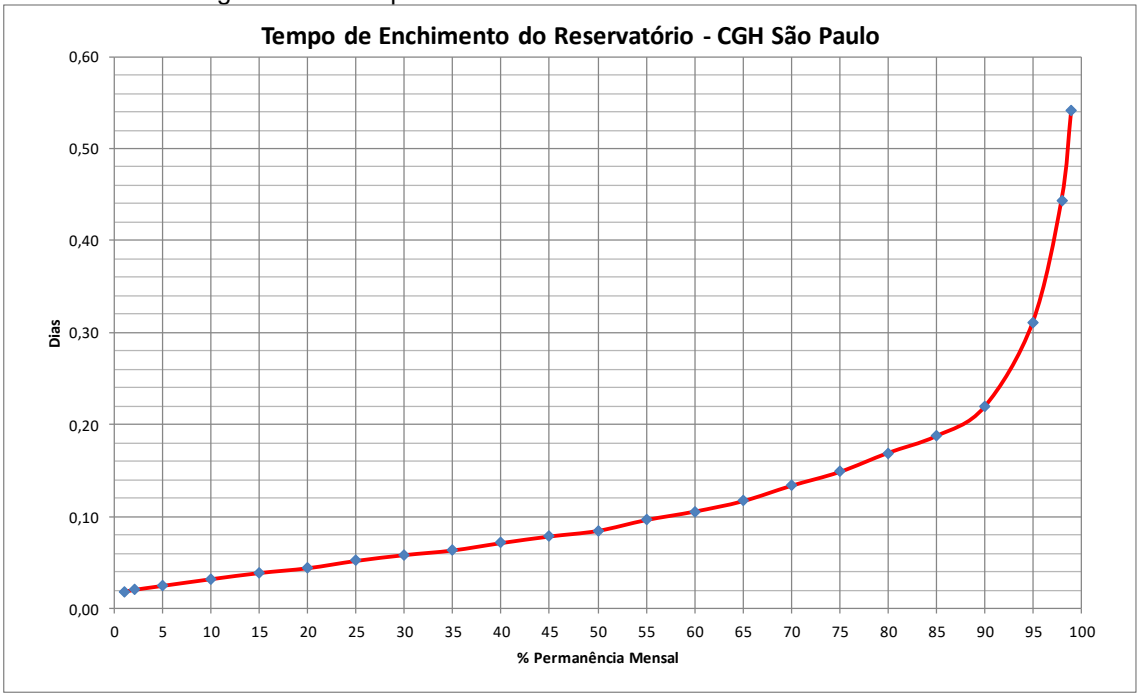
Tabela 82 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH São Paulo

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
1,00	33,23	0,02	0,45
2,00	29,86	0,02	0,50
5,00	24,65	0,03	0,61
10,00	19,21	0,03	0,78
15,00	15,96	0,04	0,94
20,00	14,08	0,04	1,07
25,00	11,96	0,05	1,26
30,00	10,68	0,06	1,41
35,00	9,83	0,06	1,53
40,00	8,74	0,07	1,72
45,00	7,95	0,08	1,89
50,00	7,38	0,08	2,04
55,00	6,49	0,10	2,32
60,00	5,92	0,11	2,54
65,00	5,35	0,12	2,81
70,00	4,69	0,13	3,21
75,00	4,22	0,15	3,57

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
80,00	3,70	0,17	4,07
85,00	3,34	0,19	4,50
90,00	2,86	0,22	5,26
95,00	2,02	0,31	7,46
98,00	1,41	0,44	10,66
99,00	1,16	0,54	12,98

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 32 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH São Paulo



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

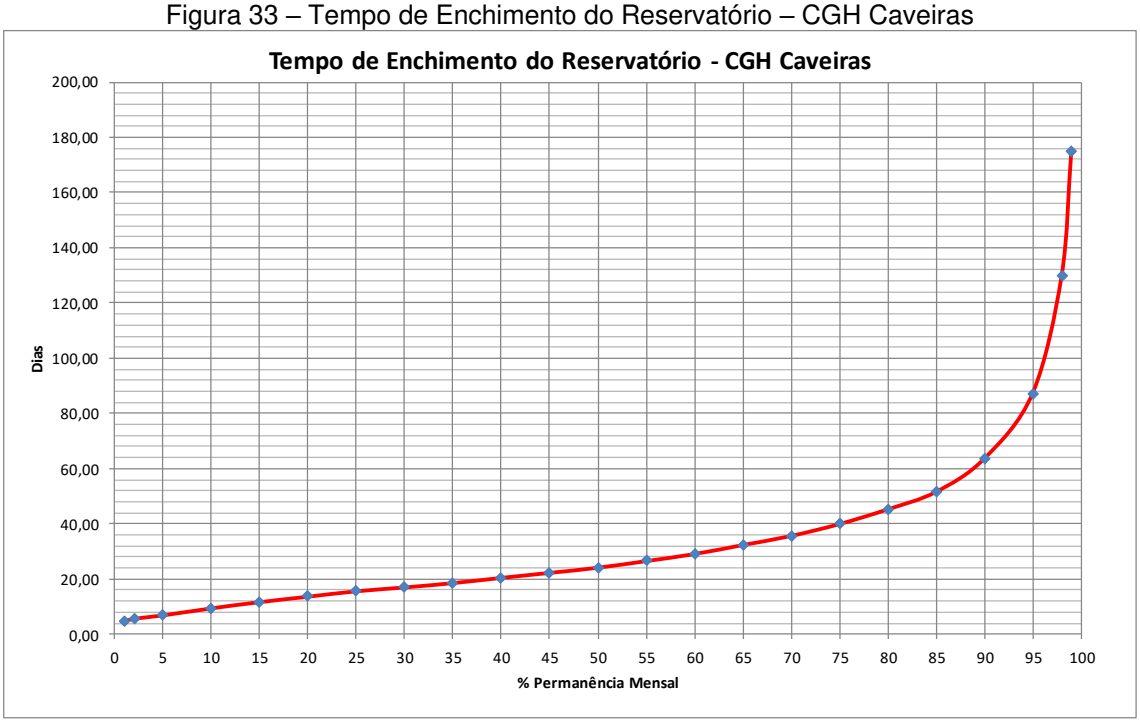
Tabela 83 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Caveiras

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
1,00	110,92	4,90	117,60
2,00	94,18	5,77	138,50
5,00	77,54	7,01	168,22
10,00	56,98	9,54	228,93
15,00	46,12	11,79	282,84
20,00	39,52	13,75	330,06
25,00	34,61	15,71	376,93
30,00	31,78	17,10	410,41
35,00	29,13	18,66	447,75
40,00	26,45	20,55	493,09
45,00	24,31	22,36	536,60
50,00	22,45	24,21	581,08
55,00	20,41	26,63	639,01
60,00	18,63	29,17	700,15
65,00	16,76	32,42	778,13
70,00	15,22	35,71	857,06

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
75,00	13,59	40,00	960,03
80,00	11,99	45,32	1087,73
85,00	10,52	51,64	1239,38
90,00	8,53	63,69	1528,55
95,00	6,23	87,29	2095,00
98,00	4,19	129,75	3113,90
99,00	3,11	174,74	4193,74

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 33 – Tempo de Enchimento do Reservatório – CGH Caveiras



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

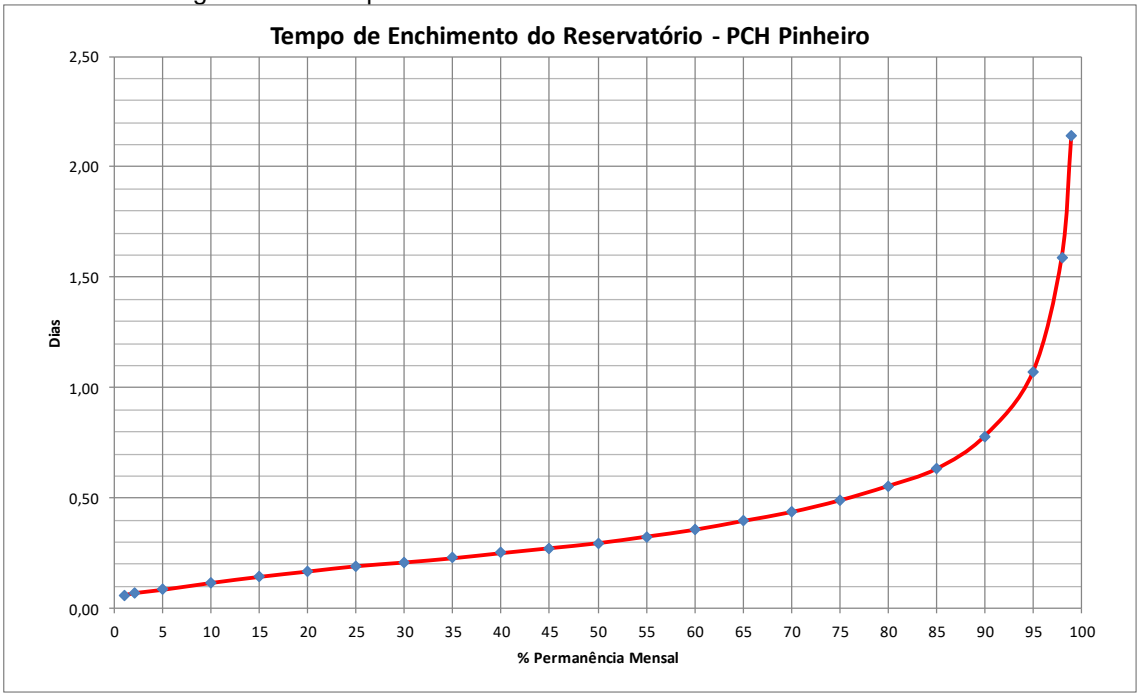
Tabela 84 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Pinheiro

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
1,00	132,42	0,06	1,44
2,00	112,43	0,07	1,70
5,00	92,57	0,09	2,06
10,00	68,02	0,12	2,81
15,00	55,05	0,14	3,47
20,00	47,18	0,17	4,04
25,00	41,31	0,19	4,62
30,00	37,94	0,21	5,03
35,00	34,78	0,23	5,49
40,00	31,58	0,25	6,04
45,00	29,02	0,27	6,58
50,00	26,80	0,30	7,12
55,00	24,37	0,33	7,83
60,00	22,24	0,36	8,58

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
65,00	20,01	0,40	9,54
70,00	18,17	0,44	10,50
75,00	16,22	0,49	11,77
80,00	14,32	0,56	13,33
85,00	12,56	0,63	15,19
90,00	10,19	0,78	18,73
95,00	7,43	1,07	25,67
98,00	5,00	1,59	38,16
99,00	3,71	2,14	51,39

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 34 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Pinheiro



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

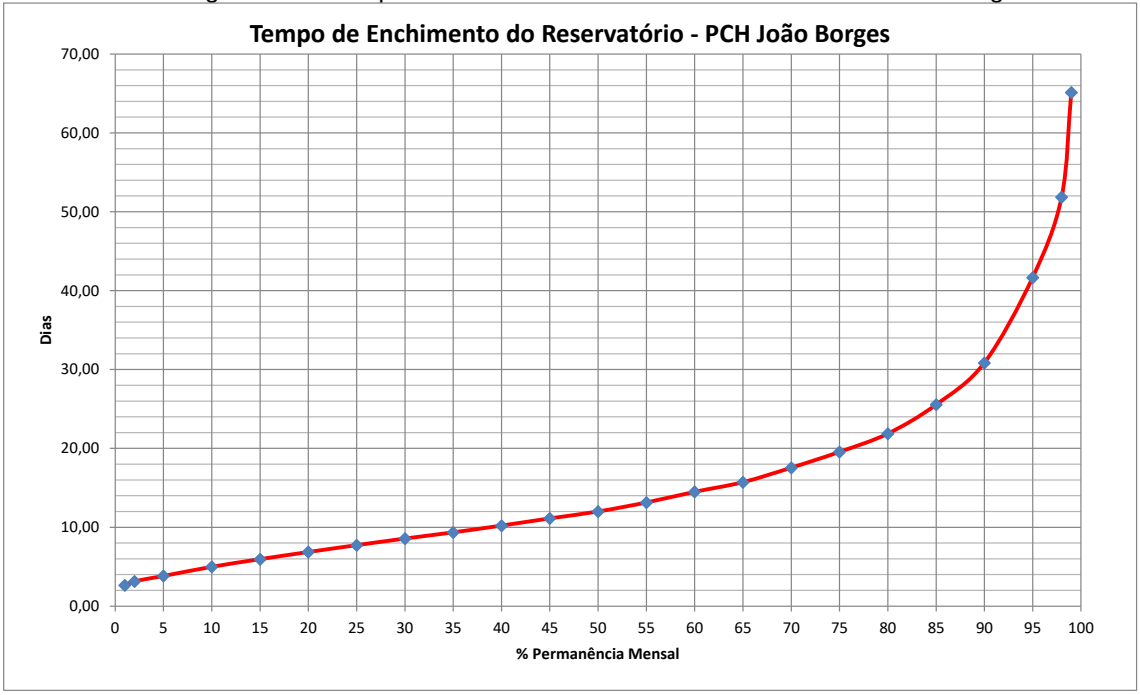
Tabela 85 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH João Borges

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
1,00	168,16	2,65	63,60
2,00	141,78	3,14	75,43
5,00	116,67	3,82	91,66
10,00	89,48	4,98	119,52
15,00	74,92	5,95	142,75
20,00	64,98	6,86	164,57
25,00	57,69	7,72	185,38
30,00	52,03	8,56	205,53
35,00	47,67	9,35	224,35
40,00	43,66	10,21	244,95
45,00	40,08	11,12	266,86
50,00	37,15	11,99	287,85

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
55,00	33,92	13,14	315,30
60,00	30,76	14,49	347,68
65,00	28,36	15,71	377,06
70,00	25,40	17,55	421,09
75,00	22,79	19,55	469,24
80,00	20,38	21,87	524,77
85,00	17,45	25,54	612,91
90,00	14,45	30,84	740,19
95,00	10,70	41,66	999,95
98,00	8,59	51,85	1244,39
99,00	6,84	65,14	1563,30

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 35 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH João Borges



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

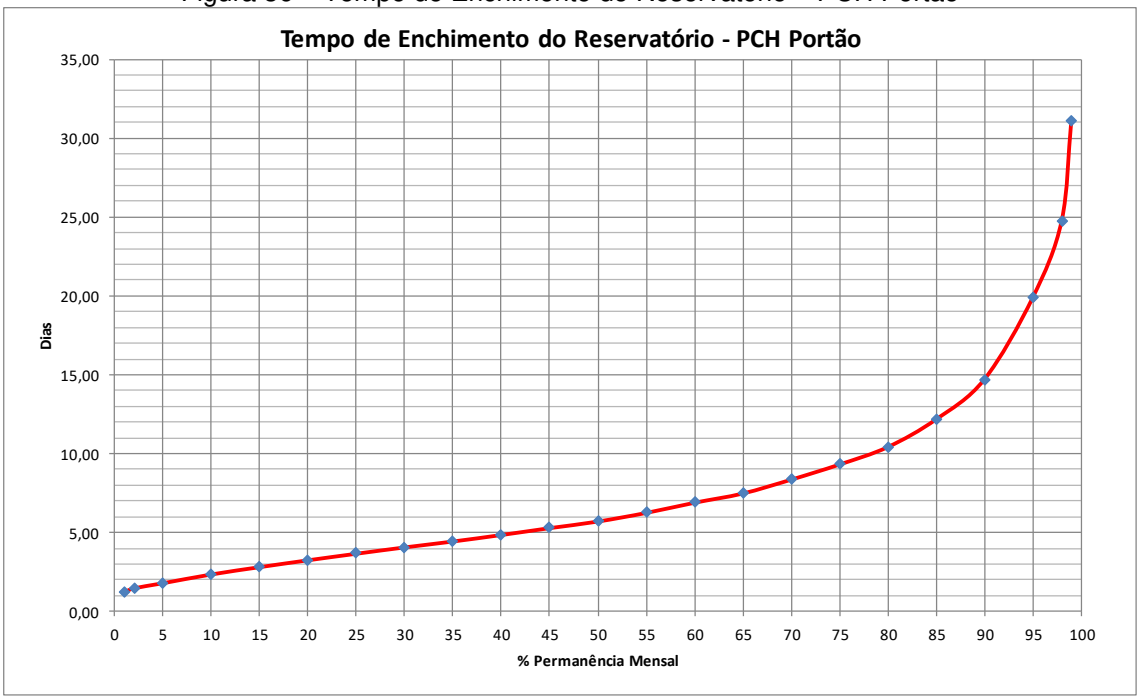
Tabela 86 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Portão

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
1,00	216,70	1,26	30,33
2,00	182,71	1,50	35,97
5,00	150,35	1,82	43,71
10,00	115,31	2,37	57,00
15,00	96,54	2,84	68,08
20,00	83,74	3,27	78,48
25,00	74,34	3,68	88,41
30,00	67,05	4,08	98,02
35,00	61,43	4,46	106,99
40,00	56,26	4,87	116,82
45,00	51,64	5,30	127,26

Tempo de Enchimento do Reservatório			
% de Permanência Mensal	Q (m³/s)	Dias	Horas
50,00	47,88	5,72	137,27
55,00	43,71	6,27	150,37
60,00	39,64	6,91	165,81
65,00	36,55	7,49	179,82
70,00	32,73	8,37	200,82
75,00	29,37	9,32	223,78
80,00	26,26	10,43	250,26
85,00	22,49	12,18	292,29
90,00	18,62	14,71	352,99
95,00	13,78	19,87	476,87
98,00	11,07	24,73	593,44
99,00	8,82	31,06	745,53

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 36 – Tempo de Enchimento do Reservatório – PCH Portão



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

1.3 HIDROSSEDIMENTOLOGIA

Os estudos de transporte sólido no rio Canoas visaram estimar o tempo de vida útil dos AHEs no rio Caveiras, por transposição de dados para este afluente do rio Canoas, dado que no rio Caveiras não estação sedimentométrica.

Para realização dos estudos foram utilizadas informações existentes na estação fluviométrica base Ponte Alta do Sul, conforme quadro a seguir.

Ressalta-se que foi utilizado o método de Colby Simplificado para determinação da descarga sólida total.

$$Q_{SM} = 0{,}0864 * Q * C_S'$$

$$Q_{NM} = q_{NM}' * K * L$$

Onde:

Q_{SM} - descarga sólida medida (ton/dia)

Q - descarga líquida na hora da medição da descarga sólida (m^3/s)

C_S' - concentração medida (mg/l)

Q_{NM} - descarga sólida não medida (ton/dia)

q_{NM}' - descarga sólida não medida aproximada (ton/dia.m)

K - fator de correção

L - largura do rio (m)

Tabela 87 – Descarga Sólida – E. F. Ponte Alta do Sul

Data	Cota	Vazão	Área Molhada	Largura	Vel. Média	Concentração	Concentração Relativa	Qsnm	Qsm	Qst
ddmmaaaa	m	m³/s	m2	m	m/s	mg/l	mg/l	ton/dia	ton/dia	ton/dia
12/07/1978	57,00	13,00	58,70	72,50	0,22	121,84	65,83	26,67	136,85	163,52
21/09/1978	294,00	177,00	349,00	70,00	0,51	94,48	94,54	322,92	1444,86	1767,78
15/12/1978	98,00	41,20	204,00	65,00	0,20	83,17	35,16	19,82	296,06	315,88
22/03/1979	105,00	39,20	275,00	60,00	0,43	64,72	152,13	101,14	219,20	320,34
16/05/1979	300,00	175,00	374,00	70,00	0,47	31,57	76,61	159,89	477,34	637,23
15/01/1980	146,00	68,00	223,00	67,00	0,31	55,39	56,49	54,23	325,43	379,66
26/01/1981	180,00	94,60	270,00	69,00	0,35	17,19	62,85	48,31	140,50	188,81
22/05/1981	81,00	23,40	174,00	65,00	0,14	15,50	18,41	3,09	31,54	34,63
22/07/1981	76,00	21,80	177,00	65,50	0,12	23,18	16,21	2,91	43,66	46,57
20/11/1981	106,00	41,30	201,00	65,00	0,20	13,51	33,56	8,92	48,21	57,13
27/06/1985	78,00	26,40	160,00	65,00	0,17	20,48	28,44	5,64	46,71	52,35
23/11/1985	98,00	38,00	186,00	67,00	0,20	8,61	35,87	7,06	28,27	35,33
26/04/1986	73,00	19,00	167,00	66,00	0,11	9,59	14,47	1,57	15,74	17,31
30/07/1986	86,00	33,20	178,00	66,00	0,19	11,47	33,23	6,05	32,90	38,95
28/10/1986	130,00	53,00	197,00	67,00	0,27	36,15	48,28	31,12	165,54	196,66
27/07/1987	177,00	95,50	217,00	69,00	0,44	2,94	105,91	35,35	24,26	59,61
14/11/1987	123,00	58,10	196,00	68,00	0,30	2,94	62,20	11,62	14,76	26,38
19/03/1989	122,00	49,00	192,00	67,00	0,25	6,72	45,88	11,87	28,45	40,32
26/06/1989	92,00	32,70	177,00	66,00	0,19	3,26	31,03	3,36	9,21	12,57
27/09/1989	493,00	399,00	472,00	84,00	0,85	10,21	218,39	502,07	351,98	854,05
29/10/1993	297,00	223,00	312,00	69,60	0,71	13,31	209,29	273,49	256,45	529,94
07/05/1994	148,00	69,00	189,00	64,00	0,37	81,25	81,98	95,77	484,38	580,15
21/03/1997	131,00	62,90	204,00	66,00	0,31	5,43	63,78	17,12	29,51	46,63
29/06/1997	146,00	87,60	265,00	82,30	0,33	5,71	66,87	27,01	42,72	69,73
23/09/1997	158,00	77,20	219,00	65,30	0,35	6,19	71,54	26,85	41,29	68,14
20/03/1998	348,00	261,00	365,00	72,10	0,71	19,12	186,02	356,62	431,16	787,78
01/07/1998	192,00	121,00	241,00	70,00	0,50	16,47	131,82	114,49	172,18	286,67
30/09/1998	420,00	317,00	409,00	71,40	0,77	15,19	197,17	404,31	416,04	820,35
11/12/1998	150,00	71,70	214,00	67,50	0,34	5,03	67,38	21,86	31,16	53,02
26/03/1999	115,00	47,30	188,00	67,40	0,25	10,70	47,40	14,12	43,73	57,85
19/06/1999	168,00	99,50	233,00	68,00	0,43	24,94	103,13	88,14	214,40	302,54
21/09/1999	126,00	64,00	196,00	67,40	0,33	13,02	74,97	30,14	72,00	102,14

Data	Cota	Vazão	Área Molhada	Largura	Vel. Média	Concentração	Concentração Relativa	Qsnm	Qsm	Qst
ddmmaaaa	m	m³/s	m2	m	m/s	mg/l	mg/l	ton/dia	ton/dia	ton/dia
13/12/1999	138,00	73,80	204,00	67,80	0,36	23,28	85,67	53,06	148,44	201,50
07/04/2000	78,00	31,10	133,00	55,00	0,23	4,53	57,11	5,43	12,17	17,60
03/07/2000	226,00	151,00	250,00	63,50	0,60	30,47	174,87	228,54	398,83	627,37
21/09/2000	528,00	478,94	490,27	78,00	0,98	25,02	302,92	1012,71	1035,34	2048,05
19/12/2000	202,00	129,50	220,89	62,00	0,59	44,52	179,98	240,58	498,13	738,71
26/06/2001	238,00	149,00	245,00	62,50	0,61	33,32	171,04	243,64	428,95	672,59
26/09/2001	211,00	130,00	231,00	62,50	0,56	24,08	156,44	164,72	270,47	435,19
07/12/2001	261,00	184,00	269,00	70,00	0,68	45,77	207,23	427,68	727,63	1155,31
03/05/2002	140,00	74,70	217,00	67,00	0,34	11,14	76,36	33,06	71,09	104,15
21/08/2002	212,00	128,00	260,00	68,00	0,49	21,12	115,55	123,80	233,57	357,37
15/11/2002	306,00	224,00	325,00	70,00	0,69	26,18	190,14	358,23	506,68	864,91
07/02/2003	93,00	33,70	148,00	56,00	0,23	7,81	46,96	7,21	22,74	29,95
01/05/2003	106,00	45,90	154,00	57,50	0,30	10,73	72,41	17,39	42,55	59,94
10/09/2003	70,00	24,40	65,40	72,00	0,37	15,58	154,17	37,77	32,85	70,62
14/09/2004	177,00	94,50	208,00	61,50	0,45	71,24	112,88	155,44	581,66	737,10
10/11/2004	194,00	113,00	231,00	64,00	0,49	22,03	123,90	114,19	215,08	329,27
21/07/2005	174,00	109,00	192,00	62,00	0,57	15,82	186,20	127,42	148,99	276,41
20/10/2005	438,00	385,00	392,00	72,50	0,98	25,06	343,12	890,48	833,60	1724,08
28/08/2006	94,00	45,20	173,00	68,00	0,26	9,90	61,24	13,67	38,66	52,33
19/07/2007	279,00	190,00	305,00	69,50	0,63	35,52	160,23	314,76	583,10	897,86
20/05/2008	122,00	50,30	197,00	66,60	0,25	10,53	45,88	14,64	45,76	60,40
09/09/2008	252,00	175,00	279,00	69,50	0,63	48,82	174,81	355,44	738,16	1093,60
19/05/2009	91,00	26,00	168,00	66,00	0,15	9,64	21,61	3,60	21,66	25,26
26/03/2010	379,00	185,00	306,00	70,40	0,60	89,69	115,38	515,14	1433,60	1948,74
21/07/2010	237,00	157,00	259,00	69,50	0,61	50,00	169,05	323,64	678,24	1001,88
08/10/2010	181,00	103,00	235,00	68,00	0,44	21,58	101,89	89,47	192,04	281,51
29/01/2011	438,00	359,00	415,00	74,00	0,87	42,61	251,18	888,14	1321,66	2209,80
12/05/2011	248,00	157,00	277,00	70,00	0,57	42,51	139,98	263,32	576,64	839,96
04/08/2011	373,00	281,00	374,00	72,00	0,75	33,74	198,99	534,81	819,50	1354,31
20/10/2011	184,00	104,00	233,00	68,20	0,45	22,21	106,15	97,06	199,57	296,63
23/01/2012	244,00	172,00	251,00	70,20	0,68	56,30	218,03	462,25	836,66	1298,91
25/04/2012	62,00	16,10	151,00	65,50	0,11	5,30	14,89	0,93	7,37	8,30
25/07/2012	110,00	46,10	190,00	65,94	0,24	2,60	45,91	6,29	10,36	16,65
25/10/2012	353,00	243,00	357,00	70,35	0,68	75,40	163,11	603,30	1583,04	2186,34
05/03/2013	94,00	38,60	179,00	65,49	0,22	14,10	41,71	9,87	47,02	56,89
01/06/2013	71,00	22,50	164,00	63,92	0,14	8,40	21,36	2,21	16,33	18,54
09/10/2013	398,00	323,00	391,00	72,42	0,82	17,00	238,84	488,13	474,42	962,55
20/02/2014	102,00	45,60	187,00	66,37	0,23	9,90	43,39	9,95	39,00	48,95
09/06/2014	493,00	403,00	459,00	74,52	0,88	56,00	240,52	1095,00	1949,88	3044,88
09/10/2014	395,00	320,00	388,00	72,08	0,82	20,80	238,69	530,94	575,08	1106,02
21/02/2015	252,00	157,00	286,00	69,65	0,55	42,10	128,28	243,68	571,08	814,76
01/06/2015	254,00	171,00	289,00	69,71	0,59	53,50	152,22	327,55	790,43	1117,98
07/10/2015	526,00	482,00	487,00	78,13	0,99	15,90	311,65	833,46	662,15	1495,61
27/02/2016	168,00	93,70	235,00	69,05	0,40	15,90	88,48	61,14	128,72	189,86
21/06/2016	131,00	63,80	207,00	67,10	0,31	5,80	63,78	17,96	31,97	49,93
04/10/2016	89,00	33,80	181,00	66,33	0,19	10,30	32,62	5,93	30,08	36,01
21/03/2017	86,00	31,90	173,00	66,56	0,18	9,20	32,52	5,34	25,36	30,70
28/06/2017	173,00	87,80	235,00	69,46	0,37	34,10	75,30	77,56	258,68	336,24
25/07/2017	88,00	33,40	178,00	67,18	0,19	4,00	33,30	3,85	11,54	15,39

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Figura 37 – Curva Chave de Descarga E. F. Ponte Alta do Sul



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

A equação encontrada foi a seguinte:

$$Q_{ST} = 0{,}2035 \times Q_L^{1{,}5464}$$

onde:

Q_{ST} é a descarga sólida total (ton/dia);

Q_L é a descarga líquida (m^3/s).

Utilizando a equação de transformação entre descarga líquida e sólida descrita acima, foi obtida a série de descargas sólidas diárias no local da estação fluviométrica Ponte Alta do Sul. Calculou-se então as descargas médias de longo termo para o local do posto e transportou-se por relação de área de drenagem para os locais dos AHEs no rio Caveiras.

As tabelas a seguir apresentam os dados dos reservatórios para a determinação da sua vida útil. Os dados correspondentes à cota e volume foram obtidos das curvas Cota x Área x Volume apresentados no item anterior de Estudos dos Reservatórios.

Tabela 88 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – CGH Santo Antônio

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	CGH Santo Antônio
Área de Drenagem	A	km²	129,02
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	3,96
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	124,88
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	1,71
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	1045,00
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	42324,90

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 89 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH A. M. Dias

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	PCH A M Dias
Área de Drenagem	A	km²	299,07
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	8,81
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	277,83
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	5,98
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	990,00
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	3355000,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 90 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – CGH São João

DESCRIÇÃO	**PARÂMETRO**		
	SIGLA	**UNIDADE**	**CGH São Paulo**
Área de Drenagem	A	km²	317,86
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	9,33
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	294,23
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	6,54
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	935,00
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	54196,73

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 91 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – CGH Caveiras

DESCRIÇÃO	**PARÂMETRO**		
	SIGLA	**UNIDADE**	**CGH Caveiras**
Área de Drenagem	A	km²	1031,09
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	28,57
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	900,98
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	36,87
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	859,70

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	CGH Caveiras
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	46960000,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 92 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH Pinheiro

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	PCH Pinheiro
Área de Drenagem	A	km²	1242,19
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	34,11
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	1075,69
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	48,50
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	819,75
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	687000,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 93 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH João Borges

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	PCH João Borges
Área de Drenagem	A	km²	1695,33
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	45,85
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	1445,93
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	76,57
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	771,50
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	38500000,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 94 – Parâmetros para Cálculo da Vida Útil – PCH Portão

DESCRIÇÃO	PARÂMETRO		
	SIGLA	UNIDADE	PCH Portão
Área de Drenagem	A	km²	2213,50
Descarga líquida média de longo termo	QL	m³/s	59,08
Volume afluente médio anual	VM	x10^6 m³	1863,15
Descarga sólida total de longo período	QST	t/dia	113,30
Peso específico dos sedimentos	G	t/m³	1,20
Nível normal de operação	NANor	m	726,50
Volume do reservatório no nível normal	VNor	m³	23660000,00

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Para calcular a quantidade de sedimentos retidos no reservatório, foi necessário determinar a eficiência de retenção de sedimentos (ER). Diferentes

métodos são utilizados para a obtenção deste índice, como pode ser observado no quadro a seguir.

Tabela 95 – Classificação do reservatório para obtenção da ER

Porte do Reservatório	Classificação em volume (m^3)	Cálculo do ER
Pequeno	$< 10 \times 10^6$	Churchill
Médio	$10 – 100 \times 10^6$	Churchill ou Brune
Grande	$> 100 \times 10^6$	Brune

Fonte: CARVALHO, 2008.

Para reservatórios de pequeno e médio porte a eficiência de retenção de sedimentos é obtida a partir da curva de Churchill, já para reservatórios de médio a grande porte é utilizada a curva de Brune. Neste estudo somente será utilizado a curva de Churchill.

A curva de Churchill utiliza o conceito de Índice de Sedimentação que é a relação entre o período de retenção e a velocidade média no reservatório definido por:

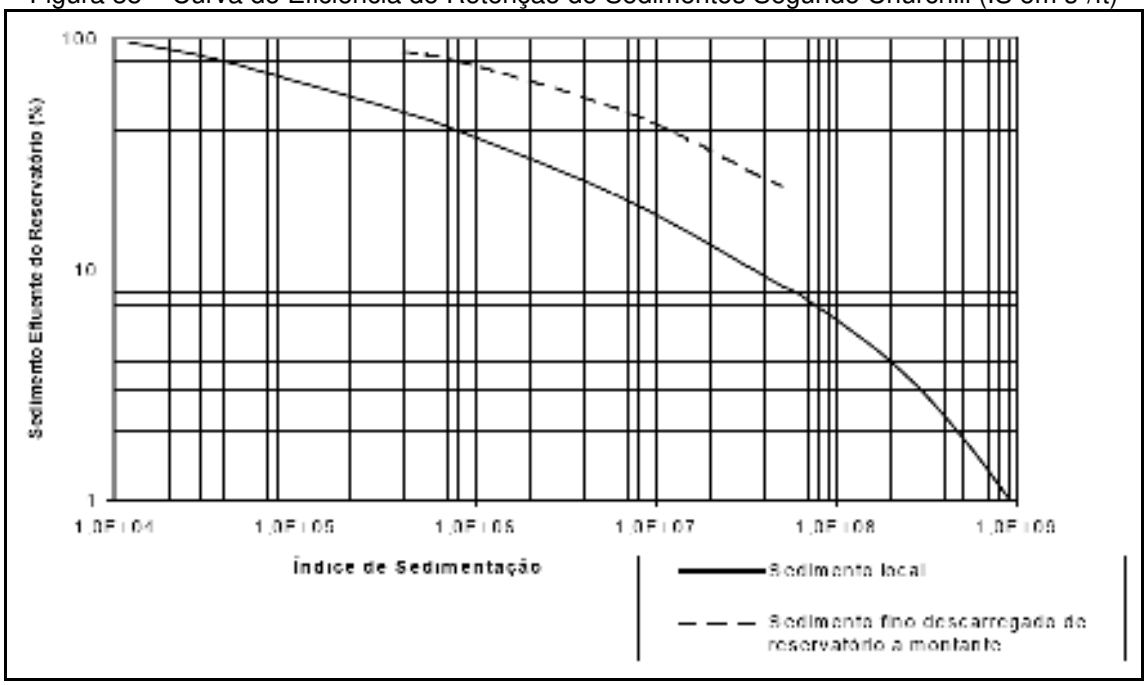
$$IS = \frac{Período\ de\ retenção}{Velocidade\ média\ no\ reservatório} = \frac{V_T^2}{Q^2 L}$$

Onde: V_T é o volume total do reservatório (m^3);

Q é a vazão média afluente (m^3/s);

L é o comprimento do reservatório (m).

Figura 38 – Curva de Eficiência de Retenção de Sedimentos Segundo Churchill (IS em s^2/ft)



Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Os valores obtidos para o índice de sedimentação nos reservatórios dos AHEs, as porcentagens de sedimento efluentes dos reservatórios determinadas pela curva de Churchill e o valor da eficiência de retenção são apresentados nos quadros a seguir.

Os valores da eficiência de retenção foram considerados constantes (a favor da segurança), quando na realidade a eficiência da retenção de reservatórios diminui com o tempo. O valor médio anual da descarga sólida total (Q_{ST}) corresponde ao valor adotado para avaliação do assoreamento. O deflúvio sólido anual (D_{ST}) é obtido multiplicando Q_{ST} pelo número de dias do ano:

$$D_{ST} = Q_{ST} * 365$$

O volume de assoreamento em um ano pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$S = \frac{D_{ST}.ER}{G}$$

Onde : D_{ST} é o deflúvio sólido anual (ton/ano);

ER é a eficiência de retenção (adimensional);

G é o peso específico (ton/m^3).

O peso específico médio aparente de longo prazo de depósitos no reservatório em estudo para sedimento do tipo silto/argiloso é de 1,10 ton/m³ (ANEEL, 2000). Para o cálculo do tempo de assoreamento, ou vida útil do reservatório, foi utilizada a seguinte expressão:

$$T = \frac{V}{S}$$

Onde :

T é o tempo de assoreamento (anos);

V é o volume do reservatório correspondente à tomada de água (m³);

S é o volume anual total de sedimentos (m³/ano).

Os tempos necessários para os reservatórios sofrerem assoreamento até as cotas de operação normal são apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 96 – Cálculo da Vida Útil – CGH Santo Antônio

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	CGH Santo Antônio
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	623,93
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	103,23
Comprimento do Reservatório	m	L	0,71
Índice de Sedimentação	–	IS	160895,23
Eficiência de Retenção	%	ER	19,85
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	409,99
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	4,84

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 97 – Cálculo da Vida Útil – PCH A. M. Dias

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	PCH A M Dias
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	2181,09
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	1428,82
Comprimento do Reservatório	m	L	5,63
Índice de Sedimentação	–	IS	25758753,16
Eficiência de Retenção	%	ER	78,61
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	2348,09
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	7,29

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 98 – Cálculo da Vida Útil – CGH São Paulo

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	CGH São Paulo
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	2385,57
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	73,88

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	CGH São Paulo
Comprimento do Reservatório	m	L	0,47
Índice de Sedimentação	–	IS	71793,48
Eficiência de Retenção	%	ER	3,72
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	733,63
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	7,51

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 99 – Cálculo da Vida Útil – CGH Caveiras

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	CGH Caveiras
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	13457,45
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	9704,66
Comprimento do Reservatório	m	L	27,06
Índice de Sedimentação	–	IS	99840765,79
Eficiência de Retenção	%	ER	86,54
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	4838,91
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	13,05

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 100 – Cálculo da Vida Útil – PCH Pinheiro

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	PCH Pinheiro
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	17702,50
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	6849,45
Comprimento do Reservatório	m	L	0,46
Índice de Sedimentação	–	IS	881844,89
Eficiência de Retenção	%	ER	46,43
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	100,30
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	14,25

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 101 – Cálculo da Vida Útil – PCH João Borges

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	PCH João Borges
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	27949,78
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	19404,45
Comprimento do Reservatório	m	L	12,82
Índice de Sedimentação	–	IS	54998995,02
Eficiência de Retenção	%	ER	83,31
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	1984,08
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	16,49

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

Tabela 102 – Cálculo da Vida Útil – PCH Portão

PARÂMETRO	UNIDADE	SIGLA	PCH Portão
Deflúvio Sólido Anual	t/ano	DST	41354,50
Volume de Sedimentos Retidos	m³/ano	S	25180,91
Comprimento do Reservatório	m	L	13,42
Índice de Sedimentação	–	IS	11950772,84
Eficiência de Retenção	%	ER	73,07
Vida Útil do Reservatório no Nível Normal	anos	VUNor	939,60
Concentração Média de Sedimentos	mg/l	–	26,91
Produção Específica de Sedimentos	t/km².ano	–	18,68

Fonte: Estelar Engenheiros Associados, 2020.

REFERÊNCIAS

(ANA), Agência Nacional de Águas. **Portal HidroWeb.** Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>. Acesso em: 05 dez. 2019.

CARVALHO, Newton de Oliveira et al. **Hidrossedimentologia /prática.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

TUCCI, Carlos et al. **Hidrologia ,Ciência e Aplicação.** 4. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrrs, 2012. 1000 p.

ANEXOS

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART **CREA-SC**

Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina

ART OBRA OU SERVIÇO

25 2020 **7374391-7**

Substituição de ART 7374365-8

Individual

1. Responsável Técnico

RODRIGO KERN

Título Profissional: Engenheiro Sanitarista e Ambiental

RNP: 2500694020

Registro: 079175-9-SC

Empresa Contratada: ESTELAR ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA

Registro: 089991-2-SC

2. Dados do Contrato

Contratante: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente

CPF/CNPJ: 19.335.965/0001-63

Endereço: Rua 7 de Abril

Nº: 3489

Complemento:

Bairro: Parque Jardim Ouro

Cidade: OURO

UF: SC

CEP: 89663-000

Valor da Obra/Serviço/Contrato: R$ 23.000,00

Honorários:

Ação Institucional:

Contrato:

Celebrado em:

Vinculado à ART:

Tipo do Contratante:

3. Dados Obra/Serviço

Proprietário: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente

CPF/CNPJ: 19.335.965/0001-63

Endereço: Rio Caveiras

Nº: s/n

Complemento:

Bairro: AREA RURAL DE LAGES

Cidade: LAGES

UF: SC

CEP: 88531-899

Data de Início: 01/03/2019

Data de Término: 14/05/2020

Coordenadas Geográficas:

Finalidade

Código:

4. Atividade Técnica

Análise	Diagnóstico Ambiental	Estudo Impacto Ambiental	Estudo	
Hidrologia				
	Dimensão do Trabalho:	2.411,91	Quilômetro(s) Quadrado(s)	
Análise	Diagnóstico Ambiental	Estudo Impacto Ambiental	Estudo	
Hidrografia - bacia hidrográfica				
	Dimensão do Trabalho:	2.411,91	Quilômetro(s) Quadrado(s)	
Análise	Estudo Impacto Ambiental	Estudo		
Modelagem de transporte de sedimentos em ambiente aquático				
	Dimensão do Trabalho:	2.411,91	Quilômetro(s) Quadrado(s)	
Análise	Estudo Impacto Ambiental	Estudo		
Sedimentação				
	Dimensão do Trabalho:	2.411,91	Quilômetro(s) Quadrado(s)	
Análise	Diagnóstico Ambiental	Estudo Impacto Ambiental	Estudo	
Hidrologia - Modelagem hidrológica				
	Dimensão do Trabalho:	2.411,91	Quilômetro(s) Quadrado(s)	
Análise	Estudo			
Qualidade/Caracteristica da Água				
	Dimensão do Trabalho:	12,00	Mês(es)	
Análise	Estudo Impacto Ambiental	Estudo		
Modelagem hidrodinâmica em ambiente aquático				
	Dimensão do Trabalho:	2.411,91	Quilômetro(s) Quadrado(s)	

5. Observações

Estudos de Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras/SC, referente: hidrologia, hidrossedimentologia, hidráulica, modelagem hidrodinâmica e de qualidade d'água. Bacia = 2.411,91 km².

6. Declarações

Acessibilidade: Declaro que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART foram atendidas as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

ACE - 1

8. Informações

A ART é válida somente após o pagamento da taxa.

Situação do pagamento da taxa da ART em 14/05/2020: TAXA DA ART A PAGAR

Valor ART: R$ 233,94 | Data Vencimento: 25/05/2020 | Registrada em:

Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número:

A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art

A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

FLORIANÓPOLIS - SC, 14 de Maio de 2020

RODRIGO KERN

032.692.679-83

Contratante: Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente

19.335.965/0001-63

Digitalizado com CamScanner

D E C L A R A Ç Ã O

Eu, Priscila Bogo Pessini, brasileira, portadora da célula de identidade nº 8097666484 e inscrita no CPF nº 027.582.650-36, no exercício da profissão de Engenheira Sanitarista e Ambiental, CREA/SC: 154721-7, declaro para os devidos fins de direito, que exerci participação na elaboração dos estudos de Modelagem Hidrodinâmica e Modelagem de Qualidade da Água dos Estudos de Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Caveiras/SC, com área de drenagem de 2.411,91 km². Foram desenvolvidas as atividades de análise, diagnóstico ambiental e estudo de impacto ambiental referente a estes estudos.

Florianópolis - SC, 14 de maio de 2020.



Priscila Bogo Pessini
CREA/SC: 154721-7