







AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DO RIO CHAPECÓ

TRECHO BAIXO CHAPECÓ

MAIO / 2015

RESPEITO AMBIENTAL E COMPROMISSO SOCIAL

Volume III de V

SUMÁRIO

VOLUME I

APRESENTAÇÃO 1

1 INTRODUÇÃO 6

1.1 Panorama do Setor Elétrico 7

1.2 Justificativa 12

1.3 Objetivos 13

2 ASPECTOS LEGAIS INCIDENTES 14

2.1 Esferas Federal e Internacional 15

2.2 Esfera Estadual 33

2.3 Esfera Municipal 36

3 ABRANGÊNCIA ESPACIAL E TEMPORAL 50

3.1 Área de Estudo 50

3.2 Escalas de Avaliação 53

3.3 Descrição dos Cenários 55

4 CARACTERIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS 56

4.1 Estudos Anteriores 57

4.2 Principais Características Técnicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos 61

4.3 Interligação dos AHEs ao Sistema Interligado Nacional (SIN) 73

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS GERAIS 74

5.1 Etapas do Estudo 74

5.2 Cartografia 79

5.2.1 Etapas de Trabalho 80

5.2.1.1 Pesquisa, Coleta e Elaboração da Base de Dados 80

5.2.1.2 Processamento dos Dados e Montagem do SIG 84

5.2.1.3 Elaboração dos Mapas Temáticos 86

6 DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL 87

6.1 Meio Físico 87

6.1.1 Clima 87

6.1.1.1 Classificação Climática da Bacia do rio Chapecó 89

6.1.1.2 Temperatura 90

6.1.1.3 Evaporação 103
6.1.1.4 Evapotranspiração 107
6.1.1.5 Insolação 111
6.1.1.6 Umidade Relativa 116
6.1.1.7 Pressão Atmosférica 119
6.1.1.8 Ventos 123
6.1.2 Geologia 127
6.1.2.1 Estratigrafia 127
6.1.2.2 Geologia Estrutural 129
6.1.2.3 Litologia 134
6.1.2.4 Recursos Minerais 145
6.1.2.5 Sismologia 150
6.1.2.6 Hidrogeologia 155
6.1.2.6.1 Águas Termais 158
6.1.3 Geomorfologia e Relevo 159
6.1.3.1 Domínio Morfoestrutural 161
6.1.3.2 Tipo de Modelados 165
6.1.3.3 Classificação do Relevo do Trecho Baixo Chapecó 169
6.1.4 Pedologia e Aptidão Agrícola das Terras 170
6.1.4.1 Materiais e Métodos 170
6.1.4.2 Pedologia 173
6.1.4.2.1 Solo com Horizonte B Latossólico (Não Hidromórficos) 174
6.1.4.2.2 Solos com Horizonte B Nítico (Não Hidromofórficos) 181
6.1.4.2.3 Solos com Horizonte B Incipiente 190
6.1.4.2.4 Solos Pouco Desenvolvidos com Ausência de Horizonte B Diagnóstico (Não Hidromórficos) 195
6.1.4.2.5 Associação de Solos 199
6.1.5 Áreas de Risco 205
6.1.5.1 Áreas de Risco à Erosão 205
6.1.5.2 Áreas de Risco a Alagamentos 208
6.1.5.3 Desastres Naturais 211
6.1.6 Recursos Hídricos 224
6.1.6.1 Caracterização Física da Bacia Hidrográfica 224
6.1.6.2 Regime Hidrológico 230

6.1.6.2.1 Pluviometria 230
6.1.6.2.2 Fluviometria 349
6.1.6.3 Hidrossedimentologia 463
6.1.6.3.1 Análise dos Dados Sedimentológicos 463
6.1.6.3.2 Avaliação do Assoreamento e Vida Útil dos Reservatórios 471
6.1.6.4 Resumo dos Principais Dados 486
6.1.6.5 Usos Consuntivos 489
6.1.6.5.1 Estudo da ONS – UHE Quebra Queixo 491
6.1.6.5.2 Estudo da SDS-SC – Bacia do rio Chapecó 503

VOLUME II

6.1.7 Qualidade da Água 508
6.1.7.1 Introdução 508
6.1.7.1.1 Fitoplâncton 509
6.1.7.1.2 Zooplâncton 511
6.1.7.1.3 Macroinvertebrados Bentônicos 513
6.1.7.1.4 Macrófitas Aquáticas 515
6.1.7.1.5 Histórico dos Problemas da Qualidade da Água 517
6.1.7.2 Materiais e Métodos 519
6.1.7.2.1 Área de Estudo 519
6.1.7.2.2 Uso e Ocupação do Solo 530
6.1.7.2.3 Variáveis Físicas, Químicas e Microbiológicas 530
6.1.7.2.4 Comunidade Fitoplanctônica 533
6.1.7.2.5 Comunidade Zooplânctonica 535
6.1.7.2.6 Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos 536
6.1.7.2.7 Macrófitas Aquáticas 539
6.1.7.3 Resultados e Discussão 540
6.1.7.3.1 Uso e Ocupação do Solo 540
6.1.7.3.2 Características Físicas, Químicas e Microbiológicas da Água 548
6.1.7.3.3 Comunidade Fitoplanctônica 569
6.1.7.3.4 Comunidade Zooplanctônica 589
6.1.7.3.5 Invertebrados Bentônicos 600
6.1.7.3.6 Macrófitas Aquáticas 614
6.1.7.4 Considerações Finais 617
6.2 Meio Biótico 622

6.2.1 Flora, Vegetação e Análise da Paisagem 622
6.2.1.1 Metodologia 624
6.2.1.2 Caracterização Fitogeográfica 647
6.2.1.3 Caracterização Fitofisionômica 655
6.2.1.4 Espécies da Flora de Interesse para Conservação 669
6.2.1.5 Áreas de Interesse para Conservação 673
6.2.1.6 Mapeamento da Vegetação e Uso do Solo 678
6.2.1.7 Métricas da Paisagem 679
6.2.2 Fauna Terrestre e Semi-aquática 701
6.2.2.1 Dados Secundários 701
6.2.2.2 Dados Primários 703
6.2.2.3 Nomenclatura das Espécies 704
6.2.2.4 Análise dos Dados 704
6.2.2.5 Espécies Ameaçadas, Raras e Endêmicas 705
6.2.2.6 Fauna do Baixo Chapecó 705
6.2.2.6.1 Anfíbios 706
6.2.2.6.2 Répteis 714
6.2.2.6.3 Aves 720
6.2.2.6.4 Mamíferos 740
6.2.2.7 Análise de Similaridade 751
6.2.2.8 Pontos Relevantes para a Conservação da Fauna 755
6.2.3 Ictiofauna 763
6.2.3.1 Pontos Amostrados 765
6.2.3.2 Avaliação da Comunidade de Peixes 773
6.2.3.3 Avaliação de Ovos e Larvas - Ictioplâncton 803
6.2.3.4 Avaliação da Atividade Pesqueira 814
6.2.3.5 Análise de Correlação Entre os Dados de Limnologia e Biológicos 820
6.2.3.6 Considerações Finais 822
6.3 Socioeconomia 825
6.3.1 Organização Política e Territorial 825
6.3.1.1 Contextualização Histórica dos Processos de Ocupação 829
6.3.1.2 Acessibilidade 834
6.3.1.3 Dinâmica Demográfica 842
6.3.1.4 Estrutura Fundiária 849
6.3.2 Base Econômica 850

6.3.2.1 Setor Primário 856
6.3.2.2 Setor Secundário 862
6.3.2.3 Setor Terciário 863
6.3.3 Modos de Vida 870
6.3.3.1 Fluxo Migratório 875
6.3.3.2 Condições de Vida 875
6.3.3.3 Saúde 877
6.3.3.4 Educação 879
6.3.3.5 Infraestrutura Básica 885
6.3.3.6 Religião 892
6.3.3.7 Atividade Pesqueira 894
6.3.4 Formas de Organização Socioeconômica Predominantes 898
6.3.4.1 Associativismos, Sindicatos e Movimentos Sociais 899
6.3.5 Comunidades Quilombolas & Ribeirinhos 909
6.3.5.1 Quilombolas 909
6.3.5.2 Ribeirinhos 913
6.3.6 Comunidades Indígenas 914
6.3.6.1 Terra Indígena Araçaí 917
6.3.6.2 Terra Indígena Xapecó 925
6.3.7 Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico 933
6.3.7.1 Caracterização Pré-colonial 933
6.3.7.2 Caracterização Colonial e Pós-colonial 944
6.4 Uso do Solo e Infraestruturas 947
6.4.1 Introdução 947
6.4.2 Metodologia 948
6.4.3 Análise do Uso e Ocupação do Solo na AIL 951
6.4.4 Análise das Infraestruturas 955
6.5 Síntese da Caracterização da Bacia do rio Chapecó - Trecho do Baixo Chapecó 966

VOLUME III

7 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DISTRIBUÍDA (AAD) 977
7.1 Contextualização dos Conflitos 979

7.2 Compartimentalização da Bacia – Trecho Baixo Chapecó 984
7.3 Análise de Sensibilidade Ambiental no Cenário Atual 998
7.3.1 Seleção dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental e Variáveis de Análise 999
7.3.2 Hierarquização dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental e das Variáveis de Análise 1002
7.3.3 Obtenção do Índice de Sensibilidade Ambiental 1004
7.3.4 Critérios de Classificação das Variáveis de Análise quanto à Magnitude 1005
7.3.5 Resultados de Sensibilidade Ambiental 1032
7.3.6 Espacialização dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental 1043
8 ESTUDO DE REMANSO 1047
8.1 Metodologia 1047
8.2 Dados Utilizados para Desenvolvimento da Geometria, Entrada no Modelo, Calibragem e Simulações 1048
8.3 Seções Topobatimétricas e Níveis de Água 1049
8.4 Níveis de Água Medidos em Campo 1053
8.5 Restituição Aerofotogramétrica 1055
8.6 Estudos de Remanso dos Projetos Básicos 1055
8.7 Vazões dos Estudos Hidrológicos 1063
8.8 Curvas de Descarga dos Vertedouros e Regras de Operação 1064
8.9 Calibragem 1072
8.10 Resultados Finais 1092
8.11 Considerações Finais 1116
9 MODELAGEM AMBIENTAL 1118
9.1 Sistema de Modelagem 1118
9.2 Cenários 1121
9.3 Domínio de Modelagem 1121
9.4 Dados 1130
9.4.1 Contornos 1130
9.4.2 Batimetria 1130
9.4.3 Vazões 1138
9.4.4 Níveis 1139

9.4.5 Sedimento 1139
9.4.6 Qualidade de Água 1139
9.5 Calibração 1146
9.6 Resultados 1148
9.6.1 Modelos Hidrodinâmicos 1148
9.6.1.1 AHE Nova União 1148
9.6.1.2 AHE Marema 1153
9.6.1.3 AHE Saudade 1161
9.6.1.4 AHE Foz do Chapecozinho 1168
9.6.1.5 AHE Foz do Xaxim 1177
9.6.1.6 AHE Santo Antônio 1183
9.6.1.7 AHE Nova Erechim 1191
9.6.1.8 AHE Porto Ferreira 1197
9.6.1.9 AHE Águas de Chapecó 1205
9.6.2 Modelo de Transporte de Sedimentos 1214
9.6.2.1 AHE Nova União 1215
9.6.2.2 AHE Marema 1216
9.6.2.3 AHE Saudade 1218
9.6.2.4 AHE Foz do Chapecozinho 1219
9.6.2.5 AHE Foz do Xaxim 1223
9.6.2.6 AHE Santo Antônio 1224
9.6.2.7 AHE Nova Erechim 1226
9.6.2.8 AHE Porto Ferreira 1228
9.6.2.9 AHE Águas de Chapecó 1229
9.6.3 Modelos de Qualidade de Água 1232
9.6.3.1 AHE Nova União 1233
9.6.3.2 AHE Marema 1239
9.6.3.3 AHE Saudade 1252
9.6.3.4 AHE Foz do Chapecozinho 1258
9.6.3.5 AHE Foz do Xaxim 1276
9.6.3.6 AHE Santo Antônio 1289
9.6.3.7 AHE Nova Erechim 1303
9.6.3.8 AHE Porto Ferreira 1311
9.6.3.9 AHE Águas de Chapecó 1324

9.7 Considerações Finais 1341
10 AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA (AAI) 1358
10.1 Melhorias e Otimizações dos Aproveitamentos Hidrelétricos 1359
10.2 Avaliação de Impactos 1367
10.3 Cenários Futuros 1369
10.3.1. Cenário de Médio a Longo Prazo Sem os Empreendimentos 1369
10.3.2. Tendências de Evolução no Contexto Macroeconômico 1370
10.3.3. Cenário de Médio a Longo Prazo Com os Empreendimentos 1385
10.3.4. Conflitos Futuros e/ou Potencializados 1386
10.4 Seleção e Hierarquização dos Indicadores de Impactos 1404
10.5 Avaliação dos Impactos Negativos 1407
10.6 Resultados da Avaliação de Impactos Negativos 1447
10.7 Efeitos Cumulativos e Sinérgicos dos Impactos na Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó 1460
10.7.1. Efeitos Cumulativos 1465
10.7.2. Efeitos Sinérgicos 1478
10.8 Construção dos Indicadores de Sustentabilidade Socioambiental para a Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó 1483
11 DIRETRIZES E RECOMENDAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS 1490
12 CONSIDERAÇÕES FINAIS 1504
13 EQUIPE TÉCNICA 1509
14 REFERÊNCIAS 1511

VOLUME IV

15 ANEXOS 1554

I. Carta de solicitação para apreciação da proposta de Termo de Referência para Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó. Carta N° 091.12/DSC – Protocolo FATMA 4419/2012

II. Aprovação FATMA do Termo de Referência para Avaliação Ambiental Integrada do Baixo Chapecó – Ofício DILIC/GEAIA/GELRH N° 2.466 – FATMA, 02/08/2012

III. Aproveitamentos hidrelétricos aprovados pela ANEEL – Despacho Nº 948, de 04 de abril de 2007

IV. Autorização Ambiental – FATMA/DPEC/FAUNA Nº 052/2013

V. Ofício 001/2014 – Aceite da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) referente material zoológico das campanhas de ictiofauna desenvolvidas no rio Chapecó – TECNATUR (2013/2014)

VI. Perfis de NAs para diferentes vazões

VII. Anotação de Responsabilidade Técnica – ART da Equipe Técnica

VOLUME V – Caderno de Mapas

Item	Título	Código de Identificação
1	Localização da Bacia	122.01-AAI-LOC-A2-001-1/1
2	Área de Influência	122.01-AAI-LOC-A2-002-1/1
3	Localização dos Empreendimentos (Inventário ANEEL)	122.01-AAI-LOC-A2-003-1/1
4	Divisão de Quedas (Inventário ANEEL)	122.01-AAI-LOC-A2-004-1/1
5	Localização dos Empreendimentos Atual	122.01-AAI-LOC-A2-051-1/1
6	Divisão de Quedas Atual	122.01-AA1-LOC-A2-052-1/1
7	Municípios Contemplados Área de Estudo	122.01-AAI-SOC-A2-005-1/1
8	Desmembramentos e Formação Territorial	122.01-AAI-SOC-A2-006-1/1
9	Sistema Viário	122.01-AAI-SOC-A2-007-1/1
10	Portos Aeroportos e Ferrovias	122.01-AAI-SOC-A2-008-1/1
11	Representatividade Social	122.01-AAI-SOC-A2-009-1/1
12	Delimitação Terras Indígenas	122.01-AAI-SOC-A2-010-1/1
13	Arqueologia	122.01-AAI-SOC-A2-011-1/1
14	Fragmentos Flora	122.01-AAI-BIO-A2-012-1/5
15	Tributários Fauna	122.01-AAI-BIO-A2-013-1/5
16	Pontos de Monitoramento da Ictiofauna	122.01-AAI-BIO-A2-014-1/5
17	Recursos Minerais	122.01-AAI-FIS-A2-015-1/1
18	Qualidade da Água	122.01-AAI-BIO-A2-016-1/1
19	Compartimentos	122.01-AAI-ANA-A2-017-1/1
20	Poços Subterrâneos	122.01-AAI-FIS-A2-018-1/1

Item	Título	Código de Identificação
21	Geologia	122.01-AAI-FIS-A2-019-1/1
22	Quilombolas	122.01-AAI-SOC-A2-020-1/1
23	Metodologia Compartimentalização	122.01-AAI-ANA-A2-021-1/1
24	Pontos de Captação de Água para Abastecimento Público	122.01-AAI-SOC-A2-022-1/1
25	Risco Inundação	122.01-AAI-ANA-A2-023-1/1
26	Pontos Turísticos	122.01-AAI-SOC-A2-024-1/1
27	Geomorfologia	122.01-AAI-FIS-A2-025-1/1
28	Peixes migradores e de Interesse comercial	122.01-AAI-BIO-A2-026-1/5
29	Quedas Brutas e Características da Ictiofauna	122.01-AAI-BIO-A2-027-1/5
30	Aptidão Agrícola e Pedologia AIL	122.01-AAI-FIS-A2-028-1/1
31	Declividades	122.01-AAI-FIS-A2-029-1/1
32	Hierarquia Fluvial Strahler	122.01-AAI-FIS-A2-030-1/1
33	Hipsométrico	122.01-AAI-FIS-A2-031-1/1
34	Modelo Sombreado	122.01-AAI-FIS-A2-032-1/1
35	Susceptibilidade à Erosão	122.01-AAI-FIS-A2-033-1/1
36	Uso do Solo Bacia	122.01-AAI-FIS-A2-034-1/1
37	Pedologia e Aptidão AIR	122.01-AAI-FIS-A2-035-1/1
38	Estações Pluvio-Fluvio - Clima	122.01-AAI-FIS-A2-036-1/1
39	Precipitação Média Anual	122.01-AAI-FIS-A2-037-1/1
40	Tempo de Recorrência Precipitação 10 anos	122.01-AAI-FIS-A2-038-1/1
41	Tempo de Recorrência Precipitação 20 anos	122.01-AAI-FIS-A2-039-1/1
42	Tempo de Recorrência Precipitação 50 anos	122.01-AAI-FIS-A2-040-1/1
43	Tempo de Recorrência Precipitação 100 anos	122.01-AAI-FIS-A2-041-1/1
44	Áreas de Interesse para Conservação	122.01-AAI-BIO-A2-042-1/1
45	Sensibilidade AAD Ecossistema Terrestre Sensibilidade AAD Ecossistema Aquático Sensibilidade AAD Socioeconomia	122.01-AAI-ANA-A2-043-1/3 122.01-AAI-ANA-A2-043-2/3 122.01-AAI-ANA-A2-043-3/3
46	Distância Média entre Fragmentos	122.01-AAI-ANP-A2-044-1/1
47	Modelo de Qualidade Ambiental	122.01-AAI-ANP-A2-045-1/1
48	Número de Fragmentos	122.01-AAI-ANP-A2-046-1/1
49	Percentual de Cobertura	122.01-AAI-ANP-A2-047-1/1
50	Tamanho dos Fragmentos	122.01-AAI-ANP-A2-048-1/1
51	Seções Topobatimétricas	122.01-AAI-HDR-A2-049-1/5
52	Uso do Solo - AIL	122.01-AAI-SOL-A2-050-1/5

7 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DISTRIBUÍDA (AAD)

A Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) da Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó foi realizada com base nos aspectos socioambientais levantados a partir do Capítulo 6 – Diagnóstico Socioambiental. Os levantamentos realizados no referido capítulo integram, tanto os dados no âmbito do Trecho Baixo Chapecó (Área de Influência Regional – AIR), quanto da bacia do rio Chapecó.

Este capítulo promove a integração dos diversos componentes socioambientais estudados, de maneira a expressar as principais inter-relações dos componentes-síntese: Recursos Hídricos e Ecossistema Aquático, Meio Físico e Ecossistema Terrestre e Socioeconomia.

Constituindo-se como a segunda etapa de desenvolvimento dos estudos da Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó, a AAD tem por finalidade definir os Indicadores de Sensibilidade Ambiental de cada componente-síntese e suas respectivas Variáveis de Análise, subsidiando o Índice de Sensibilidade Ambiental (ISA). Os ISAs foram avaliados quali/quantitativamente com base em variáveis que representam as condições naturais e o estado atual de conservação ou degradação dos recursos naturais da área em estudo.

Para esta etapa da AAD foi realizada a análise dos aspectos de similaridade da bacia – Trecho Baixo Chapecó, permitindo a compartimentalização da mesma em três Compartimentos (C1, C2 e C3) que subsidiaram identificar as áreas de maior sensibilidade. O detalhamento metodológico da compartimentalização e da avaliação realizada para a AAD é apresentado no Capítulo 7.2 e 7.3, a seguir.

Para equalização dos conceitos utilizados no presente estudo, são apresentadas a seguir algumas definições:

- **Conflitos Atuais**: conflitos existentes identificados no âmbito do Diagnóstico atual.
- **Conflitos Potenciais:** conflitos existentes que possam ser potencializados ou novas situações desta natureza que possam surgir em função da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos. Este conceito é trabalhado no contexto do Capítulo 10 – Avaliação Ambiental Integrada (AAI).
- **Compartimentos**: recortes territoriais com aspectos similares que permitem distinguir dos demais.

- **Sensibilidade**: neste estudo este termo é utilizado com a finalidade de identificar as áreas mais sensíveis, representando a integridade atual dos recursos naturais, os quais sofrerão interferência pela inserção dos empreendimentos hidrelétricos.
- **Fragilidade**: neste estudo este termo é utilizado para representar os impactos relacionados à implantação dos aproveitamentos hidrelétricos em áreas caracterizadas como sensíveis. Este conceito é trabalhado no contexto do Capítulo 10 – Avaliação Ambiental Integrada (AAI).
- **Potencialidade:** considera-se a existência de aspectos que promovam transformações benéficas em decorrência da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

Assim, a AAD representa a interação dos aspectos levantados no âmbito do Diagnóstico Socioambiental (Capítulo 6), permitindo a representação espacial dos elementos de maior sensibilidade na bacia – Trecho Baixo Chapecó.

A Espacialização dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental é apresentada no Capítulo 7.3.6, por meio dos mapas que representam a sensibilidade por componente-síntese e por compartimento da bacia – Trecho Baixo Chapecó.

Neste capítulo também é apresentada a síntese dos compartimentos, enfatizando as características mais relevantes de cada componente-síntese estudado. São descritos ainda os principais conflitos atuais identificados para a escala regional, os quais também podem refletir em escala local.

7.1 Contextualização dos Conflitos

Neste item são descritos os conflitos atuais identificados no âmbito da bacia – Trecho Baixo Chapecó, decorrentes da sua dinâmica social local e dos empreendimentos hidrelétricos já existentes. Tendo isto em vista, é necessária uma breve explanação conceitual da temática, além da contextualização da problemática do ponto de vista regional.

Situações de conflitos podem ser entendidas como a divergência entre interesses, usos, atribuições e jurisdições de atores ou grupos sociais em relação à apropriação de espaços, direito e ideologias.

No contexto deste estudo os conflitos estão ligados aos movimentos sociais atuantes na região. Conceitualmente, apropria-se da definição de movimentos sociais de Gohnque afirma que estes são: *"(...) ações sociais coletivas de caráter sociopolítico e cultural que viabilizam formas distintas de a população se organizar e expressar suas demandas"* (GOHN, 2011, p. 335). Neste sentido, os movimentos sociais representam as reivindicações destes atores organizados.

Considerando os atores e organizações sociais existentes no cenário de estudo, verificou-se a existência de conflitos de interesses e reivindicações em relação ao espaço, já que esses agentes possuem perspectivas diferentes perante a instalação de empreendimentos hidrelétricos e o uso dos recursos hídricos.

De acordo com Boamar (2002), a discussão sobre o aproveitamento hidrelétrico no oeste de Santa Catarina, mais especificamente nas bacias dos rios Uruguai, Pelotas, Canoas e Chapecó, iniciou em 1979 com o anúncio do governo federal sobre a construção de 22 hidrelétricas na região.

Com o passar dos anos, a presença da representatividade da sociedade civil no processo de licenciamento ambiental alterou a configuração do panorama de implantação dos empreendimentos, resultando na regularização de legislações específicas, tanto no âmbito ambiental, quanto ao resguardo dos direitos daqueles considerados como atingidos, bem como a participação pública.

Este contexto culminou na organização de associações, organizações não governamentais (ONGs) e movimentos sociais, entre eles o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), bem como a manifestação de associações municipais e a formação de comitês de bacias hidrográficas, os quais foram criados

com o objetivo de realizar a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos.

As informações utilizadas neste capítulo para expor os conflitos atuais foram obtidas por revisão bibliográfica especializada, além do levantamento em veículos midiáticos informativos das ocorrências de manifestações sociais e políticas na região.

Na medida em que os atores sociais já se organizaram em função de possíveis reivindicações que venham a recorrer (como a implantação de aproveitamentos hidrelétricos), as redes sociais já foram estabelecidas e a comunidade local já possui informação e memória do conflito.

Dessa forma, a importância do levantamento inicial dos conflitos existentes está na identificação e localização de atores e grupos já organizados em torno de causas conflituosas, de forma que subsidie o levantamento dos potenciais conflitos futuros, gerados ou potencializados com a implantação dos empreendimentos, conforme estão descritos no Capítulo 10 – Avaliação Ambiental Integrada (AAI).

Conflitos Atuais

Na área de estudo, ou seja, na AIR, os conflitos podem ser classificados de acordo com a natureza das reivindicações e os atores envolvidos. Na categoria dos trabalhadores e produtores rurais envolvendo questões fundiárias tem-se a atuação do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) que se integra à Via Campesina[49]. O MST possui um histórico de lutas e mobilizações no sul do Brasil, relacionado especialmente com a questão da reforma agrária. Entretanto, ressalta-se que em Santa Catarina os conflitos concentram-se principalmente no Extremo Oeste.

De acordo com o *site*[50] do MST, os acampamentos sem terra se situam em áreas de reivindicação pela regularização de assentamento e cadastramento das famílias pelo INCRA, destacando-se o município de Abelardo Luz, conforme apontou o Capítulo 6.3 – Socioeconomia. Apesar de não estar inserido diretamente na área

[49] A Via Campesina é um movimento internacional que coordena organizações camponesas de pequenos e médios agricultores, trabalhadores agrícolas, mulheres rurais e comunidades indígenas e negras em todo o mundo. (www.social.org.com.br)
[50] www.mst.org.br.

de estudo desta AAI, sua proximidade torna-se relevante, reconhecendo a articulação que os movimentos sociais adquirem em situações de conflito.

Outra categoria a ser observada são os conflitos existentes em relação aos empreendimentos hidrelétricos já implantados na região.

Nesta categoria, deve-se considerar a participação do Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) nas discussões relacionadas à indenização e perda da atividade produtiva. Em alguns empreendimentos hidrelétricos esta organização articula-se constantemente com a população diretamente e indiretamente atingida e participa, em muitos casos, ativamente nas negociações e decisões do aspecto de regularização fundiária.

Pelo viés sociopolítico do movimento, o MAB também está integrado à Via Campesina e comumente articula-se com o MST, como ocorreu durante as tratativas de negociação de outros empreendimentos na bacia (BARON, 2012).

Outro potencial conflito ocasionado em função da implantação de empreendimentos hidrelétricos está relacionado às comunidades pesqueiras. As mudanças deflagradas na pesca se dão por meio das dificuldades em relação à obtenção de pescado, como a alteração dos instrumentos e técnicas empregados no ofício, já que com a mudança da característica do rio as técnicas antes utilizadas serão prejudicadas.

Além disso, a formação dos reservatórios alterará o regime hídrico, interferindo no ecossistema aquático e por consequência na dinâmica das espécies encontradas no local, tornando-se um dos fatores para a possível perda de espécies que tenham maior valor econômico local.

Os atores sociais deste conflito são representados pelas colônias de pescadores, conforme mencionado no Capítulo 6.3 – Socioeconomia. Existem duas colônias de pescadores registradas no trecho de estudo do rio Chapecó, e somente a colônia Z-29 de São Carlos mostra-se atuante na região.

Vale ressaltar novamente a participação do MAB nos debates e reuniões sobre os impactos e na atividade pesqueira da região, fazendo parte das discussões e propostas de recuperação de prejuízos.

Entre os conflitos constatados neste estudo, também se destaca a questão indígena. A disputa mais recente envolvendo os indígenas no oeste catarinense envolve a etnia Guarani que disputa a Terra Indígena Araçaí. Esta situação teve

início na década de 1960, quando os representantes desta etnia foram expulsos de suas terras, nos municípios de Saudades e Cunha Porã, no oeste de Santa Catarina.

Conforme referenciado no Capítulo 6.3.6 – Comunidades Indígenas, em julho de 2000, aproximadamente 200 pessoas tentaram retomar a área se abrigando em barracos e intensificando o conflito com os moradores da região.

Para auxiliar na decisão de titularidade da terra, a FUNAI criou pela Portaria Nº 928/2000 um Grupo Técnico (GT) para a realização do estudo antropológico e histórico da área em conflito.

O relatório final, intitulado Relatório do GT Terra Indígena Guarani de Araçaí/2001, concluiu que a área reivindicada pelos Guaranis é Terra Tradicional Guarani, ocupada desde muito antes da ocupação dos não indígenas. Sendo assim, com o intuito de garantir os direitos indígenas, conforme o Artigo Nº 231 da Constituição Federal do Brasil, o GT propôs a delimitação da Terra Indígena (TI) do Tekohá Araçaí, em uma área de 2.721,28ha. Em abril de 2007 a Portaria N° 790/2007 foi assinada pelo órgão ministerial competente, declarando ser tradicional a Terra Indígena Guarani do Araçaí.

Após a decisão, agricultores e representantes políticos entraram com ações anulatórias do procedimento administrativo de reconhecimento e demarcação territorial e o Juiz Federal Narcísio Baez, da Justiça Federal de Chapecó, deferiu em favor dos agricultores, anulando a sentença da Portaria supramencionada.

Em 4 de julho de 2012, o Tribunal Regional Federal da 4ª Região (TRF-4) de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, reconheceu definitivamente no âmbito da Apelação/Reexame Necessário N° 5000201-60.2012.404.7202/SC a legalidade da Portaria 790/2007.

Conforme o Capítulo 6.3.6.1 – Terra Indígena Araçaí, do Diagnóstico Socioambiental, atualmente as famílias que aguardam a demarcação da TI Guarani de Araçaí estão vivendo temporariamente “de favor” em terras Kaingang, sendo que

uma parte do grupo está no Toldo Chimbangue[51] e outra parte próxima a TI Nonoai[52], na aldeia Passo Feio.

Os agricultores permanecem nas suas terras aguardando a definição do processo indenizatório de terras e benfeitorias. Atualmente encontra-se sob responsabilidade dos órgãos públicos federais os devidos trâmites administrativos.

No capítulo a seguir descreve-se a compartimentalização realizada da bacia – Trecho Baixo Chapecó, bem como a metodologia de desenvolvimento da Avaliação Ambiental Distribuída (ADD).

[51] **Localização Toldo Chimbangue:** margem direita do Rio Irani, na margem esquerda do Lageado Lambedor, no município de Chapecó/SC. **População em 2005:** 600 pessoas (fonte: www.portalkaingang.org).

[52] **Localização aldeia de Passo Feio:** Reserva Nonoai, instalada entre os municípios de Nonoai, Planalto e Rio dos Índios, no Rio Grande do Sul. **População em 2005:** 2.100 Kaingang (fonte: www.portalkaingang.org).

7.2 Compartimentalização da Bacia – Trecho Baixo Chapecó

Este capítulo apresenta a subdivisão realizada na Bacia Hidrográfica do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó em compartimentos. Esta compartimentalização foi amparada tecnicamente pelas características do trecho pela análise das áreas semelhantes, considerando as variáveis delimitadoras, capazes de distinguir, espacialmente, áreas com maior homogeneidade sob o aspecto físico e biótico.

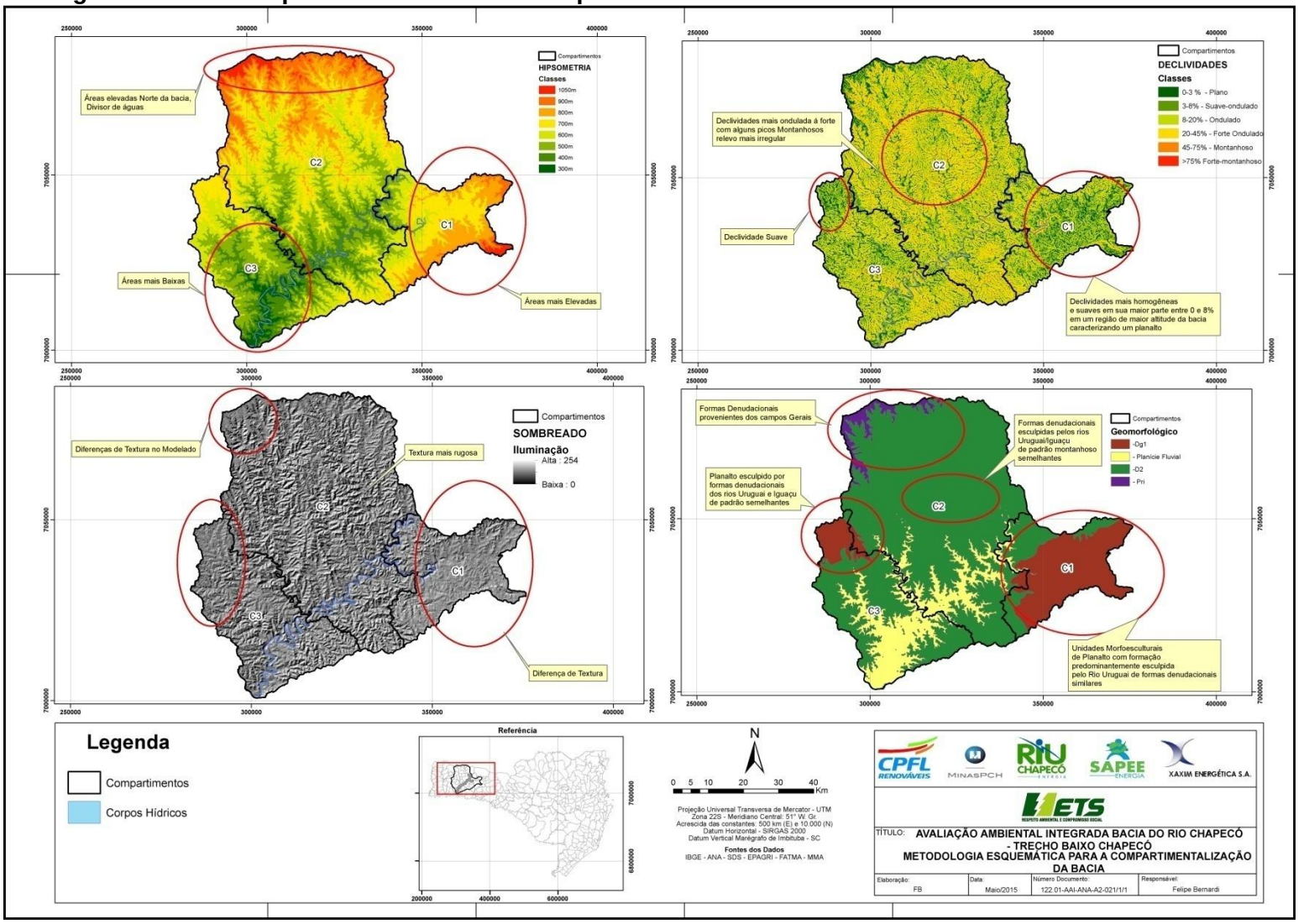
Para representar as funções de variação no tempo e no espaço de um determinado processo ou fenômeno (variáveis), foram realizadas sucessivas sobreposições dos mapeamentos obtidos na etapa de diagnóstico socioambiental no SIG, conforme Figura 7.2.1, as quais permitiram a seleção de 04 (quatro) variáveis delimitadoras:

- Hipsometria;
- Declividade;
- Modelo Sombreado do Terreno; e
- Mapeamento Geomorfológico.

Ressalta-se que os mapas apresentados na Figura 7.2.1 estão apresentados no Caderno de Mapas (122.01-AAI-FIS-A2-025-1/1, 122.01-AAI-FIS-A2-029-1/1, 122.01-AAI-FIS-A2-031-1/1, 122.01-AAI-FIS-A2-032-1/1).

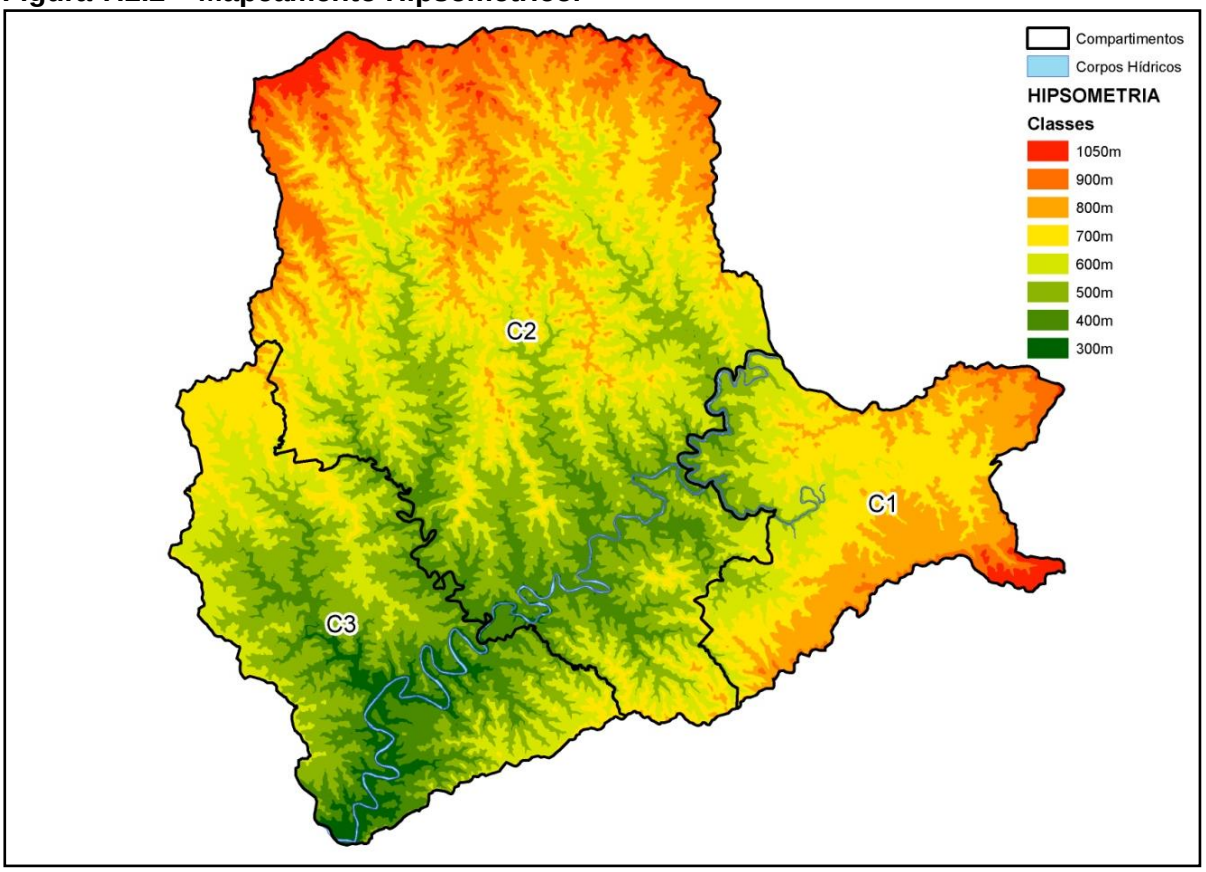
A escolha destas variáveis se deu pelo fato de que os ambientes naturais da bacia – Trecho Baixo Chapecó refletem a correlação local e particular das associações da hipsometria, declividade, modelo sombreado do terreno e geomorfologia. Percebeu-se que tais variáveis condicionaram a organização espacial desse território e sua decorrente ocupação, resultando assim na identificação de áreas homogêneas passíveis de delimitação. De forma complementar, foram utilizadas como referência informações provenientes do mapeamento do uso do solo e o mapeamento da pedologia e vegetação. Além disso, foi necessária a realização de ajustes para considerar os limites políticos dos municípios, a fim de facilitar a integração da análise socioeconômica com a ambiental.

Figura 7.2.1 – Sobreposição das Variáveis Delimitadoras no SIG para a Compartimentalização da Bacia Hidrográfica do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó.



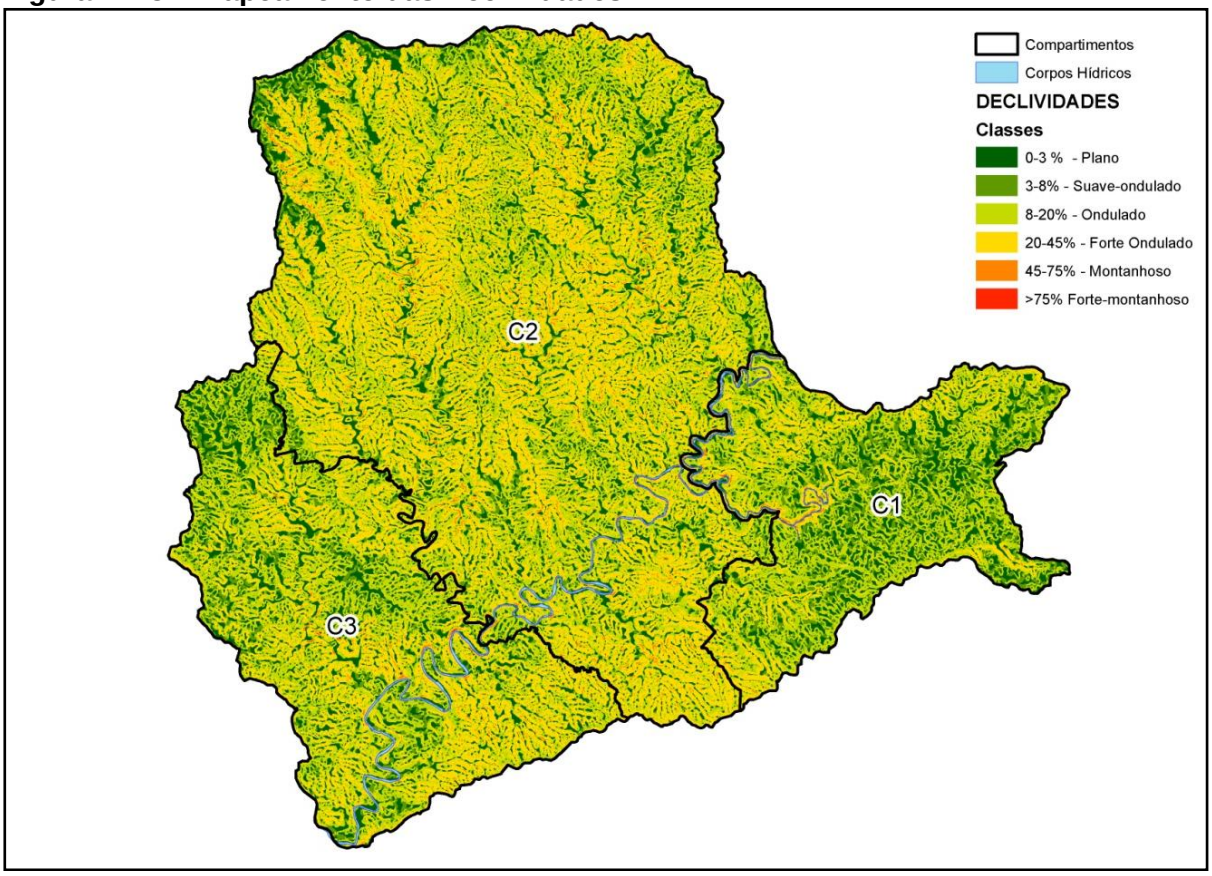
Assim, analisando o mapeamento das classes de altitudes observadas no mapa hipsométrico, observou-se que as porções leste e norte do trecho possuem classes de maiores altitudes e mais homogêneas em sua área caracterizando uma região mais plana e elevada. Já a porção sudoeste possui as altitudes mais baixas, entre 200m e 700m, conforme Figura 7.2.2.

Figura 7.2.2 – Mapeamento Hipsométrico.



No mapeamento das declividades observaram-se também semelhanças nas classes da porção leste do trecho onde a declividade ficou predominante entre 0 e 8% caracterizando um planalto. Já na porção central, percebem-se áreas de maiores declividades com picos montanhosos e com predomínio de áreas onduladas a montanhosas, com características de regiões de vales. Na porção noroeste também ocorrem áreas com declividades baixas, conforme pode ser observado na Figura 7.2.3.

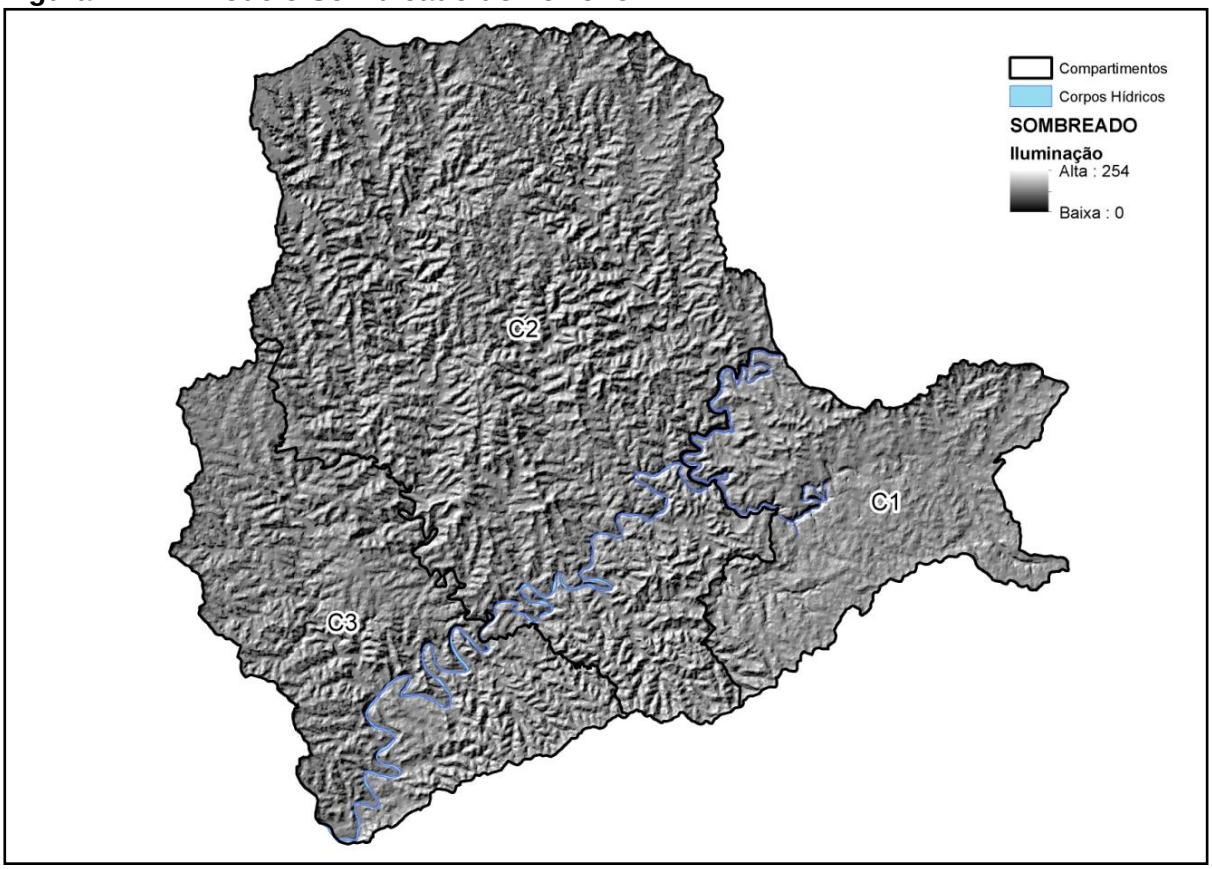
Figura 7.2.3 – Mapeamento das Declividades.



No modelo sombreado[53] do terreno foram nítidas as diferenças de textura lisa e rugosa no trecho, como o caso da área leste, onde a textura é suave, diferente da porção central, que apresenta textura rugosa, como mostra a Figura 7.2.4.

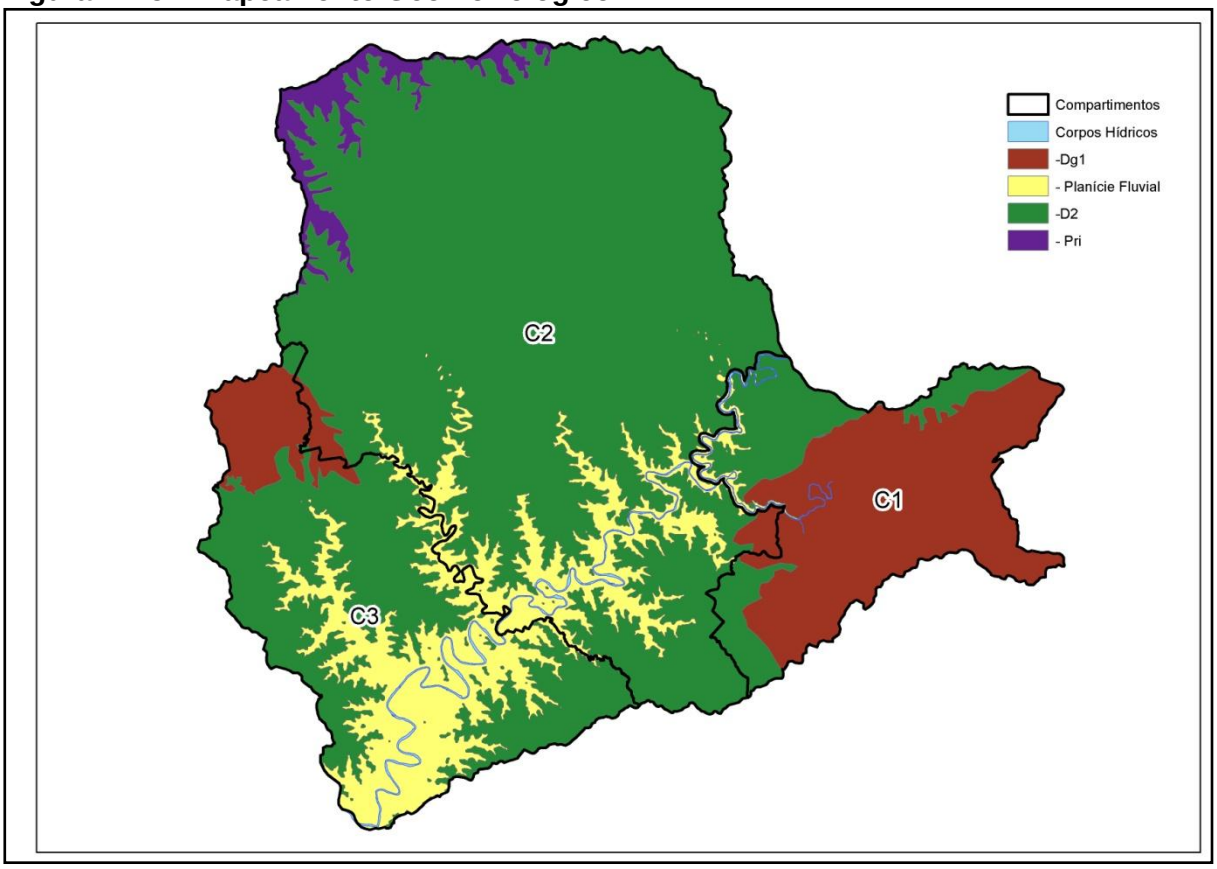
[53] De acordo com Felgueiras, et al. (2001), um Modelo Numérico de Terreno (MNT) é uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre. A partir dos modelos pode-se calcular diretamente volumes, áreas, desenhar perfis e secções transversais, gerar imagens sombreadas ou em níveis de cinza, gerar mapas de declividade e aspecto, gerar fatiamentos nos intervalos desejados e perspectivas tridimensionais**.** A imagem sombreada é útil como imagem de textura para compor uma projeção geométrica planar utilizando-se o modelo digital de terreno.

Figura 7.2.4 – Modelo Sombreado do Terreno.



No mapeamento geomorfológico observa-se o relevo esculpido por ações denudacionais, ou seja, por processos erosivos como morros, colinas, serras entre outros. O que se evidencia no mapa geomorfológico do trecho, são formas de relevo semelhantes, porém formadas por diferentes atores. Na porção leste, verificam-se formas de denudação semelhantes esculpidas pela ação do rio Uruguai. Na porção noroeste, observam-se formas de denudação semelhantes esculpidas pela ação do rio Uruguai/Iguaçu. Na porção norte, nas proximidades do divisor de águas, observa-se o padrão de forma de denudação representado pelos campos gerais Figura 7.2.1.

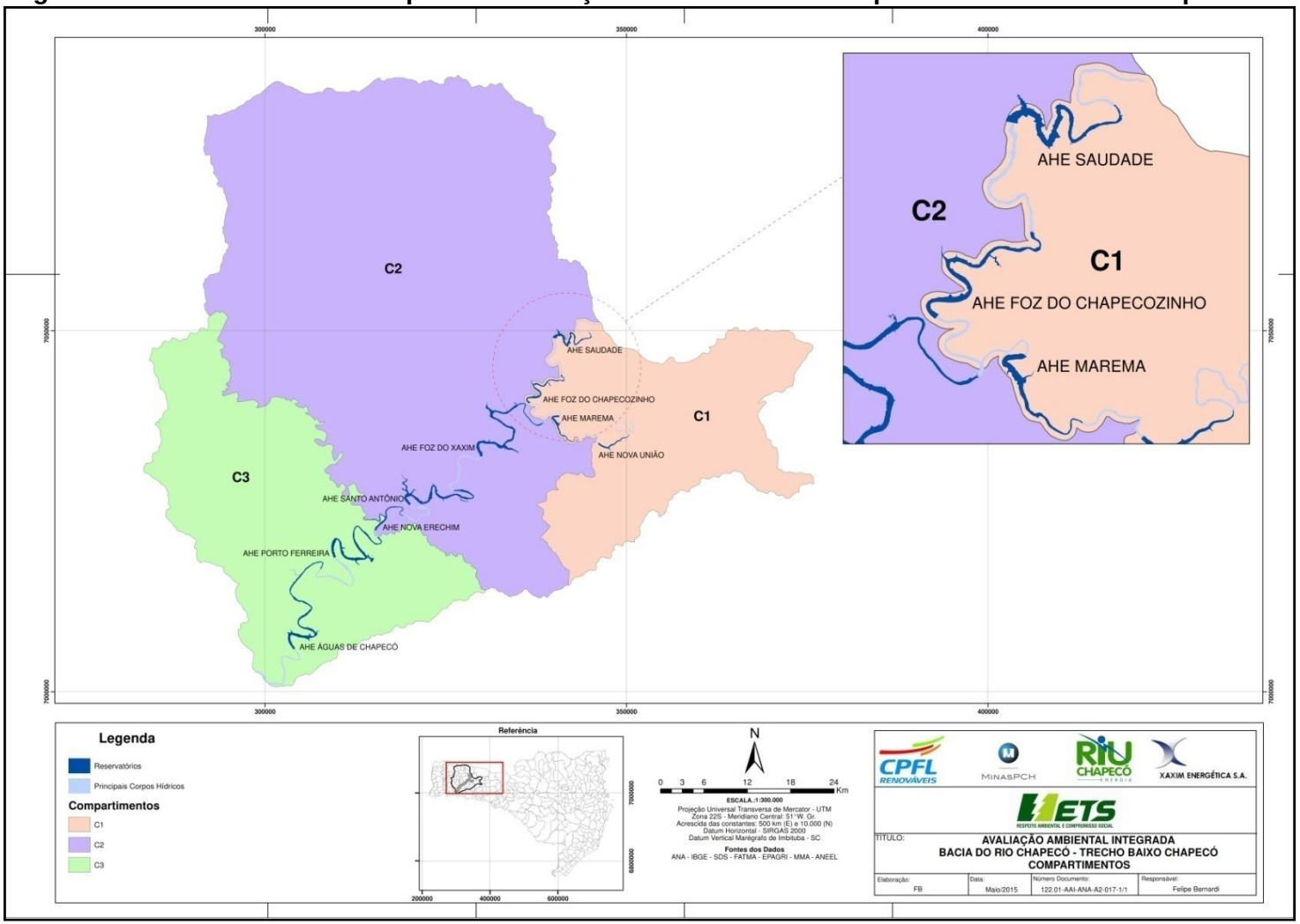
Figura 7.2.5 – Mapeamento Geomorfológico.



Após a análise individualizada de cada tema, foram identificadas áreas dentro da bacia – Trecho Baixo Chapecó com características semelhantes do ponto de vista geossistêmico, tais como: (i) áreas com altitudes diferenciadas do restante do trecho; (ii) padrões de declividades diferenciados; (iii) áreas com texturas diferentes no modelo; e (iv) feições geomorfológicas semelhantes.

Selecionadas estas áreas visualmente, definiu-se um traçado para poder separar os compartimentos, apoiando-se nas linhas da hidrografia e nos limites municipais, que, em sua grande parte, são definidos por limitadores físicos. Com isso, dividiu-se a bacia – Trecho Baixo Chapecó em três compartimentos denominados C1, C2 e C3, seguindo o próprio curso do rio. O resultado obtido foi verificado e validado pela equipe de especialistas, conforme pode ser visualizado na Figura 7.2.6. Ressalta-se que os aproveitamentos hidrelétricos Saudade e Foz do Chapecozinho tiveram áreas contidas em dois compartimentos, porém, com maior representatividade no Compartimento 1 (ver zoom da Figura). Dessa forma, as avaliações consideraram estes aproveitamentos integralmente no Compartimento 1.

Figura 7.2.6 – Resultado da compartimentalização da Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó.[54]



[54] O mapa está apresentado no Caderno de Mapas (122.01-AAI-ANA-A2-017-1/1).

Cabe ressaltar que a localização dos empreendimentos hidrelétricos previstos foi considerada, mas não foi determinante para a delimitação dos compartimentos. Sendo assim, é possível visualizar a distribuição dos aproveitamentos hidrelétricos previstos na Figura 7.2.6 e conforme Tabela 7.2.1 a seguir.

Tabela 7.2.1 – Distribuição dos aproveitamentos hidrelétricos nos compartimentos da Bacia Hidrográfica do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó.

Compartimento	Aproveitamentos Hidrelétricos Previstos
C1	Nova União, Marema, Foz do Chapecozinho e Saudade
C2	Saudade, Foz do Chapecozinho, Foz do Xaxim, Santo Antônio e Nova Erechim
C3	Porto Ferreira e Águas de Chapecó

Na Tabela 7.2.2 verifica-se o percentual de cada aproveitamento por compartimento.

Tabela 7.2.2 – Distribuição dos aproveitamentos hidrelétricos por compartimentos na Bacia Hidrográfica do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó.

Aproveitamento Hidrelétrico	Compartimento onde está inserido o Aproveitamento	Percentual de área (%)
Saudade	C1	97,18%
	C2	2,82%
Foz do Chapecozinho	C1	99,18%
	C2	0,82%
Marema	C1	100%
Nova União	C1	100%
Foz do Xaxim	C2	100%
Santo Antônio	C2	100%
Nova Erechim	C2	100%
Porto Ferreira	C3	100%
Águas de Chapecó	C3	100%

A descrição completa dos compartimentos – C1, C2 e C3, com os dados de coleta e demais informações, encontra-se nos capítulos que compõem o Diagnóstico Socioambiental (Capítulo 6).

Apresenta-se a seguir, de forma sucinta, as características preponderantes de cada compartimento.

Compartimento – C1

O Compartimento C1, localizado na parte leste da bacia – Trecho Baixo Chapecó, é caracterizado por classes de altitude entre 1.050m a 400m, possuindo

declividade mais suave e homogênea, e textura mais suave nas suas feições geomorfológicas.

É a área do Planalto Dissecado do Rio Iguaçu – Rio Uruguai, que possui menor contribuição da hidrografia, resultando em um relevo menos esculpido.

A característica do relevo possui duas representações, sendo a maior parte plana com elevações para forte-ondulado, o que configura uma área com elevação, porém aplainadas.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima predominante é o Cfa, ou seja, temperado com chuvas bem definidas ao longo do ano e verão quente. Entretanto, nas áreas onde o relevo atinge as maiores cotas, o clima foi classificado como Cfb, ou seja, possui as mesmas características anteriores, porém com verão temperado.

Em termos pedológicos, este compartimento possui 38% da área total, com Latossolos, distribuídos às margens do rio Chapecó e Chapecozinho, os quais reúnem as condições físicas e morfológicas mais favoráveis para cultura agrícola. A segunda maior porção (34%) é composta por Cambissolos que, em função das condições de relevo fortemente ondulado e do elevado grau de pedregosidade, conferem aptidão regular para atividades de silvicultura e pastagem nativa. O restante da área (28%) é composto pelos Nitossolos com aptidão para plantas de lavoura, porém atrelado a diferentes sistemas de manejo em função das condições de relevo.

Como a classificação pedológica contemplou também o levantamento de dados primários realizado na Área de Influência Local (AIL), verificou-se que este compartimento possui 33% dos solos classificados como “sem aptidão agrícola” em função das associações de solos em terreno fortemente ondulado e da presença dos Neossolos em terreno montanhoso. A ordem de Neossolos em condições de relevo plano contribui com 2% da área total da AIL e possui aptidão apenas para pastagem. Aproximadamente 37% desta área são classificadas como Nitossolo, com aptidão para pastagem e silvicultura em função do relevo fortemente ondulado. Apenas 28% possuem aptidão boa para plantas de lavoura, sendo que, destes, 7% são dependentes das condições de manejo do solo.

O rio Chapecozinho está totalmente inserido no compartimento C1 chegando até sua foz com o rio Chapecó. Logo, os AHEs Marema e Nova União estão

integralmente contidos neste compartimento. Já, os AHEs Saudade e Foz do Chapecozinho, que são aproveitamentos localizados no rio Chapecó,inseridos no compartimento C1, contém também, pequena área do reservatório (respectivos 2,82% e 0,82%) no compartimento C2 (Tabela 7.2.2).

Em relação à flora original, o Compartimento está inserido quase em sua totalidade no domínio da Floresta Ombrófila Mista (FOM), ocupando aproximadamente 80% da área do compartimento, com predomínio do pinheiro (*Araucaria angustifolia*) representando os exemplares de maior porte, acompanhadas das formações de submatas desenvolvidas e densas, sobretudo próximos ao rio Chapecó (KLEIN, 1978).

A Floresta de Faxinais ocupa menos de 5% do território deste Compartimento sendo representada por pinheiros esparsos, além da submata baixa e pouco densa. O restante da fitoecologia original local é representado originalmente pela Floresta Estacional Decidual (FED), que possui como característica principal a predominância por espécies caducifólias (KLEIN, 1978).

De acordo com os dados extraídos do Mapa de Uso do Solo (122.01-AAI-FIS-A2-034-1/1), 38% deste compartimento são compostos por vegetação nativa. Dentre os três compartimentos é o que apresenta maior extensão de área contínua de vegetação nativa preservada, especialmente nas áreas marginais do rio Chapecó, nos municípios de Entre Rios e Ipuaçu, onde está inserida a Terra Indígena Xapecó.

Importante salientar que os remanescentes florestais protegidos pela TI Xapecó apresentam-se predominantemente em condição primária e configuram o maior maciço florestal nestas condições da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina.

Conforme estudo da Ecologia da Paisagem, em função da TI Xapecó, neste compartimento estão concentrados os maiores valores para o Modelo de Qualidade Ambiental (MQA), o qual reflete o seu nível de conservação.

Em relação aos aspectos socioeconômicos verifica-se que as características dos municípios sob análise em sua esfera estrutural são bastante homogêneas. Destaca-se a já mencionada Terra Indígena Xapecó, que exerce influência nas características socioculturais da região, sendo que grande parte da população dos municípios de Ipuaçu e Entre Rios é de indígenas. São cerca de 5.000 indivíduos que transitam e utilizam dos serviços públicos e de infraestrutura destes municípios.

Compartimento – C2

O rio principal neste Compartimento é o rio Chapecó, estando totalmente inseridos no Compartimento os AHEs Foz do Xaxim, Santo Antônio e Nova Erechim.

O compartimento C2 localiza-seno centro da bacia – Trecho Baixo Chapecó e se estende de norte a sul. Pertence a este compartimento o divisor norte do trecho.

De acordo com o Modelo Sombreado do Terreno (Figura 7.2.4) é o compartimento com maior rugosidade, ficando as declividades entre 400m a 1.050m, o que leva a uma configuração de relevo de suave-ondulado a forte-ondulado.

A Geomorfologia do Compartimento C2 apresenta todas as unidades encontradas no trecho. A maior área do trecho está na Unidade Geomorfológica do Planalto Dissecado do Rio Iguaçu – Rio Uruguai, com as áreas de maior declividade nos divisores norte pertencente ao Planalto dos Campos Gerais.

O relevo se configura por dissecações fluviais em todo o Planalto Dissecado do Rio Iguaçu – Rio Uruguai. No Planalto Dissecado dos Campos Gerais a formação é de processos erosivos aerolares atuantes nos interflúvios. Também é presente no compartimento C2 a Planície Alúvio-Coluvionar, que representa o vale do rio Chapecó, ou seja, são de terrenos de natureza sedimentar e, geralmente, de baixa altitude.

Assim como no compartimento anterior, o C2 também está sob duas classificações climáticas de acordo com Köppen. No Planalto Dissecado do Rio Iguaçu – Rio Uruguai o clima é Cfa, o que significa dizer que é temperado com chuvas bem definidas ao longo do ano e verão quente, e no Planalto dos Campos Gerais o clima é Cfb, mesmas características anteriores conforme já descrito, porém com verão ameno.

Este compartimento possui 66% de seu território classificado como Cambissolo, com aptidão regular para pastagem e silvicultura. Esta ordem encontra-se dispersa por toda a área do compartimento e consiste no principal solo presente às margens do rio Chapecó. Apenas 10% da área possui aptidão para lavoura em função da presença dos Latossolos em condições de relevo suavemente ondulado e dos Nitossolos em relevo ondulado. O restante do compartimento (24%) é classificado também como Nitossolo com aptidão para agricultura, porém com sistema de manejo atrelado às condições específicas de relevo.

Na Área de Influência Local (AIL), 43% do solo foi classificado como sendo “sem aptidão agrícola” em função das associações de solos em terreno fortemente ondulado e da presença dos Neossolos em terreno montanhoso. Em terreno plano possui aptidão apenas para pastagem em função do solo raso e ocupa não mais de 3% da AIL. Ainda, em função da forte declividade e intensa pedregosidade, cerca de 35% pertence aos Nitossolos, com aptidão para pastagem nativa e silvicultura.

Os Cambissolos e os Latossolos, conhecidos pela boa aptidão para culturas anuais representam 22% do território, sendo que 9% destes possuem restrições quanto ao sistema de manejo a ser empregado.

De maneira geral, este Compartimento possui 70% de seu território composto originalmente pela Floresta Ombrófila Mista (FOM) e 25% de Floresta Estacional Decidual. O restante do território, cerca de 5% é composto por floresta de faxinais e campos (KLEIN, 1978). No caso dos campos, compreende apenas 1% do território, em porção localizada entre os municípios de Campo Erê e São Bernardino.

De acordo com os dados extraídos do Mapa de Uso do Solo (122.01-AAI-FIS-A2-034-1/1), 68% do território deste compartimento é constituído de culturas cíclicas e silvicultura; 26% da área é composta por vegetação nativa em seus diversos estágios de regeneração, representados por um mosaico com pequenos fragmentos distribuídos entre as áreas de agricultura.

Os resultados da Análise da Paisagem realizados para esta Avaliação Ambiental Integrada (AAI) indicam para este compartimento uma reduzida cobertura florestal e alta fragmentação, especialmente nas áreas de APP, próximas do rio Chapecó.

Neste compartimento, uma questão socioeconômica que pode ser evidenciada é a existência de atrativos naturais, como o Salto Saudades em Quilombo. Os municípios pertencentes a este recorte apresentam as características tradicionais rurais da região.

Compartimento – C3

O compartimento C3 abrange a foz do rio Chapecó e os AHEs Porto Ferreira e Águas de Chapecó, com as altitudes mais baixas que vão de 200m a 700m, com menos rugosidade que o compartimento anterior, porém com alguns pontos de elevações e aprofundamento de vale. Este fato se deve à geomorfologia, que é

representada pela Planície Alúvio-Coluvionar e o Planalto Dissecado do Rio Iguaçu – Rio Uruguai.

Conforme citado anteriormente, na Planície Alúvio-Coluvionar está inserido todo o curso do Trecho do Baixo Chapecó até a foz com o rio Uruguai. É nela que estão as cotas mais baixas da bacia, com 300m. O Planalto Dissecado do Rio Iguaçu – Rio Uruguai está dividido em dois tipos de modelado, onde a maior área é formada por dissecações fluviais mais esculpidas, sendo ela a área com rugosidade apresentada no Modelo Sombreado do Terreno (Figura 7.2.4) e no limite noroeste do compartimento C3 as dissecações fluviais mais homogêneas e menos esculpidas.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o compartimento C3 está totalmente inserido no clima Cfa (clima temperado, úmido e com verão quente).

A maior porção de solo (62%) é classificada como Cambissolo, com aptidão para silvicultura e pastagem. Outros 33% possuem aptidão boa para plantas de lavoura atribuídas aos Latossolos em relevo suavemente ondulado e Nitossolos em relevo ondulado. O restante (5%) é composto pelos Nitossolos atrelados à condição de relevo suavemente ondulado, com aptidão restringida em relação aos seus sistemas de manejo.

Na Área de Influência Local (AIL), 33% dos solos são classificados como “sem aptidão agrícola” em função das associações de solos em terreno fortemente ondulado e dos Neossolos em terreno montanhoso. Ainda, 30% possui aptidão para pastagem nativa e silvicultura. Em relação às terras aptas para a lavoura, a ordem de Cambissolo em relevo plano a suavemente ondulado, juntamente com os Litossolos e Nitossolo em relevo ondulado, compõe 30% da área do compartimento. Assim como nos demais compartimentos, cerca de 7% da AIL possui aptidão para plantas de lavoura, porém com sistema de manejo atrelado às condições físicas do solo.

Conforme os dados extraídos do Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina, este compartimento ocupa originalmente 49% de Floresta Ombrófila Mista e 51% de Floresta Estacional Decidual. A primeira fitoecologia representada pelos pinhais e árvores emergentes, sobretudo próximos ao rio Chapecó, sendo muito abundantes: o angico-vermelho (*Paraptadenia rigida*), a guajuvira (*Patagonula americana*) a grápia (*Apuleia leiocarpa*) e as canelas (*Nectandra megapotamica*),

(*Nectandra lanceolata*) e (*Ocotea puberula*). Já a Floresta Estacional Decidual apresenta espécies muito características, atingindo o dossel de até 25 metros, composto por árvores comuns, como: açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), camboatá-vermelho (*Cupania vernalis*) e o cedro (*Cedrela fissilis*) (KLEIN, 1978).

Atualmente, cerca de 60% deste território é destinado para agricultura, com destaque para produção de milho, soja, feijão e fumo, além das áreas de pastagem para criação de gado leiteiro e de corte. Aproximadamente 28% da área do compartimento é composta por vegetação nativa, com fragmentos mais expressivos nas regiões próximas do rio Chapecó e ao sul da bacia – Trecho Baixo Chapecó, entre os municípios de Nova Itaberaba e Chapecó.

Assim como para o Compartimento 2, em relação ao estudo da Ecologia da Paisagem, os maiores valores de MQA não estão localizadas próximo ao rio Chapecó, onde se esperaria encontrar APPs preservadas.

Neste compartimento encontram-se municípios que apresentam o potencial para o desenvolvimento turístico mais estabelecido, baseado na presença de estâncias hidrotermais, as quais estimularam o ramo da hotelaria voltado para este setor.

Com base na compartimentalização da bacia – Trecho Baixo Chapecó procedeu-se a avaliação das Sensibilidades para cada compartimento (C1, C2 e C3) no cenário atual (cenário A), conforme descrito no Capítulo 7.3, a seguir.

7.3 Análise de Sensibilidade Ambiental no Cenário Atual

Conforme descrito anteriormente, o termo sensibilidade é utilizado neste estudo de forma a identificar elementos mais susceptíveis a alterações na sua qualidade ambiental, os quais serão potencializados pela inserção dos empreendimentos hidrelétricos.

A associação dos componentes socioambientais avaliados nesta etapa permitiu a representação cartográfica da sensibilidade ambiental no âmbito da bacia – Trecho Baixo Chapecó. A composição da Sensibilidade Ambiental foi desenvolvida com base no Diagnóstico Ambiental, o qual permitiu definir os Indicadores de Sensibilidade Ambiental e as respectivas Variáveis de Análise, as quais representam as condições atuais dos recursos naturais da área em estudo.

Desse modo, a Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) foi baseada fundamentalmente nas seguintes etapas:

(i) Seleção dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental e Variáveis de Análise;

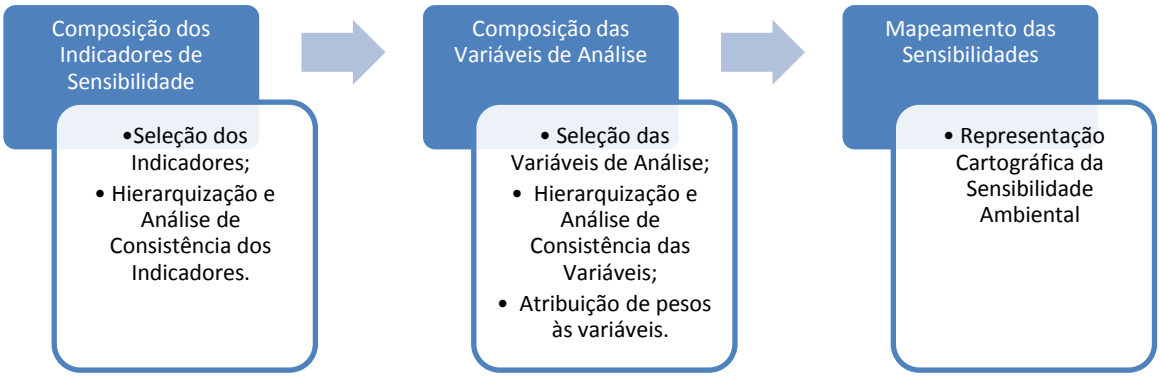
(ii) Hierarquização e Definição dos Pesos das Variáveis de Análise;

(iii) Hierarquização dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental e Obtenção do Índice de Sensibilidade Ambiental;

(iv) Mapeamento das Sensibilidades Ambientais.

A Figura 7.3.1 representa as etapas da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD).

Figura 7.3.1 – Etapas da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD).



7.3.1 Seleção dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental e Variáveis de Análise

A partir dos resultados do Capítulo 6 – Diagnóstico Socioambiental e sua respectiva síntese, foram determinados os principais elementos de qualificação socioambiental da bacia – Trecho Baixo Chapecó, bem como seus principais processos associados. Considerou-se também os empreendimentos hidrelétricos já existentes e os aspectos relacionados à ocorrência de fragilidade frente à implantação dos empreendimentos hidrelétricos projetados.

Uma vez determinados os Indicadores de Sensibilidade Ambiental, foram definidas as respectivas Variáveis de Análise, as quais permitiram avaliar as condições de integridade, pressão e interesse social, conforme preconiza o Manual de Inventário Hidroelétrico (2007).

Ressalta-se que as Variáveis de Análise que compõem os Indicadores de Sensibilidade Ambiental, respondem a critérios restritivos, como relevância, disponibilidade de representação cartográfica e diferenciação de espaços no trecho de estudo.

Conforme Sánchez (2008), os Indicadores representam de maneira prática a descrição do meio ambiente, fornecendo subsídios para a interpretação de dados ambientais. É um parâmetro que serve como medida das condições ambientais de uma área ou ecossistema.

Os Indicadores de Sensibilidade Ambiental por componente-síntese, com suas respectivas Variáveis de Análise são apresentadas na Tabela 7.3.1.

Tabela 7.3.1 – Indicadores de Sensibilidade Ambiental selecionados por Componente-Síntese para o Cenário Atual e respectivas Variáveis de Análise.

Componente-síntese	Aspecto	Indicador de Sensibilidade Ambiental	Variáveis de Análise
Recursos hídricos e ecossistemas aquáticos	**Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos, e Qualidade da água**	Qualidade da Água	Índice de Qualidade da Água - IQA
			Índice de Estado Trófico - IET
		Abundância Relativa de EPT[55]	Riqueza de Táxon de EPT
			Abundância Relativa de EPT
		Abundância Relativa de Chironomidae e Oligochaeta	Abundância Relativa de Chironomidae e Oligochaeta
	Fauna Aquática	Vulnerabilidade de Habitat para Anfíbios	Habitat para Anfíbios em Mata Ciliar de Pequenos Tributários
		Vulnerabilidade da Ictiofauna	Ocorrência de Espécies Migratórias da Ictiofauna
			Diversidade da Ictiofauna
			Riqueza da Ictiofauna
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	**Vegetação**	Níveis de Conservação Florestal	Área de Cobertura de Florestas Nativas
			Modelo de Qualidade Ambiental
		Níveis de Conservação Florestal em APP	Área de Cobertura de Floresta Nativa em Relação à Distância dos Cursos D'água
		Áreas de Interesse para a Conservação	Terra Indígena
			Unidades de Conservação de Proteção Integral e Zona de Amortecimento
			Corredor Ecológico
			Demais Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade

[55] Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera.

Componente-síntese	Aspecto	Indicador de Sensibilidade Ambiental	Variáveis de Análise
	Fauna Terrestre	Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica	Ocorrência de Habitat Florestal para a Fauna
			Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais
		Presença de Habitats para Fauna Terrestre	Ocorrência de Matas Ciliares
Socioeconomia	**Modos de Vida**	Alteração dos modos de vida	Decréscimo da População Rural e Análise da Taxa de Fecundidade ao Nível de Reposição Familiar
	Terras Indígenas	Presença de Terras Indígenas	Terras Indígenas

7.3.2 Hierarquização dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental e das Variáveis de Análise

Tendo como objetivo a minimização da subjetividade para a avaliação das sensibilidades, foi realizada a hierarquização das Variáveis de Análise correspondente a cada Indicador de Sensibilidade Ambiental, gerando como resultado um grau de ponderação para cada Variável analisada.

Os Indicadores de Sensibilidade, assim como suas variáveis de análise, também foram hierarquizados de acordo com o seu respectivo componente-síntese. Esta segunda hierarquização é a mais complexa, pois hierarquiza indicadores de sensibilidade de diferentes áreas que estão inseridos em um mesmo componente-síntese.

Deste modo, para chegar a um consenso quanto à comparação entre pares estabelecida pelo Quadro 7.3.1, foram realizadas diversas reuniões entre membros da equipe técnica, os quais definiram o grau de importância, possibilitando a hierarquização, fundamentando-se no cenário atual da bacia – Trecho Baixo Chapecó.

O método de análise hierárquica corroborou com o preconizado pelo Manual de Inventário Hidroelétrico (MME, 2007), desenvolvido por Thomas L. Saaty como ferramenta no processo decisório de classificação. Este método procura hierarquizar os elementos por meio de comparações paritárias, onde o processo de atribuição de importância relativa implica em (i,j) = 1/a (j,i) e a matriz é então definida recíproca. Em outras palavras, o elemento preferencial recebe uma nota entre 1 e 9 e o elemento preterido recebe o valor recíproco desta nota (Quadro 7.3.1) (MME, 2007).

Quadro 7.3.1 - Escala da Análise Hierárquica de Processo na comparação de pares de variáveis (Escala Fundamental de Saaty).

Intensidade de importância do elemento preferencial	Definição	Intensidade de importância do elemento preterido	Definição
1	Igual importância	1	Igual importância
3	Elemento ligeiramente mais importante	1/3	Elemento ligeiramente menos importante
5	Elemento medianamente mais importante	1/5	Elemento medianamente menos importante
7	Elemento fortemente mais importante	1/7	Elemento fortemente menos importante
9	Elemento absolutamente mais importante	1/9	Elemento absolutamente menos importante
2, 4, 6	Valores intermediários	1/2, 1/4, 1/6	Valores intermediários

Fonte: SAATY (1980) *apud* Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas – MME (2007).

A partir da matriz, foram efetuados cálculos para obtenção do autovetor de maior valor, que corresponde ao “vetor de prioridades”, expressando os pesos relativos entre os elementos comparados. Este método permite medir a consistência dos julgamentos realizados, obtendo dessa forma, resultados confiáveis. A inconsistência nos julgamentos é frequente, portanto, a matriz de comparação pareada deve ter sua consistência verificada pela comparação do Índice de Consistência (IC) (Equação 1) e Índice de Consistência Randômico (IR).

$$IC = \frac{\lambda \max - n}{n-1} \quad (4)$$

Onde:

n – Dimensão da matriz

λmax – é dado pela equação 2

$$\lambda \max = \sum_{i=1}^{n} \frac{Y1/W1}{n-1} \quad (5)$$

A razão entre IC e IR corresponde à máxima inconsistência e deve ser ≤ 0,1, que corresponde no máximo 10% de inconsistência. O Valor de IR é estabelecido conforme Quadro 7.3.2 a seguir, onde *n* corresponde à dimensão da matriz de critérios.

Quadro 7.3.2 - Valores de IR para matrizes de diferentes tamanhos.

Dimensão da matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de Consistência Randômica (IR)	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Chui, ElKamel e Fowler (2005).

Os resultados obtidos em cada um dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental foram sistematizados e inseridos em planilhas, de acordo com o seu grau de magnitude, conforme apresentado no Capítulo 7.3.5 – Resultados de Sensibilidade Ambiental.

A análise hierárquica e de consistência das Variáveis de Análise seguiu os mesmos critérios ora apresentados.

7.3.3 Obtenção do Índice de Sensibilidade Ambiental

A atribuição dos pesos para cada Variável de Análise foi realizada a partir de discussões técnicas promovidas entre os especialistas que compõem a equipe técnica deste estudo e fundamentadas nos levantamentos realizados no âmbito do Diagnóstico, conforme características peculiares a cada compartimento estudado.

Os pesos foram estabelecidos entre 0 e 1,00, considerando-se 1 (um) para o máximo grau da sensibilidade e 0 (zero) a ausência de sensibilidade, conforme Tabela 7.3.2.

Para cada Variável foi desenvolvida uma análise específica, levando em consideração seus critérios de referência estabelecidos, permitindo uma escala de quantificação específica definida pelos especialistas.

Tabela 7.3.2 – Escala de magnitude para compor os Índices de Sensibilidade Ambiental.

Grau do Índice	Magnitude
0 – 0,20	Baixa
0,21 - 0,40	Moderadamente Baixa
0,41 – 0,60	Média
0,61 – 0,80	Moderadamente Alta
0,81 – 1	Alta

Apresenta-se a seguir os critérios de classificação das Variáveis de Análise selecionadas, bem como os pesos correspondentes quanto à magnitude da sensibilidade ambiental, por componente-síntese e por compartimento.

7.3.4 Critérios de Classificação das Variáveis de Análise quanto à Magnitude

Componente-síntese: Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos

Qualidade da Água

Para ponderar as sensibilidades ambientais referentes à qualidade da água, foram levados em consideração o Índice de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET).

Para este indicador foram considerados os resultados obtidos nas duas campanhas realizadas para este estudo em 25 pontos amostrais, onde foram avaliados parâmetros físicos, químicos e comunidades aquáticas, conforme evidenciado no Capítulo 6.1.7 – Diagnóstico da Qualidade da Água.

A sensibilidade no compartimento C1 considerou os pontos: P25-QA, P12-BIO, P13-BIO E P14-BIO; no compartimento C2 os pontos: P7-BIO, P8-BIO, P9-BIO, P10-BIO, P11-BIO, P15-BIO, P20-QA, P21-QA, P22-QA, P23-QA e P24-QA; e no compartimento C3 os pontos: P1-BIO, P2-BIO, P3-BIO, P4-BIO, P5-BIO, P6-BIO, P16-QA, P17-QA, P18-QA, P19-QA.

A avaliação da sensibilidade relacionada à qualidade da água considerou as áreas mais preservadas (com melhor qualidade da água) como áreas mais sensíveis.

- **Índice de Qualidade da Água - IQA**

O Índice de Qualidade da Água (IQA)[56] abrange nove variáveis consideradas relevantes para avaliação da qualidade da água, as quais possuem seus pesos relativos e a condição com que se apresentam cada parâmetro, segundo uma escala de valores *rating* (CETESB, 2014). As variáveis consideradas no cálculo do IQA são os valores de oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, DBO, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez e sólidos totais.

O intervalo dos critérios de classificação seguiu a mesma metodologia estabelecida para o IQA.

Critérios de classificação:

Baixa: IQA de 0 a 19

Moderadamente Baixa: IQA de 20 a 36

[56] Resultados e metodologia do cálculo apresentados no Capítulo 6.1.7.

Média: IQA de 37 a 51

Moderadamente Alta: IQA de 52 a 79

Alta: IQA de 80 a 100

Compartimento	Índice de Qualidade da Água	Classificação	
		Classe	Peso
C1	62	Moderadamente Alta	0,68
C2	63	Moderadamente Alta	0,69
C3	60	Moderadamente Alta	0,67

Considerando as duas campanhas de qualidade da água realizadas, os compartimentos C1, C2 e C3 apresentaram médias de 62,60, 63,22 e 60,41, respectivamente, de valores de IQA, classificando-os como de sensibilidade moderadamente alta.

- **Índice de Estado Trófico – IET**

O Índice de Estado Trófico (IET)[57] tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia. Para o cálculo do IET foram utilizados valores de fósforo total e clorofila A. O fósforo representa uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como agente causador do processo. Já a clorofila *a* é considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando o nível de crescimento de algas em suas águas (CETESB, 2014). Os critérios de classificação foram estabelecidos com base nas diferentes classes de trofia para rios.

Critérios de classificação:

Baixa: IET >67

Moderadamente Baixa: IET de 67 a 60,3

Média: IET de 60,2 a 53,7

Moderadamente Alta: IET de 53,6 a 47

Alta: IET <47

[57] Resultados e metodologia apresentados no Capítulo 6.1.7.

Compartimento	Índice de Estado Trófico	Classificação	
		Classe	Peso
C1	48,78	Moderadamente Alta	0,75
C2	50,03	Moderadamente Alta	0,71
C3	50,47	Moderadamente Alta	0,70

Os compartimentos C1, C2 e C3 apresentaram sensibilidade moderadamente alta, com respectivamente 48,78, 50,03 e 50,47 de valores médios de IET.

Abundância Relativa de EPT

As ordens de insetos aquáticos Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) são consideradas como organismos característicos de ambientes com habitats íntegros. Assim, sua presença, abundância e riqueza, constituem indicadores de qualidade de habitat. Os índices, usando esse grupo, consideram tanto sua riqueza de táxons (riqueza-EPT) como a abundância relativa (%EPT). Desta forma, quanto maior a riqueza de táxons e abundância relativa, maior a integridade do ambiente. Para o fator EPT, considerou-se nesta avaliação os parâmetros riqueza de táxons (aqui compreendendo a riqueza de famílias) e a abundância relativa. Esses parâmetros podem ser observados na Tabela 7.3.3.

Tabela 7.3.3 – Parâmetros para a classificação de EPT.

Classe	Categoria de qualidade	Abundância Relativa - % (adaptado de CARREIRA; FIERRO, 2001)	Riqueza de famílias (adaptado de FERREIRA et al., 2011)
1	Água limpa	≥ 75	> 10
2	Aceitável	50 - 74	8-10
3	Duvidosa	25 - 49	5-7
4	Poluída	5 - 24	2-4

Para o EPT, a sensibilidade no compartimento C1 considerou os pontos: P12-BIO, P13-BIO E P14-BIO; no compartimento C2 os pontos: P7-BIO, P8-BIO, P9-BIO, P10-BIO, P11-BIO, P15-BIO; e no compartimento C3 os pontos: P1-BIO, P2-BIO, P3-BIO, P4-BIO, P5-BIO, P6-BIO.

- **Riqueza de Táxon de EPT**

Para esse parâmetro considerou-se a riqueza de famílias[58], ou seja, quanto maior o número de famílias, melhor a qualidade do ambiente, sendo aqui

[58] Resultados e metodologia apresentados no Capítulo 6.1.7.

considerados como ambientes de maior sensibilidade. Sendo assim, riqueza menor que cinco famílias é considerada área alterada ou de menor qualidade da água, como pode ser observado na Tabela 7.3.3.

Critérios de classificação:

Baixa: de 61 até 100% das amostras com menos de 5 famílias de EPT

Moderadamente Baixa: Não se aplica

Média: de 31 até 60% das amostras com menos de 5 famílias de EPT

Moderadamente Alta: Não se aplica

Alta: de 0 até 30% das amostras com menos de 5 famílias de EPT

Compartimento	Potencial da riqueza de EPT (%)	Classificação	
		Classe	Peso
C1	66,7	Baixa	0,16
C2	100	Baixa	0,00
C3	66,7	Baixa	0,16

Para a riqueza de táxon de EPT todos os compartimentos apresentaram baixa sensibilidade, haja vista que a maioria das amostras apresentou menos de cinco famílias de EPT.

- **Abundância Relativa de EPT**

Em relação ao parâmetro abundância relativa de EPT[59] pode-se considerar que quanto maior a abundância desse grupo (EPT), melhor a qualidade do ambiente. A Tabela 7.3.3 é um parâmetro para as afirmações anteriores. Sendo assim, foram definidos os critérios de classificação a seguir.

Critérios de classificação:

Baixa: de 61 até 100% das amostras com abundância relativa de EPT < que 24%

Moderadamente Baixa: Não se aplica

Média: de 31 até 60% das amostras com abundância relativa de EPT < que 24%

Moderadamente Alta: Não se aplica

Alta: de 0 até 30% das amostras com abundância relativa de EPT < que 24%

[59] Resultados e metodologia apresentados no Capítulo 6.1.7.

Compartimento	Potencial da abundância de EPT (%)	Classificação	
		Classe	Peso
C1	100	Baixa	0,00
C2	83,0	Baixa	0,09
C3	91,6	Baixa	0,05

Os três compartimentos apresentaram baixa sensibilidade em relação à abundância de EPT, pois no compartimento C1 todas amostras indicaram abundancia de EPT menor que 24%, 83% das amostras indicaram abundancia de EPT menor que 24% no compartimento C2 e 91,6% das amostras indicaram abundancia de EPT menor que 24% no compartimento C3.

Abundância Relativa de Chironomidae e Oligochaeta

- **Abundância Relativa de Chironomidae e Oligochaeta**

Os índices %Oligochaeta e %Chironomidae[60] são calculados pela relação entre a abundância relativa do número total de indivíduos da subclasse Oligochaeta e da família Chironomidae e abundância relativa do número total de indivíduos da amostra. Uma alta desproporcionalidade no número desses dois táxons pode indicar um desequilíbrio ambiental, enquanto que sua baixa proporcionalidade evidencia melhor qualidade da água. Desta forma, foram definidos os critérios de classificação a seguir, seguindo os parâmetros da Tabela 7.3.4.

Tabela 7.3.4 – Parâmetros para a classificação de Chironomidae e Oligochaeta.

Classe	Categoria de qualidade	Abundância Relativa - % Chironomidae (adaptado de FERREIRA et al., 2011)	Abundância Relativa - % Oligochaeta (adaptado de FERREIRA et al., 2011)
1	Água limpa	< 15	< 15
2	Aceitável	15 - 30	15 - 30
3	Duvidosa	31 - 45	31 - 45
4	Poluída	46 - 60	46 - 60
5	Muito Poluída	> 60	> 60

Para os índices %Oligochaeta e %Chironomidae, a sensibilidade no compartimento C1 considerou os pontos: P12-BIO, P13-BIO E P14-BIO; no compartimento C2 os pontos: P7-BIO, P8-BIO, P9-BIO, P10-BIO, P11-BIO, P15-BIO; e no compartimento C3 os pontos: P1-BIO, P2-BIO, P3-BIO, P4-BIO, P5-BIO, P6-BIO.

[60] Resultados e metodologia apresentados no Capítulo 6.1.7.

Critérios de classificação:

Baixa: de 0 até 30% das amostras com abundância relativa de Oligochaeta e Chironomidae menor que 46%

Moderadamente Baixa: Não se aplica

Média: de 31 até 60% das amostras com abundância relativa de Oligochaeta e Chironomidae menor que 46%

Moderadamente Alta: Não se aplica

Alta: de 61 até 100% das amostras com abundância relativa de Oligochaeta e Chironomidae menor que 46%

Compartimento	Potencial da abundância de Oligochaeta e Chironomidae (%)	Classificação	
		Classe	Peso
C1	33,3	Média	0,41
C2	91,6	Alta	0,95
C3	66,6	Alta	0,83

O compartimento C1 apresentou média sensibilidade em relação à abundância relativa de Oligochaeta e Chironomidae, pois 33% das amostras indicaram abundância relativa menor que 46%. Já os compartimentos C2 e C3 apresentaram alta sensibilidade, pois 91,6% e 66,6%, respectivamente, das amostras apresentaram abundância relativa de Oligochaeta e Chironomidae menor que 46%.

Vulnerabilidade de Habitat para Anfíbios

- **Habitat para Anfíbios em Mata Ciliar de Pequenos Tributários**

Pequenos tributários dos rios Chapecó, Chapecozinho e Saudades em conjunto com suas matas ciliares são ambientes significativos para a fauna, em particular para espécies de anfíbios associados a ambientes lóticos, como os do gênero *Proceratophrys* e as espécies *Vitreorana uranoscopa*, *Limnomedusa macroglossa* e *Hypsiboas curupi*, as quais são consideradas ameaçadas de extinção e, portanto, de maior preocupação quanto à conservação.

Considerando que as espécies citadas utilizam como habitat a faixa ciliar, mesmo que estreita, nos pequenos tributários, nessa variável foi considerado o percentual de cobertura florestal atual na faixa ciliar de 30 metros em cada compartimento, a fim de enquadrar no critério de classificação apresentado a seguir.

Quanto maior a cobertura florestal nessa faixa, maior a integridade e a sensibilidade do compartimento.

A atribuição dos pesos foi definida em função do Modelo de Qualidade Ambiental (MQA)[61] de cada compartimento. Neste caso, quanto maior o MQA, maior o índice, conforme a seguir.

Classificação do Compartimento	MQA baixo	MQA moderadamente baixo (C2/C3)	MQA médio (C1)	MQA moderadamente alto	MQA alto
Baixa	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20
Moderadamente Baixa	0,21	0,25	0,30	0,35	0,40
Média	0,41	0,45	0,50	0,55	0,60
Moderadamente Alta	0,61	**0,65**	**0,70**	0,75	0,80
Alta	0,81	0,85	0,90	0,95	1,00

Desta forma, todos os compartimentos enquadraram-se na classe Moderadamente Alta, pois apresentaram entre 41 e 60% de cobertura florestal ciliar (30m) nos pequenos tributários. No entanto, o peso foi maior para o compartimento C1 visto que o MQA desse é maior que o do C2 e C3.

Critérios de classificação:

Baixa: Menos de 10% de cobertura florestal ciliar (30m) nos pequenos tributários

Moderadamente Baixa: De 10 a 20% de cobertura florestal ciliar (30m) nos pequenos tributários

Média: De 21 a 40% de cobertura florestal ciliar (30m) nos pequenos tributários

Moderadamente Alta: De 41 a 60% de cobertura florestal ciliar (30m) nos pequenos tributários

Alta: Mais de 60% de cobertura florestal ciliar (30m) nos pequenos tributários

Compartimento	Porcentagem de Cobertura Florestal Ciliar (30m)	Classificação	
		Classe	Peso
C1	56%	Moderadamente Alta	0,70
C2	46%	Moderadamente Alta	0,65
C3	49%	Moderadamente Alta	0,65

[61] Resultados e metodologia apresentados no Capítulo 6.2.1

Vulnerabilidade da Ictiofauna

Para a análise desta variável foram considerados os resultados das três campanhas realizadas, em 15 pontos amostrais avaliando os seguintes parâmetros: ictiofauna e recursos pesqueiros, ictioplâncton, avaliação da rota migratória, locais de desova, de reprodução e criadouros existentes.

- **Ocorrência de espécies migratórias da Ictiofauna**

A abordagem aqui empregada tem como foco as espécies migratórias, visto que estas são as mais prejudicadas pelos represamentos, não apenas pelo bloqueio de sua rota migratória como também pela redistribuição temporal da vazão no trecho a jusante (AGOSTINHO et al., 2007). Está inserida neste contexto a ocorrência de larvas de peixes migradores em face da sua relevância biológica e dinâmica populacional. As larvas amostradas nos pontos mais elevados do rio Chapecó (montante) foram computadas como indivíduos adultos junto aos pontos localizados no trecho baixo da área de estudo (jusante) em razão do processo de migração/recrutamento (migração reprodutiva ascendente).

Critérios de classificação:

Baixa: ausência de espécies migratórias

Moderadamente Baixa: Não se aplica

Média: Não se aplica

Moderadamente Alta: Não se aplica

Alta: Ocorrência de espécies migratórias na bacia

Compartimento	Ocorrência de Espécies Migratórias	Classificação	
		Classe	Peso
C1	2	Alta	1,00
C2	2	Alta	1,00
C3	4	Alta	1,00

Esta variável de análise evidencia que a ocorrência de espécies migratórias é preponderante no Compartimento C3, justificada pelos resultados das campanhas realizadas. Porém, os Compartimentos C1 e C2 devem possuir igual representatividade, pois os indivíduos adultos das espécies migratórias utilizam os trechos do rio Chapecó localizados nesses compartimentos como rota migratória.

- **Diversidade da Ictiofauna**

Os índices baseados nas abundâncias proporcionais das espécies são as medidas de diversidade mais utilizadas em ecologia. Esses índices levam em conta, tanto a uniformidade quanto a riqueza de espécies, sendo chamados também de índices de heterogeneidade. O aumento do número de espécies ou o aumento da uniformidade das abundâncias aumenta a diversidade (índice de Shannon-Wiener), o qual apresenta maior peso para as espécies raras. Medidas de diversidade de espécies são úteis para comparar padrões em diferentes locais, gradientes e áreas ao longo do tempo.

Critérios de classificação:

Baixa: Valor da diversidade entre 0 – 1,000

Moderadamente Baixa: Valor da diversidade entre 1,001 – 2,000

Média: Valor da diversidade entre 2,001 – 3,000

Moderadamente Alta: Valor da diversidade entre 3,001 – 4,000

Alta: Valor da diversidade > 4,000

Compartimento	Média da Diversidade	Classificação	
		Classe	Peso
C1	2,359	Média	0,47
C2	2,372	Média	0,48
C3	2,595	Média	0,52

- **Riqueza da Ictiofauna**

Riqueza de espécies ou riqueza específica é um termo utilizado na ecologia para designar o número de espécies de uma determinada região, sendo a unidade fundamental para a avaliação da homogeneidade de um ambiente.

Critérios de classificação:

Baixa: Valor da riqueza entre 0 – 9

Moderadamente Baixa: Valor da riqueza entre 10 – 19

Média: Valor da riqueza entre 20 – 29

Moderadamente Alta: Valor da riqueza entre 30 – 39

Alta: Valor da riqueza >39

Compartimento	Média da Riqueza	Classificação	
		Classe	Peso
C1	15	Moderadamente Baixa	0,30
C2	15	Moderadamente Baixa	0,30
C3	21	Média	0,42

Os Compartimentos C1 e C2 apresentaram valores iguais para a média da riqueza da ictiofauna, fazendo com que os mesmos possuam igual representatividade em relação a essa variável de análise. Destaca-se a média da riqueza da ictiofauna para o Compartimento C3, superior ao resultado obtido para os outros dois compartimentos.

Componente-síntese: Meio Físico e Ecossistemas Terrestres

Níveis de Conservação Florestal

Os indicadores de sensibilidade ambiental selecionados para a análise do aspecto vegetação são configurados pelos níveis de conservação da cobertura florestal para área da bacia e para as áreas de preservação permanente, relativas às faixas marginais de cursos d'água de maneira específica.

Os níveis de conservação florestal para a área da bacia são atribuídos conforme quantitativo das métricas estabelecidas, através da contagem dos hexágonos preponderantes dentro de cada compartimento e analisados conforme as variáveis de interesse e sua respectiva metodologia:

- Área de Cobertura – mapeamento da vegetação e uso do solo e cálculo da métrica PLAND;
- Modelo de Qualidade Ambiental (MQA) – elaboração do MQA com base nas métricas da paisagem Pland, MNN e NumP.

O detalhamento dos resultados das métricas é apresentado no Diagnóstico, Capítulo 6.2.1 – Flora, Vegetação e Análise da Paisagem.

- **Área de Cobertura de Florestas Nativas**

Conforme Diagnóstico (Capítulo 6.2.1), o PLAND apresenta o percentual de uma determinada área que é pertencente a uma classe de uso do solo. Na presente

análise, a métrica PLAND[62] afere o grau de cobertura florestal das regiões estudadas.

Critérios de classificação:

Baixa: 0 até 20% de cobertura florestal nativa

Moderadamente Baixa: 21 a 40% de cobertura florestal nativa

Média: 41 a 60% de cobertura florestal nativa

Moderadamente Alta: 61 a 80% de cobertura florestal nativa

Alta: Acima de 80% de cobertura florestal nativa

Compartimento	Área de cobertura de florestas nativas preponderante	Classificação	
		Classe	Peso
C1	21 a 40%	Moderadamente Baixa	0,37
C2	21 a 40%	Moderadamente Baixa	0,40
C3	21 a 40%	Moderadamente Baixa	0,38

Em relação ao nível de conservação da cobertura florestal, através do levantamento dos quantitativos das métricas, constatou-se que para todos os compartimentos a maior representatividade de áreas contém entre 21 a 40% de sua ocupação correspondente a vegetação florestal nativa, resultando na Classe moderadamente baixa. O peso atribuído para os compartimentos variou ligeiramente entre eles em função da proporcionalidade de hexágonos que representam o PLAND para cada compartimento.

- **Modelo de Qualidade Ambiental**

Os resultados para o Modelo de Qualidade Ambiental refletem o padrão de antropização do compartimento, sendo que quanto maior a nota atribuída melhor é a qualidade ambiental do compartimento.

Critérios de classificação:

Baixa: Resultado do MQA entre 0 a 0.2

Moderadamente Baixa: Resultado do MQA entre 0.2 a 0.4

Média: Resultado do MQA entre 0.4 a 0.6

Moderadamente Alta: Resultado do MQA entre 0.6 a 0.8

[62] Resultados e metodologia apresentados no Capítulo 6.2.1

Alta: Resultado do MQA entre 0,8 a 1.00

Compartimento	Modelo de Qualidade Ambiental	Classificação	
		Classe	Peso
C1	0.4 a 0.6	Média	0,50
C2	0.2 a 0.4	Moderadamente Baixa	0,40
C3	0.2 a 0.4	Moderadamente Baixa	0,39

No caso do Compartimento C1, registrou-se a melhor pontuação em relação aos demais compartimentos em função da presença da TI Xapecó, onde a preponderância do resultado do MQA é entre 0,4 a 0,6. Para os demais compartimentos apontam-se para as menores pontuações, refletindo assim baixa cobertura florestal nativa, alta fragmentação e maior distância entre fragmentos florestais.

Níveis de Conservação Florestal em APP

Os níveis de conservação florestal para as áreas de preservação permanente foram analisados por meio do cálculo de áreas de floresta nativa em relação às distâncias dos cursos d'água de 30 m, 50 m; 100 m; 200 m e 500 m.

- **Área de Cobertura de Floresta Nativa em Relação à Distância dos Cursos D'água**

A área de cobertura de floresta nativa em relação à distância dos cursos d'água foi realizada baseando-se no mapeamento atualizado do uso do solo da bacia, considerando as distâncias dos cursos d'água de 30 m, 50 m; 100 m; 200 m e 500 m.

Critérios de classificação:

Baixa: 0 até 20% de cobertura florestal nativa

Moderadamente Baixa: 21 a 40% de cobertura florestal nativa

Média: 41 a 60% de cobertura florestal nativa

Moderadamente Alta: 61 a 80% de cobertura florestal nativa

Alta: Acima de 80% de cobertura florestal nativa

Compartimento	Cobertura de floresta nativa em relação à distância dos cursos d'água	Classificação	
		Classe	Peso
C1	35%	Moderadamente Baixa	0,35
C2	35%	Moderadamente Baixa	0,35
C3	35%	Moderadamente Baixa	0,35

Quanto aos resultados das análises sobre a proporção de florestas em relação à distância dos cursos d'água, demonstrou-se que há um incremento na cobertura florestal quanto mais próximo dos cursos d'água, com 44% para faixa dos 30m, 39% para a faixa dos 50 m, 34% para a faixa dos 100 m, 30% para a faixa dos 200 m e 30% para a faixa dos 500 m ou mais de distância.

Desta forma, baseado na média de cobertura florestal entre as distâncias de faixa ciliar (entre 30 a 500 m), obteve-se uma cobertura de 35% da área, atribuindo nível de conservação em relação à área de cobertura de floresta nativa em APP's de cursos d'água como "moderadamente baixa" para todos os compartimentos.

Áreas de Interesse para a Conservação

Frente às distintas categorias de enquadramento para as diferentes Áreas de Interesse para a Conservação (AIC) presentes na bacia do Baixo Chapecó, foram consideradas nesta análise as seguintes premissas para a definição das Variáveis de Análise: i) presença de áreas amparadas por instrumento legal e consolidadas através de Plano de Manejo, neste caso, as "Terras Indígenas" e as "Unidades de Conservação"; ii) presença de áreas prioritárias para conservação não contempladas por mecanismos legais de proteção à biodiversidade. Neste contexto, consideraram-se, quando pertinente, como critério de análise de cada variável, o percentual das áreas presentes em cada compartimento, bem como a classificação da importância ecológica estabelecida no Mapa das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Ministério de Meio Ambiente (MMA).

Desse modo, para esta análise foram consideradas:

A) TI Xapecó (Ma 580): utilizou-se como critério de análise a condição legal, a sua importância biológica estabelecida pelo MMA (2007) e presença de zona de interferência (polígono de 15 km[63]).

[63] Conforme Portaria Interministerial Nº 60/2015 .

B) Parque Estadual das Araucárias (Ma587) e respectiva Zona de Amortecimento (ZA): considerou-se o percentual da área existente em cada compartimento e sua condição legal (criado pelo Decreto Nº 293 de 30 de maio de 2003).

C) Corredor Ecológico Chapecó: considerou-se a condição legal (instituído pelo Decreto Nº 2.957 de 20 de janeiro de 2010), bem como sua "importância biológica" estabelecida pelo MMA (2007).

D) Demais Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade: para o Corredor Chapecó (Ma080), Entorno FLONA Chapecó (Ma063) e Corredor do Rio Uruguai Oeste (Ma061), as análises foram realizadas considerando a condição legal das áreas e o somatório dos percentuais presentes em cada compartimento.

No Quadro 7.3.3 são apresentadas as áreas interesse para conservação presentes na AIR e os percentuais presentes em cada compartimento.

Quadro 7.3.3 - Percentuais das áreas de interesse para a conservação por compartimento.

Compartimento	Áreas Legalmente Protegidas				Demais Áreas Prioritárias		
	A	B		C	D		
	TI (%)	UCPI - PE Araucárias (%)	ZA - PE Araucárias (%)	CE Chapecó (%)	Corredor Chapecó (%)	Corredor do Rio Uruguai - Oeste (%)	Entorno FLONA Chapecó (%)
C1	17,53	-	-	79,08**	4,64	-	-
C2	21,45*	0,004	0,03	28,04	4,61	-	-
C3	-	-	-	-	20,1	0,55	0,39

UCPI - Unidade de Conservação de Proteção Integral; ZA – Zona de Amortecimento; PE – Parque Estadual; TI – Terra Indígena; CE – Corredor Ecológico. * Zona de Interferência de TI Xapecó**Área sobreposta a TI Xapecó.

- **Terra Indígena**

Dentre as unidades indicadas no Mapa das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira estabelecidas pelo MMA (2007), com exceção da Unidade de Conservação de Proteção Integral representada pelo Parque Estadual das Araucárias, a Terra Indígena Xapecó (Ma580) consiste da única área prioritária legalmente protegida no âmbito da bacia.

De acordo com os dados extraídos do diagnóstico da Flora, Vegetação e Análise da Paisagem (Capítulo 6.2.1), em relação às demais áreas prioritárias, os

remanescentes florestais protegidos pela TI Xapecó, configuram a Área Legalmente Protegida de maior relevância na Área de Influência Regional (AIR), pois representa o maior maciço florestal em condição primária da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina.

Critérios de classificação:

Baixa: ausência ou presença de área prioritária classificada pelo MMA, porém não instituída legalmente

Moderadamente Baixa: presença de área prioritária instituída legalmente, porém ainda não citada pelo MMA ou citada como de importância biológica "insuficientemente desconhecida"

Média: presença de área prioritária legalmente instituída, classificada pelo MMA como sendo de importância "biológica alta"

Moderadamente Alta: presença de área prioritária legalmente instituída, classificada pelo MMA como sendo de importância biológica "muito alta"

Alta: presença de área prioritária legalmente instituída, classificada pelo MMA como sendo de importância biológica "extremamente alta"

Compartimento	Condição Legal / Importância Biológica	Classificação	
		Classe	Peso
C1	Legalmente Instituída/Muito Alta	Moderadamente Alta	0,80
C2	Legalmente Instituída/Alta*	Média	0,50
C3	Ausência	Baixa	0,00

* Apenas a zona de interferência dos 15 km encontra-se neste compartimento.

Conforme Mapa das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira estabelecidas pelo Ministério do Meio Ambiente, 2007, a TI Xapecó enquadra-se como sendo de importância biológica "muito alta".

No âmbito da Área de Influência Regional (AIR), a TI Xapecó encontra-se inserida em sua totalidade no Compartimento C1, ocupando 17,53% do total deste compartimento. Embora a representatividade de cobertura florestal da TI esteja presente somente no C1, considera-se sua influência no C2 através da zona de interferência de 15 km.

- **Unidades de Conservação de Proteção Integral e Zona de Amortecimento**

Ainda que em porção reduzida, recobrindo menos de 1% do território do Compartimento C2, o Parque Estadual das Araucárias constitui-se a única Unidade de Conservação de Proteção Integral presente na AIR. Esta Unidade de Conservação tem como principal objetivo conservar a amostra de Floresta Ombrófila Mista, tipologia florestal extremamente ameaçada nas suas áreas de ocorrência natural. Considerando o percentual de área presente no compartimento, para classificação do Parque Estadual das Araucárias e sua Zona de Amortecimento foram estabelecidos os seguintes critérios:

Critérios de classificação:

Baixa: Abrangendo até 20% de cobertura do compartimento

Moderadamente Baixa: Abrangendo de 21 a 40% de cobertura do compartimento

Média: Abrangendo de 41 a 60% de cobertura do compartimento

Moderadamente Alta: Abrangendo de 61 a 80% de cobertura do compartimento

Alta: Abrangendo de 81 a 100% de cobertura do compartimento

Compartimento	Percentual UCPI - PE Araucárias e Zona de Amortecimento	Classificação	
		Classe	Peso
C1	0,00%	Baixa	0,00
C2	0,03%	Baixa	0,10
C3	0,00%	Baixa	0,00

Embora de pequena magnitude, apenas o Compartimento C2 abrange área de Unidades de Conservação de Proteção Integral e Zona de Amortecimento.

- **Corredor Ecológico**

O Corredor Ecológico (CE) Chapecó foi estabelecido no âmbito do Programa de Recuperação Ambiental e Apoio ao Pequeno Produtor Rural (Projeto Microbacias2). Este corredor abrange um total de cerca de 5.000 km² de extensão e 23 municípios, situado entre a sub-bacia dos rios Chapecó e Chapecozinho. Na área de estudo abrange 1.368 Km² e 17 municípios.

Apesar de interligar importantes fragmentos florestais, inclusive áreas prioritárias para conservação, entre elas a TI Xapecó e PE das Araucárias, o CE Chapecó

abrange diferentes regiões socioeconômicas, inclusive áreas destinadas à agricultura familiar, pecuária e silvicultura.

Para esta variável de análise considerou-se a condição legal do Corredor Ecológico e sua importância biológica estabelecida pelo MMA (2007).

Critérios de classificação:

Baixa: presença de área prioritária definida pelo MMA, porém não instituída legalmente

Moderadamente Baixa: presença de área prioritária instituída legalmente, porém ainda não citada pelo MMA ou citada como de importância biológica "insuficientemente desconhecida"

Média: presença de área prioritária legalmente instituída, classificada pelo MMA como sendo de importância "biológica alta"

Moderadamente Alta: presença de área prioritária legalmente instituída, classificada pelo MMA como sendo de importância biológica "muito alta"

Alta: presença de área prioritária legalmente instituída, classificada pelo MMA como sendo de importância biológica "extremamente alta"

Compartimento	Condição Legal / Importância Biológica	Classificação	
		Classe	Peso
C1	Legalmente Instituída/Moderadamente Baixa	Moderadamente Baixa	0,35
C2	Legalmente Instituída/Moderadamente Baixa	Moderadamente Baixa	0,30
C3	-	-	-

A representatividade do Corredor Ecológico Chapecó é preponderante no Compartimento C1, onde abrange 79,08% (desconsiderando a sobreposição com a TI Xapecó – 61,55%) do total da área deste compartimento. Já no Compartimento C2, representa 28,05% do total da área deste compartimento. O Compartimento C3 não possui interferência com o CE Chapecó, desta forma o peso para este compartimento é nulo.

- **Demais Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade**

A abordagem aqui empregada tem como foco abranger as demais áreas prioritárias indicadas pelo MMA (2007) que ainda não estão contempladas por instrumentos legais de proteção ambiental. Para esta variável de análise foi considerado o somatório dos percentuais das referidas áreas inseridas nos compartimentos, nominalmente identificadas pelo Corredor Chapecó (Ma080), Entorno FLONA Chapecó (Ma063) e Corredor do Rio Uruguai Oeste (Ma061).

Critérios de classificação:

Baixa: Abrangendo até 20% da área do compartimento

Moderadamente Baixa: Abrangendo de 21 a 40% da área do compartimento

Média: Abrangendo de 41 a 60% da área do compartimento

Moderadamente Alta: Abrangendo de 61 a 80% da área do compartimento

Alta: Abrangendo de 81 a 100% da área do compartimento

Compartimento	Percentuais Áreas Prioritárias para Conservação	Classificação	
		Classe	Peso
C1	4,64%	Baixa	0,05
C2	4,61%	Baixa	0,05
C3	21,04%	Moderadamente Baixa	0,21

A maior representatividade para esta Variável de Análise é verificada no Compartimento C3, a qual possui maiores percentuais em áreas prioritárias para a conservação.

Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica

- **Ocorrência de Habitat Florestal para a Fauna**

Em termos fitogeográficos, a cobertura vegetal na bacia do Baixo Chapecó compreende a Floresta Estacional Decidual e a Floresta Ombrófila Mista. Grande parte desta cobertura foi suprimida e atualmente convertida principalmente para uso agropastoril, mas também em área de silvicultura e área urbana, acarretando diretamente na perda de habitat para a fauna, em particular para as espécies de hábitos florestais.

O habitat florestal aqui utilizado como variável de análise inclui as áreas de floresta primária e secundária em estágio médio e avançado de regeneração, tanto

para a Floresta Estacional Decidual, quanto para a Floresta Ombrófila Mista. Sendo assim, foi considerado o percentual de cobertura florestal atualmente existente por compartimento para a classificação desta variável, ou seja, quanto maior a cobertura florestal, maior a integridade e a sensibilidade.

O índice para o peso desta variável de análise também foi definido em função do MQA[64] de cada compartimento. Neste caso, quanto maior o MQA, maior o índice, conforme a seguir.

Tabela 7.3.5 – Índices de peso para o indicador Ocorrência de Habitat Florestal para a Fauna, em função do resultado do MQA por compartimento.

Classificação por Compartimento	MQA baixo	MQA moderadamente baixo (C2/C3)	MQA médio (C1)	MQA moderada-mente alto	MQA alto
Baixa	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20
Moderadamente Baixa	0,21	0,25	0,30	0,35	0,40
Média	0,41	**0,45**	0,50	0,55	0,60
Moderadamente Alta	0,61	0,65	**0,70**	0,75	0,80
Alta	0,81	0,85	0,90	0,95	1,00

Desta forma, o compartimento C1 foi incluído na classe Moderadamente Alta, pois apresentou 42% de habitat florestal, e peso 0,70 em função de seu MQA médio.

Por outro lado, C2 e C3 foram incluídos na classe Média, pois apresentaram 30% e 32% de habitat florestal, respectivamente. Para ambos, e peso foi de 0,45 em função de seu MQA moderadamente baixo, conforme quadro anterior.

Critérios de classificação:

Baixa: Menos de 10% de área de habitat florestal

Moderadamente Baixa: De 10 a 20% de área de habitat florestal

Média: De 21 a 40% de área de habitat florestal

Moderadamente Alta: De 41 a 60% de área de habitat florestal

Alta: Mais de 60% de área de habitat florestal

Compartimento	Porcentagem de área de habitat florestal	Classificação	
		Classe	Peso
C1	42%	Moderadamente Alta	0,70
C2	30%	Média	0,45
C3	32%	Média	0,45

[64] Resultados e metodologia apresentados no Capítulo 6.2.1.

- **Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais**

Muitas espécies de interesse para a conservação, incluindo espécies ameaçadas, são estritamente florestais e estão associadas a grandes fragmentos que possuem uma alta relação de área/borda. Nestas áreas, o efeito de borda é reduzido, fundamentalmente pelas alterações no microclima do interior da floresta, basicamente em função do aumento da luminosidade, aumento da temperatura e redução da umidade.

Os grandes fragmentos florestais, principalmente quando associados a áreas com alta declividade, também representam refúgio para as espécies de interesse cinegético, ou seja, que são alvo de caçadores, como cutias, pacas e veados.

Em função da supressão da vegetação principalmente para a agropecuária, a maior parte dos fragmentos florestais atualmente existentes na bacia do Baixo Chapecó apresenta pequenas dimensões e borda extensa e, desta forma, não constitui habitat adequado para os animais de hábitos florestais mais exigentes quanto à qualidade do ambiente, como *Spizaetus melanoleucus* (gavião-pato), *Dryocopus galeatus* (pica-pau-cara-canela), *Pteroglossus castanotis* (araçari-castanho), *Pyroderus scutatus* (pavó) e *Delomys dorsalis* (rato). Além dessas, espécies com ocorrência em áreas de florestas secundárias, como *Trachycephalus dibernardoi* (perereca), *Spilotes pullatus* (caninana) e *Anisolepis grilli* (lagarto), são raras e possuem poucos registros para o Baixo Chapecó, sendo também afetadas pela supressão e fragmentação das florestas.

Para a classificação desta variável foram utilizados os resultados da análise MPS[65], que representa a medida do tamanho médio dos fragmentos florestais existentes, o qual compõe o Diagnóstico – Capítulo 6.2.1 – Flora, Vegetação e Análise da Paisagem. Desta forma, quanto maior o número de hexágonos com tamanho médio do fragmento superior a 50 hectares, maior a integridade do compartimento e, portanto, maior sua sensibilidade. O índice para o peso foi definido em função do agrupamento dos hexágonos com mais de 50 hectares. Neste caso, quanto maior o agrupamento, maior o índice, conforme a seguir.

[65] Resultados e metodologia apresentados no Capítulo 6.2.1.

Tabela 7.3.6 – Índices de peso para o indicador Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais, em função do agrupamento dos hexágonos com tamanho médio do fragmento superior a 50 hectares (métrica MPS).

Classificação por Compartimento	Todos os hexágonos isolados (C3)	Metade dos hexágonos agrupada (C1/C2)	Todos os hexágonos agrupados
Baixa	**0,00**	**0,10**	0,20
Moderadamente Baixa	0,21	0,30	0,40
Média	0,41	**0,50**	0,60
Moderadamente Alta	0,61	0,70	0,80
Alta	0,81	0,90	1,00

Desta forma, o compartimento C1 foi incluído na classe Média, pois apresentou 34 hexágonos com tamanho médio do fragmento superior a 50 hectares, e peso 0,50 já que metade dos hexágonos está agrupada.

Por outro lado, C2 e C3 foram incluídos na classe Baixa, pois apresentaram apenas 8 e 2 hexágonos com tamanho médio do fragmento superior a 50 hectares, respectivamente. O peso atribuído ao compartimento C2 foi 0,10 por esse apresentar metade dos hexágonos agrupada, mas foi zero para C3 por esse apresentar os hexágonos isolados.

Critérios de classificação:

Baixa: Menos de 10 hexágonos com tamanho médio do fragmento superior a 50 hectares

Moderadamente Baixa: De 10 a 30 hexágonos com tamanho médio do fragmento superior a 50 hectares

Média: De 31 a 50 hexágonos com tamanho médio do fragmento superior a 50 hectares

Moderadamente Alta: De 51 a 70 hexágonos com tamanho médio do fragmento superior a 50 hectares

Alta: Mais de 70 hexágonos com tamanho médio do fragmento superior a 50 hectares

Compartimento	Número de hexágonos com tamanho médio do fragmento superior a 50 hectares	Classificação	
		Classe	Peso
C1	34	Média	0,50
C2	8	Baixa	0,10
C3	2	Baixa	0,00

Presença de Habitats para Fauna Terrestre

- **Ocorrência de Matas Ciliares**

As matas ciliares representam áreas remanescentes potenciais para espécies de hábitos florestais e generalistas, além de servirem, para essas espécies, como corredores para o deslocamento e colonização de fragmentos florestais ao longo da bacia do Baixo Chapecó.

As matas ciliares são fundamentais para as aves cujo ambiente avifaunístico típico é a beira de rio, como no caso de *Crotophaga major* (anu-coroca), *Nonnula rubecula* (macuru), *Hemitriccus diops* (olho-falso), *Corythopis delalandi* (estalador) e *Phylloscartes eximius* (barbudinho), que são vulneráveis em nível estadual.

Entre os mamíferos, *Chironectes minimus* (cuíca-d'água), vulnerável em nível estadual, ocorre em cursos d'água em áreas florestadas.Outras espécies associadas, ainda que não exclusivamente às matas ciliares, são, por exemplo, *Philander frenatus* (cuíca), *Myotis simus* (morcego), *Lontra longicaudis* (lontra), *Procyon cancrivorus* (mão-pelada) e *Nectomys squamipes* (rato-d'água).

Na avaliação desta variável considerou-se a cobertura florestal de mata ciliar (faixa de 100 metros) dos rios Chapecó e Chapecozinho para cada compartimento. Assim, quanto maior a cobertura florestal, maior sua integridade e sensibilidade.

O índice para o peso foi definido em função do MQA[66] do compartimento. Neste caso, quanto maior o MQA, maior o índice, conforme a seguir.

Tabela 7.3.7 – Índices de peso para o indicador Ocorrência de Matas Ciliares, em função do resultado do MQA por compartimento.

Classificação do compartimento	MQA baixo	MQA moderada-mente baixo (C2/C3)	MQA médio (C1)	MQA moderadamente alto	MQA alto
Baixa	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20
Moderadamente Baixa	0,21	0,25	0,30	0,35	0,40
Média	0,41	0,45	0,50	0,55	0,60
Moderadamente Alta	0,61	**0,65**	**0,70**	0,75	0,80
Alta	0,81	0,85	0,90	0,95	1,00

Desta forma, todos os compartimentos enquadraram-se na classe Moderadamente Alta, pois apresentaram entre 40 e 60% de cobertura florestal ciliar (100m). No entanto, o peso foi maior para C1 visto que o MQA deste compartimento é maior que o do C2 e C3.

[66] Resultados e metodologia apresentados no Capítulo 6.2.1.

Critérios de classificação:

Baixa: Menos de 10% de faixa ciliar (100m) com cobertura florestal

Moderadamente Baixa: De 10% a 20% de faixa ciliar (100m) com cobertura florestal

Média: De 21% e 40% de faixa ciliar (100m) com cobertura florestal

Moderadamente Alta: De 41% e 60% de faixa ciliar (100m) com cobertura florestal

Alta: Acima de 60% de faixa ciliar (100m) com cobertura florestal

Compartimento	Cobertura florestal na faixa ciliar (100m)	Classificação	
		Classe	Peso
C1	60%	Moderadamente Alta	0,70
C2	48%	Moderadamente Alta	0,65
C3	47%	Moderadamente Alta	0,65

Componente-síntese: Socioeconomia

Alteração dos Modos de Vida

- **Decréscimo da População Rural e Análise da Taxa de Fecundidade ao Nível de Reposição Familiar**

A análise desta variável foi construída a partir da interação de dois dados oficiais, quais sejam: i) a taxa de fecundidade; e ii) a queda da população rural. Desse modo, foi realizada a análise individual de cada dado frente à realidade da área de estudo, e após, ambos sustentaram a definição dos critérios de classificação desta variável de análise.

Conforme discutido no Capítulo 6.3.3 – Modos de Vida, a base sociocultural dos municípios pertencentes à bacia é fundamentada na pequena produção agrícola familiar, moldando os costumes, valores e determinando as formas como se dão as suas relações sociais.

A mecanização das formas de produção agrícola e seu processo de industrialização são fatores que também influenciaram os modos de vida da população do Oeste Catarinense, alterando principalmente, a dinâmica do campo e a configuração do núcleo familiar.

A necessidade de famílias numerosas onde o número de filhos agregava à força de trabalho no campo deu lugar a famílias cada vez menores, além da dificuldade de manter os jovens no campo. Esse fenômeno refletiu-se na queda do número de filhos por família que se revela na queda da taxa de fecundidade. De

acordo com o autor Yazaki*apud* (ONU, 2000), para que se garanta a reprodução familiar é necessário que a taxa de fecundidade corresponda em 2,1 filhos por mulher, fato que está diminuindo em todos os municípios da região, conforme apontam os dados do IBGE dos últimos 10 anos.

Associado a isto e ainda de acordo com o Diagnóstico, observou-se que grande parte dos municípios sofreu um declínio populacional, enquanto do ponto de vista regional não foi verificado o mesmo fenômeno, em função do crescimento dos municípios considerados polarizadores como, por exemplo, Chapecó e Xanxerê. Esse fluxo demonstra que a problemática demográfica não está na defasagem populacional e sim na evasão deste contingente dos municípios tradicionalmente mais rurais, em direção aos núcleos urbanos mais consolidados, além do declínio da população rural, em detrimento do crescimento da população urbana no interior de cada município.

Este cenário conflui para que as condições de existência de valores camponeses, como modos de falar, vestir e se comportar; possam vir a desaparecer, já que neste processo de transição, as comparações com a cultura urbana façam com que o camponês seja visto como “atrasado”, provocando assim uma crise de identidade por parte do colono.

Portanto, como forma de avaliar e valorar essa sensibilidade crescente utilizou-se a taxa de fecundidade como uma das variáveis de análise.

Para isso, o parâmetro de referência utilizado foi a determinação da Organização das Nações Unidas (ONU) da taxa de fecundidade em 2,1 filhos por mulher, como garantia do nível de reposição populacional e consequência reprodução da unidade familiar. Logo, tendo a média de fecundidade por compartimento, se o índice for acima deste valor, mais sensível está a variável; e estando abaixo deste índice, menos sensível.

A segunda variável de análise utilizada foi o valor da queda da população rural. O parâmetro de referência dessa vez foi o índice do Estado de Santa Catarina para o período de 2000 a 2010 que apresentou um decréscimo de 12,11% da população rural. Foi realizado o cálculo do decréscimo populacional rural para cada município e uma média para cada compartimento no mesmo período e posto em comparação ao do Estado.

Por fim, a qualificação e a quantificação dessa variável de análise se deram pelo cruzamento entre os dois dados supracitados, de acordo com a sua importância para a problemática. Neste caso, a taxa de fecundidade foi considerada como mais relevante uma vez que esse fenômeno ocorre dentro do núcleo familiar e aparece como o primeiro indício de uma alteração dos modos de vida. A queda da população rural é um fenômeno em nível estrutural do sistema, logo pode ser entendido como uma consequência da alteração da taxa de fecundidade.

A tabela a seguir apresenta as médias obtidas por compartimento para esta variável de análise.

Tabela 7.3.8 – Médias das variáveis de análise por compartimento.

Compartimento	Taxa de fecundidade (média)	Queda da população (média %)
C1	2,16	-11,58
C2	1,84	-24,04
C3	1,80	-8,41

Logo, a combinação entre as variáveis revelam a condição de sensibilidade entre os compartimentos do trecho da bacia.

Critérios de classificação:

Baixa: Taxa de fecundidade baixa (abaixo de 2,1 filhos por mulher) e queda da população rural alta (≥ 13%)

Moderadamente Baixa: Taxa de fecundidade baixa (abaixo de 2,1 filhos por mulher) e queda da população rural baixa (≤ 12%)

Média: Taxa de fecundidade de 2,1 filhos por mulher e queda da população rural entre 12% e 13%

Moderadamente Alta: Taxa de fecundidade alta (acima de 2,1 filhos por mulher) queda da população rural alta (≥ 13%)

Alta: Taxa de fecundidade alta (acima de 2,1 filhos por mulher) e queda da população rural baixa (≤ 12%)

Compartimento	Alteração dos modos de vida	Classificação	
		Classe	Peso
C1	Taxa de fec. ≥ 2,1 e queda da pop. Rural ≤ 12%	Alta	0,81
C2	Taxa fec. ≤ 2,1 e queda da pop. Rural ≥ 13	Baixa	0,20
C3	Taxa fec. ≤ 2,1 e queda da pop. Rural ≤ 12%	Moderadamente Baixa	0,40

Os dados mostram que a taxa de fecundidade foi fator determinante para a diferenciação entre os pesos conferidos aos compartimentos, destacando o C1 por ser o único compartimento que mantém a taxa acima do índice de referência da ONU.

Presença de Terras Indígenas

No âmbito sociocultural, a problemática das Terras Indígenas (TI) trata da relação entre os sujeitos: população indígena e não indígena; e a presença e demarcação das TIs nos espaços.

- **Terras Indígenas**

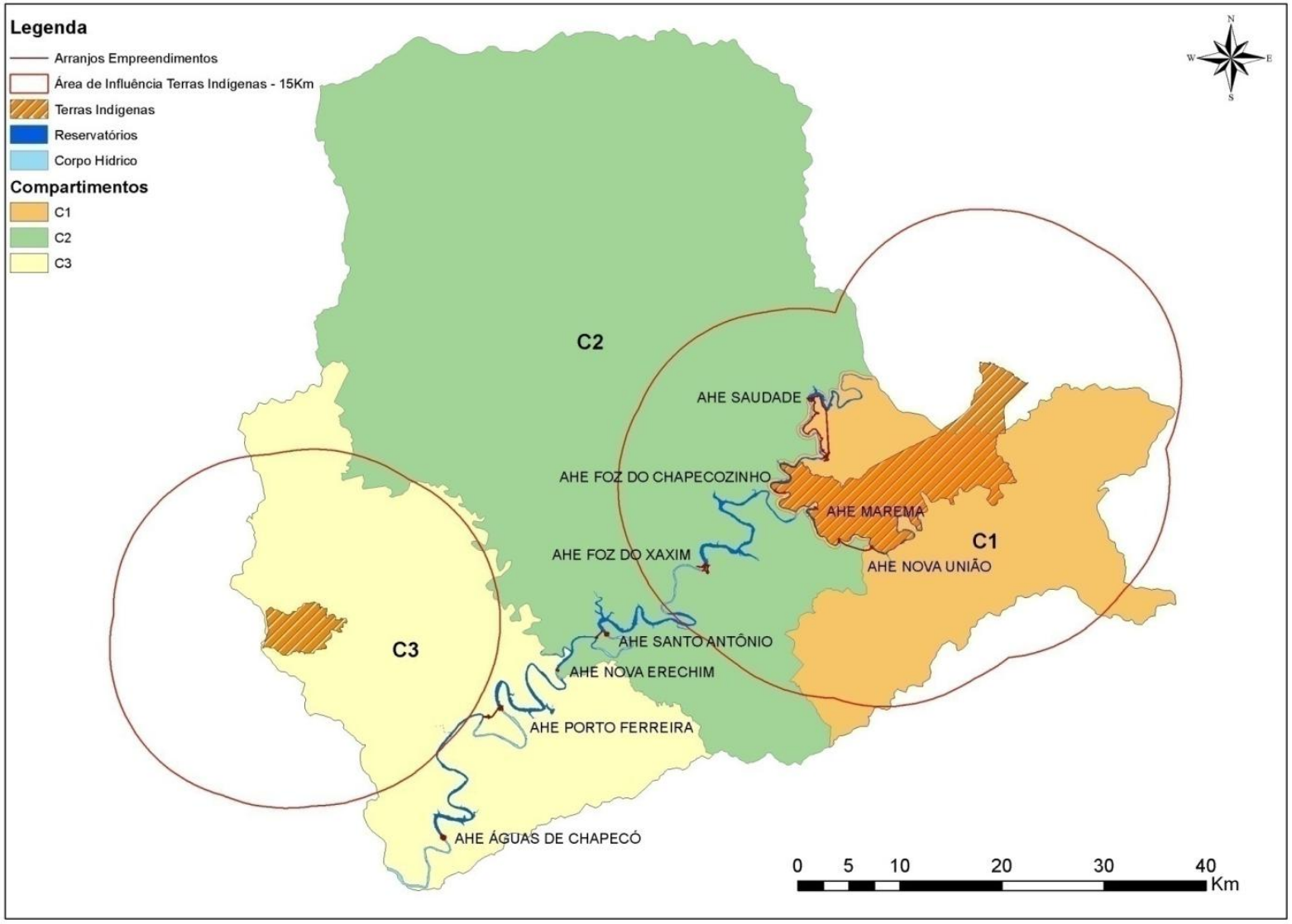
A presença de TI dentro de um compartimento o torna mais sensível à implantação de qualquer tipo de empreendimento ou projeto. O marco legal para a identificação das interferências sobre o componente indígena é definido pela Portaria Interministerial Nº 60/2015 que estabelece os parâmetros de distância para cada tipo de empreendimento em relação às terras indígenas.

No caso dos aproveitamentos hidrelétricos fora da Amazônia legal, a referida Portaria estabelece a "distância de 15 km ou área de contribuição direta ou reservatório mais 20 km a jusante". Deste modo, foram considerados os limites das TIs bem como a área de interferência circunscrita no raio de 15 km.

Visando a mensuração da sensibilidade (obtenção de pesos) de cada compartimento, foram consideradas a condição legal de cada TI (homologada e declarada) e os parâmetros definidos pela Portaria 60/2015.

De forma a ilustrar a análise realizada, apresenta-se a Figura 7.3.2, a seguir.

Figura 7.3.2 – Zona de Interferência e Terras Indígenas por compartimento.



Critérios de classificação:

Baixa: Ausência de TI e não interferência em área de 15 km (Portaria Nº 60/2015) de TI declarada

Moderadamente Baixa: Ausência de TI e não interferência em área de 15 km (Portaria Nº 60/2015) de TI homologada

Média: Presença de TI e interferência em área de 15 km (Portaria Nº 60/2015) de TI declarada

Moderadamente Alta: Ausência de TI e interferência em área de 15 km (Portaria Nº 60/2015) de TI homologada

Alta: Presença de TI homologada

Compartimento	Presença de TI	Classificação	
		Classe	Peso
C1	Presença de TI homologada	Alta	1,00
C2	Ausência de TI e interferência em área de 15 km (Portaria Nº 60/2015) de TI homologada	Moderadamente Alta	0,70
C3	Presença de TI e interferência em área de 15 km (Portaria Nº 60/2015) de TI declarada	Média	0,50

7.3.5 Resultados de Sensibilidade Ambiental

Para esta etapa foram definidos Indicadores de Sensibilidade e suas respectivas Variáveis de Análise. Para obter os Graus de Ponderação (W) foram realizadas duas hierarquizações, sendo uma referente às Variáveis de Análise (WV) e outra dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental (WI).

Posteriormente às hierarquizações, foram realizadas reuniões técnicas com a participação da equipe multidisciplinar com o objetivo de atribuir pesos às Variáveis de Análise. Os pesos relativos a cada Variável de Análise (PV) foram multiplicados pelo seu respectivo Grau de Ponderação (WV):

PV x WV

PV=Peso atribuído às Variáveis de Análise

WV=Grau de Ponderação das Variáveis de Análise

Os resultados obtidos com a multiplicação entre PV e WV foram somados por Indicador de Sensibilidade Ambiental, resultando nos respectivos Pesos dos Indicadores (PI).

Com os Pesos dos Indicadores (PI) obtidos, foi realizada a multiplicação destes pelos respectivos Graus de Ponderação dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental (WI):

PI x WI
PI=Peso dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental WI=Grau de Ponderação dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental

Os resultados obtidos nesta multiplicação foram somados por Componente-síntese, resultando nos respectivos Índices de Sensibilidade Ambiental (ISA).

Na Tabela 7.3.9, Tabela 7.3.10 e Tabela 7.3.11 são apresentados os cálculos realizados para estabelecer os Índices de Sensibilidade Ambiental (ISA) de cada Componente-síntese, por Compartimento (C1, C2 e C3).

Tabela 7.3.9 – Avaliação Ambiental Distribuída – Compartimento C1.

Componente-Síntese	Indicadores de Sensibilidade Ambiental	W Indicadores (WI)	Variáveis de Análise	W Variáveis (WV)	Peso Variáveis (PV)	WV x PV	Peso Indicadores (PI)	WI x PI	ISA
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Qualidade da Água	0,06	Índice de Qualidade da Água – IQA	0,50	0,68	0,34	0,72	0,05	**0,35**
			Índice de Estado Trófico – IET	0,50	0,75	0,38			
	Abundância Relativa de EPT	0,25	Riqueza de Táxon de EPT	0,12	0,16	0,02	0,02	0,00	
			Abundância Relativa de EPT	0,88	0,00	0,00			
	Abundância Relativa de Chironomidae e Oligochaeta	0,25	Abundância Relativa de Chironomidae e Oligochaeta	1,00	0,41	0,41	0,41	0,10	
	Vulnerabilidade de Habitat para Anfíbios	0,03	Habitat para Anfíbios em Mata Ciliar de Pequenos Tributários	1,00	0,70	0,70	0,70	0,02	
	Vulnerabilidade da Ictiofauna	0,42	Ocorrência de Espécies Migratórias da Ictiofauna	0,14	1,00	0,14	0,42	0,18	
			Diversidade da Ictiofauna	0,14	0,47	0,07			
			Riqueza da Ictiofauna	0,71	0,30	0,21			
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Níveis de Conservação Florestal	0,28	Área de Cobertura de Florestas Nativas	0,20	0,37	0,07	0,47	0,13	**0,55**
			Modelo de Qualidade Ambiental	0,80	0,50	0,40			
	Níveis de Conservação Florestal em APP	0,13	Área de Cobertura de Floresta Nativa em Relação à Distância dos Cursos D'água	1,00	0,35	0,35	0,35	0,05	
	Áreas de Interesse para a Conservação	0,28	Terra Indígena	0,66	0,80	0,53	0,57	0,16	
			Unidades de Conservação de Proteção Integral e Zona de Amortecimento	0,18	0,00	0,00			
			Corredor Ecológico	0,10	0,35	0,04			
			Demais Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade	0,06	0,05	0,00			

Componente-Síntese	Indicadores de Sensibilidade Ambiental	W Indicadores (WI)	Variáveis de Análise	W Variáveis (WV)	Peso Variáveis (PV)	WV x PV	Peso Indicadores (PI)	WI x PI	ISA
	Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica	0,04	Ocorrência de Habitat Florestal para a Fauna	0,67	0,70	0,47	0,63	0,03	
			Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais	0,33	0,50	0,17			
	Presença de Habitats para Fauna Terrestre	0,28	Ocorrência de Matas Ciliares	1,00	0,70	0,70	0,70	0,19	
Socioeconomia	Alteração dos Modos de Vida	0,25	Decréscimo da População Rural e Análise da Taxa de Fecundidade ao Nível de Reposição Familiar	1,00	0,81	0,81	0,81	0,20	**0,95**
	Presença de Terras Indígenas	0,75	Terras Indígenas	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	

* Os valores apresentados estão arredondados para duas casas decimais.

WI=Grau de Ponderação dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental. WV=Grau de Ponderação das Variáveis de Análise. PV=Peso atribuído às Variáveis de Análise. PI=Peso dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental. ISA=Índice de Sensibilidade Ambiental.

Tabela 7.3.10 – Avaliação Ambiental Distribuída – Compartimento C2.

Componente-Síntese	Indicadores de Sensibilidade Ambiental	W Indicadores (WI)	Variáveis de Análise	W Variáveis (WV)	Peso Variáveis (PV)	WV x PV	Peso Indicadores (PI)	WI x PI	ISA
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Qualidade da Água	0,06	Índice de Qualidade da Água – IQA	0,50	0,69	0,35	0,70	0,04	**0,49**
			Índice de Estado Trófico – IET	0,50	0,71	0,36			
	Abundância Relativa de EPT	0,25	Riqueza de Táxon de EPT	0,12	0,00	0,00	0,08	0,02	
			Abundância Relativa de EPT	0,88	0,09	0,08			
	Abundância Relativa de Chironomidae e Oligochaeta	0,25	Abundância Relativa de Chironomidae e Oligochaeta	1,00	0,95	0,95	0,95	0,23	
	Vulnerabilidade de Habitat para Anfíbios	0,03	Habitat para Anfíbios em Mata Ciliar de Pequenos Tributários	1,00	0,65	0,65	0,65	0,02	
	Vulnerabilidade da Ictiofauna	0,42	Ocorrência de Espécies Migratórias da Ictiofauna	0,14	1,00	0,14	0,43	0,18	
			Diversidade da Ictiofauna	0,14	0,48	0,07			
			Riqueza da Ictiofauna	0,71	0,30	0,21			
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Níveis de Conservação Florestal	0,28	Área de Cobertura de Florestas Nativas	0,20	0,40	0,08	0,40	0,11	**0,45**
			Modelo de Qualidade Ambiental	0,80	0,40	0,32			
	Níveis de Conservação Florestal em APP	0,13	Área de Cobertura de Floresta Nativa em Relação à Distância dos Cursos D'água	1,00	0,35	0,35	0,35	0,05	
	Áreas de Interesse para a Conservação	0,28	Terra Indígena	0,66	0,50	0,33	0,38	0,11	
			Unidades de Conservação de Proteção Integral e Zona de Amortecimento	0,18	0,10	0,02			
			Corredor Ecológico	0,10	0,30	0,03			
			Demais Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade	0,06	0,05	0,00			

Componente-Síntese	Indicadores de Sensibilidade Ambiental	W Indicadores (WI)	Variáveis de Análise	W Variáveis (WV)	Peso Variáveis (PV)	WV x PV	Peso Indicadores (PI)	WI x PI	ISA
	Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica	0,04	Ocorrência de Habitat Florestal para a Fauna	0,67	0,45	0,30	0,33	0,01	
			Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais	0,33	0,10	0,03			
	Presença de Habitats para Fauna Terrestre	0,28	Ocorrência de Matas Ciliares	1,00	0,65	0,65	0,65	0,18	
Socioeconomia	Alteração dos Modos de Vida	0,25	Decréscimo da População Rural e Análise da Taxa de Fecundidade ao Nível de Reposição Familiar	1,00	0,20	0,20	0,20	0,05	**0,58**
	Presença de Terras Indígenas	0,75	Terras Indígenas	1,00	0,70	0,70	0,70	0,53	

* Os valores apresentados estão arredondados para duas casas decimais.

WI=Grau de Ponderação dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental. WV=Grau de Ponderação das Variáveis de Análise. PV=Peso atribuído às Variáveis de Análise. PI=Peso dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental. ISA=Índice de Sensibilidade Ambiental.

Tabela 7.3.11 – Avaliação Ambiental Distribuída – Compartimento C3.

Componente-Síntese	Indicadores de Sensibilidade Ambiental	W Indicadores (WI)	Variáveis de Análise	W Variáveis (WV)	Peso Variáveis (PV)	WV x PV	Peso Indicadores (PI)	WI x PI	ISA
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Qualidade da Água	0,06	Índice de Qualidade da Água – IQA	0,50	0,67	0,34	0,69	0,04	**0,50**
			Índice de Estado Trófico – IET	0,50	0,70	0,35			
	Abundância Relativa de EPT	0,25	Riqueza de Táxon de EPT	0,12	0,16	0,02	0,06	0,02	
			Abundância Relativa de EPT	0,88	0,05	0,04			
	Abundância Relativa de Chironomidae e Oligochaeta	0,25	Abundância Relativa de Chironomidae e Oligochaeta	1,00	0,83	0,83	0,83	0,20	
	Vulnerabilidade de Habitat para Anfíbios	0,03	Habitat para Anfíbios em Mata Ciliar de Pequenos Tributários	1,00	0,65	0,65	0,65	0,02	
	Vulnerabilidade da Ictiofauna	0,42	Ocorrência de Espécies Migratórias da Ictiofauna	0,14	1,00	0,14	0,52	0,21	
			Diversidade da Ictiofauna	0,14	0,52	0,07			
			Riqueza da Ictiofauna	0,71	0,42	0,30			
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Níveis de Conservação Florestal	0,28	Área de Cobertura de Florestas Nativas	0,20	0,38	0,08	0,39	0,11	**0,35**
			Modelo de Qualidade Ambiental	0,80	0,39	0,31			
	Níveis de Conservação Florestal em APP	0,13	Área de Cobertura de Floresta Nativa em Relação à Distância dos Cursos D'água	1,00	0,35	0,35	0,35	0,05	
	Áreas de Interesse para a Conservação	0,28	Terra Indígena	0,66	0,00	0,00	0,01	0,00	
			Unidades de Conservação de Proteção Integral e Zona de Amortecimento	0,18	0,00	0,00			
			Corredor Ecológico	0,10	0,00	0,00			
			Demais Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade	0,06	0,21	0,01			

Componente-Síntese	Indicadores de Sensibilidade Ambiental	W Indicadores (WI)	Variáveis de Análise	W Variáveis (WV)	Peso Variáveis (PV)	WV x PV	Peso Indicadores (PI)	WI x PI	ISA
	Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica	0,04	Ocorrência de Habitat Florestal para a Fauna	0,67	0,45	0,30	0,30	0,01	
			Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais	0,33	0,00	0,00			
	Presença de Habitats para Fauna Terrestre	0,28	Ocorrência de Matas Ciliares	1,00	0,65	0,65	0,65	0,18	
Socioeconomia	Alteração dos Modos de Vida	0,25	Decréscimo da População Rural e Análise da Taxa de Fecundidade ao Nível de Reposição Familiar	1,00	0,40	0,40	0,40	0,10	**0,48**
	Presença de Terras Indígenas	0,75	Terras Indígenas	1,00	0,50	0,50	0,50	0,38	

* Os valores apresentados estão arredondados para duas casas decimais.

WI=Grau de Ponderação dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental. WV=Grau de Ponderação das Variáveis de Análise. PV=Peso atribuído às Variáveis de Análise. PI=Peso dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental. ISA=Índice de Sensibilidade Ambiental.

Os resultados apresentados na Tabela 7.3.12 correspondem ao Índice de Sensibilidade Ambiental (ISA) de cada Componente-síntese, por compartimento.

Tabela 7.3.12 – Resultado Final – Pontuação dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental (ISA) nos Compartimentos da Bacia (Cenário Atual).

Componente-Síntese	Índice de Sensibilidade Ambiental		
	C1	C2	C3
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	0,55	0,45	0,35
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	0,35	0,49	0,50
Socioeconomia	0,95	0,58	0,48

A seguir descreve-se a análise dos resultados da Sensibilidade Ambiental dos Compartimentos C1, C2 e C3, por Componente-síntese.

Meio Físico e Ecossistemas Terrestres

A representatividade deste componente-síntese no Compartimento C1 é atribuída às condições de preservação existente neste compartimento.

Relaciona-se ainda a esta condição de preservação, a ocorrência de fragmentos florestais representativos, cuja importância torna-se fundamental para a manutenção da biodiversidade.

Nesta condição, identifica-se como preponderante o aspecto da flora atual contida na TI Xapecó, bem como a sua representatividade em relação aos demais compartimentos analisados.

Conforme dados do diagnóstico (Capítulo 6.2.1) indicam para o Compartimento C2 e C3 uma reduzida cobertura florestal e alta fragmentação, especialmente nas áreas de APP, próximas do rio Chapecó.

Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos

A análise deste componente-síntese torna-se mais representativa pelos aspectos de ictiofauna analisados, bem como os aspectos relacionados aos bioindicadores[67] avaliados.

Desse modo, tem-se nos Compartimentos C2 e C3 a maior representatividade quanto a estes dois aspectos, permitindo caracterizar que a maior abundância dos bioindicadores está contida nestes compartimentos.

[67] Caracterizados pela abundância relativa do EPT e abundância relativa de Chiromidae e Oligocheta.

Contudo, embora de maneira menos representativa, o C1 também possui características de preservação ambiental relacionadas a este componente-síntese, especialmente no que tange aos aspectos da fauna relacionados ao habitat para os anfíbios.

Socioeconomia

Este componente-síntese torna-se de maior representatividade no Compartimento C1 fundamentalmente pelas peculiaridades relacionadas à presença da Terra Indígena Xapecó e a variável alteração do modo de vida.

Já no C2 e C3 considerando a Portaria Interministerial 60/2015 levou-se em consideração os parâmetros de distância em relação às terras indígenas, sendo mais representativo no C2 a proximidade e os limites da TI Xapecó.

Na Figura 7.3.3, Figura 7.3.4 e Figura 7.3.5 apresentam-se os resultados da análise de sensibilidade ambiental por Compartimento (C1, C2 e C3).

Figura 7.3.3 – Análise de Sensibilidade Ambiental – Compartimento C1.

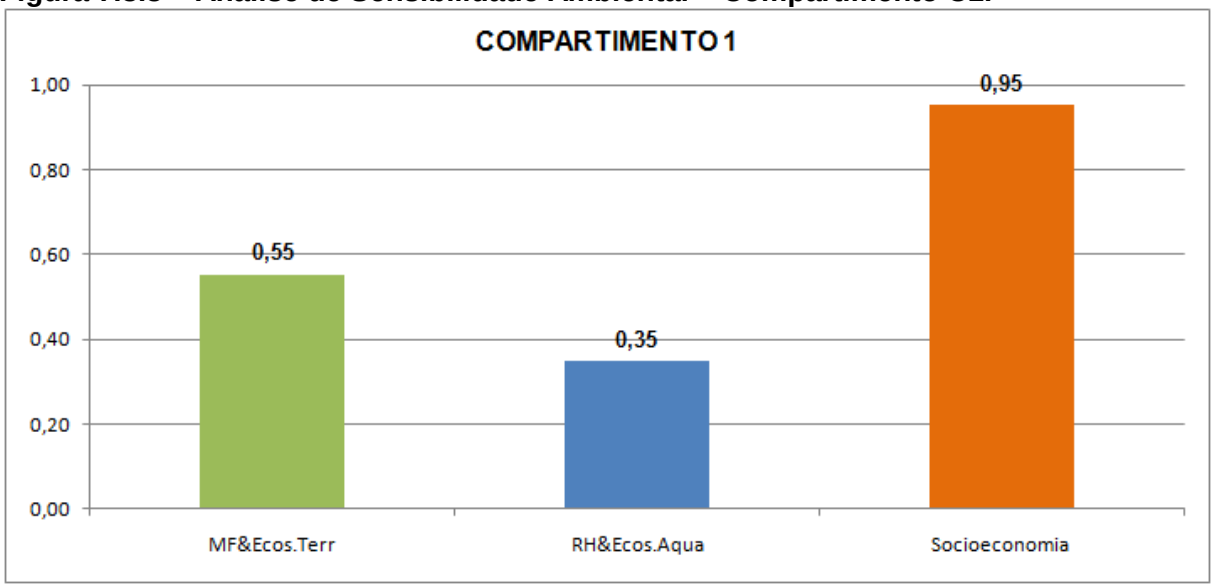


Figura 7.3.4 – Análise de Sensibilidade Ambiental – Compartimento C2.

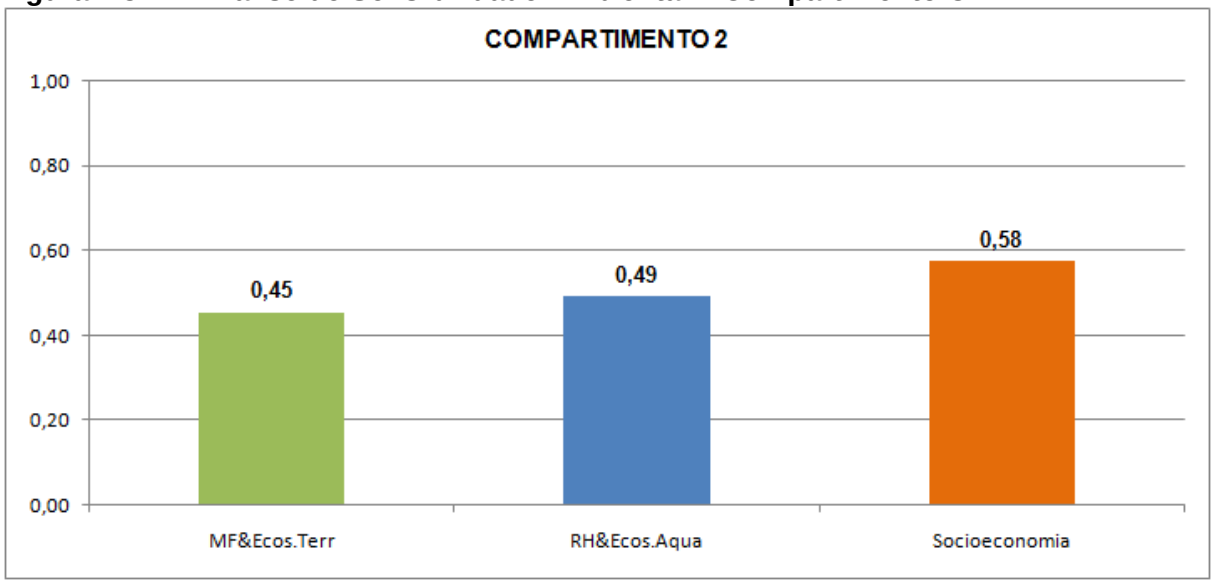
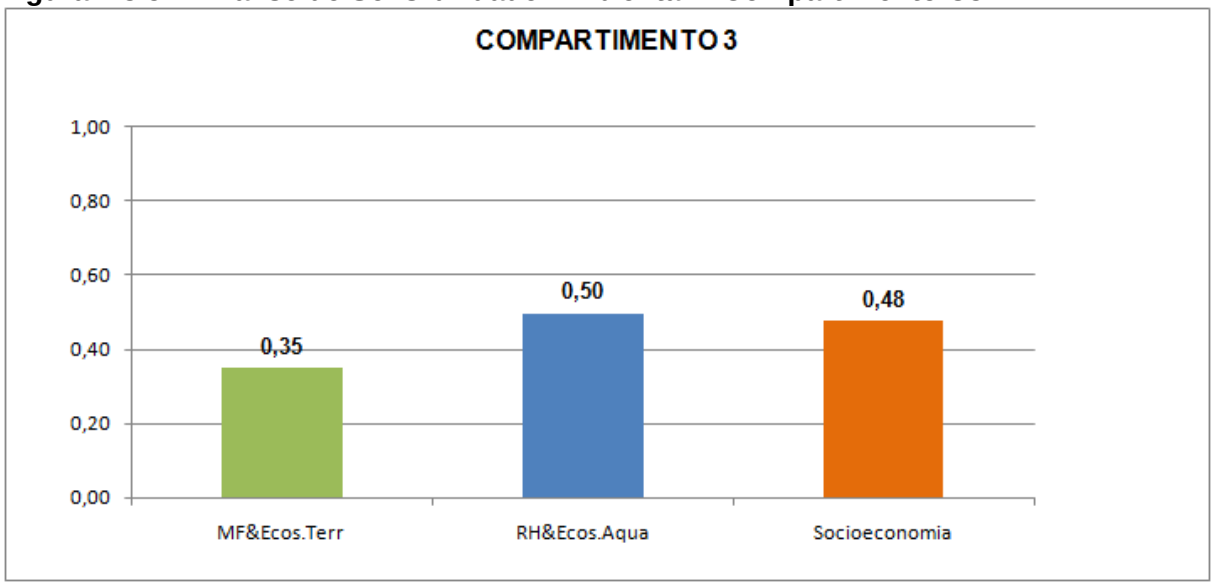


Figura 7.3.5 – Análise de Sensibilidade Ambiental – Compartimento C3.



7.3.6 Espacialização dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental

Fundamentando-se nas análises realizadas dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental e nas respectivas Variáveis de Análise, foi realizada a integração da base cartográfica, resultando nos Mapas de Sensibilidade Ambiental.

Para esta representação espacial utilizou-se uma escala gradual de cores, a qual possui intervalo entre verde e vermelho, com cores intermediárias (amarelo, laranja e seus variados tons).

O menor Índice de Sensibilidade Ambiental (ISA) é representado pela cor verde, e o maior é representado pelo vermelho, ou seja, quanto mais sensível, mais avermelhada será a sua representação no mapa, e quanto menos sensível for, mais verde será a sua representação no mapa.

O produto cartográfico final da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) é, portanto, a composição de um mapa para cada Componente-síntese: Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, Meio Físico e Ecossistemas Terrestres e Socioeconomia, onde cada um destes contempla os resultados de cada Compartimento (C1, C2 e C3), conforme relacionado no Quadro 7.3.4.

Quadro 7.3.4 - Mapas de Sensibilidade Ambiental do Cenário Atual.

Código	Título
122.01-AAI-ANA-043-1/3	Mapa de Sensibilidade do Meio Físico e Ecossistema Terrestre
122.01-AAI-ANA-043-2/3	Mapa de Sensibilidade dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos
122.01-AAI-ANA-043-3/3	Mapa de Sensibilidade da Socioeconomia

Os mapas são apresentados a seguir.

Figura 7.3.6 – Mapa de Sensibilidade do Meio Físico e Ecossistema Terrestre.

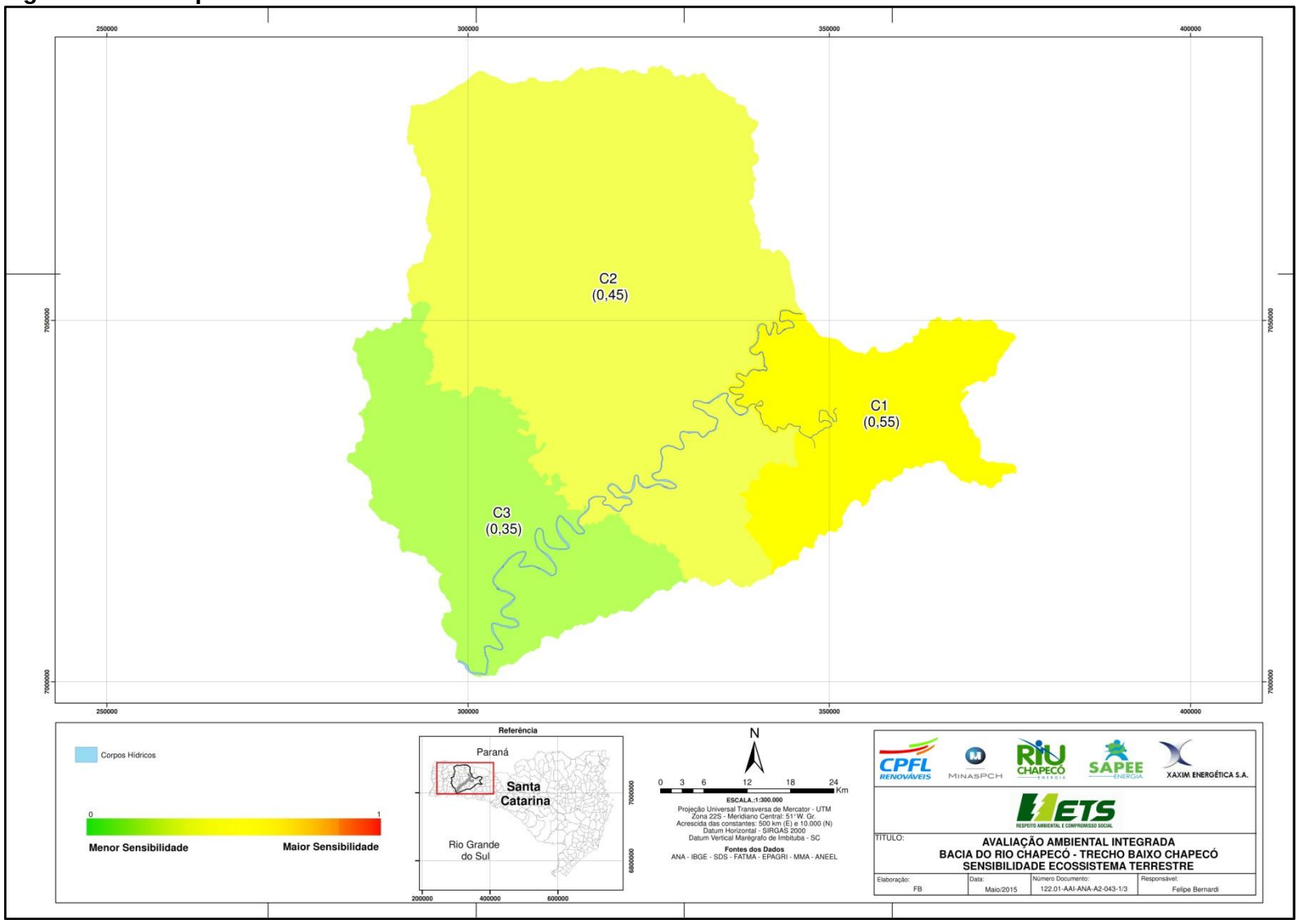


Figura 7.3.7 – Mapa de Sensibilidade dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos.

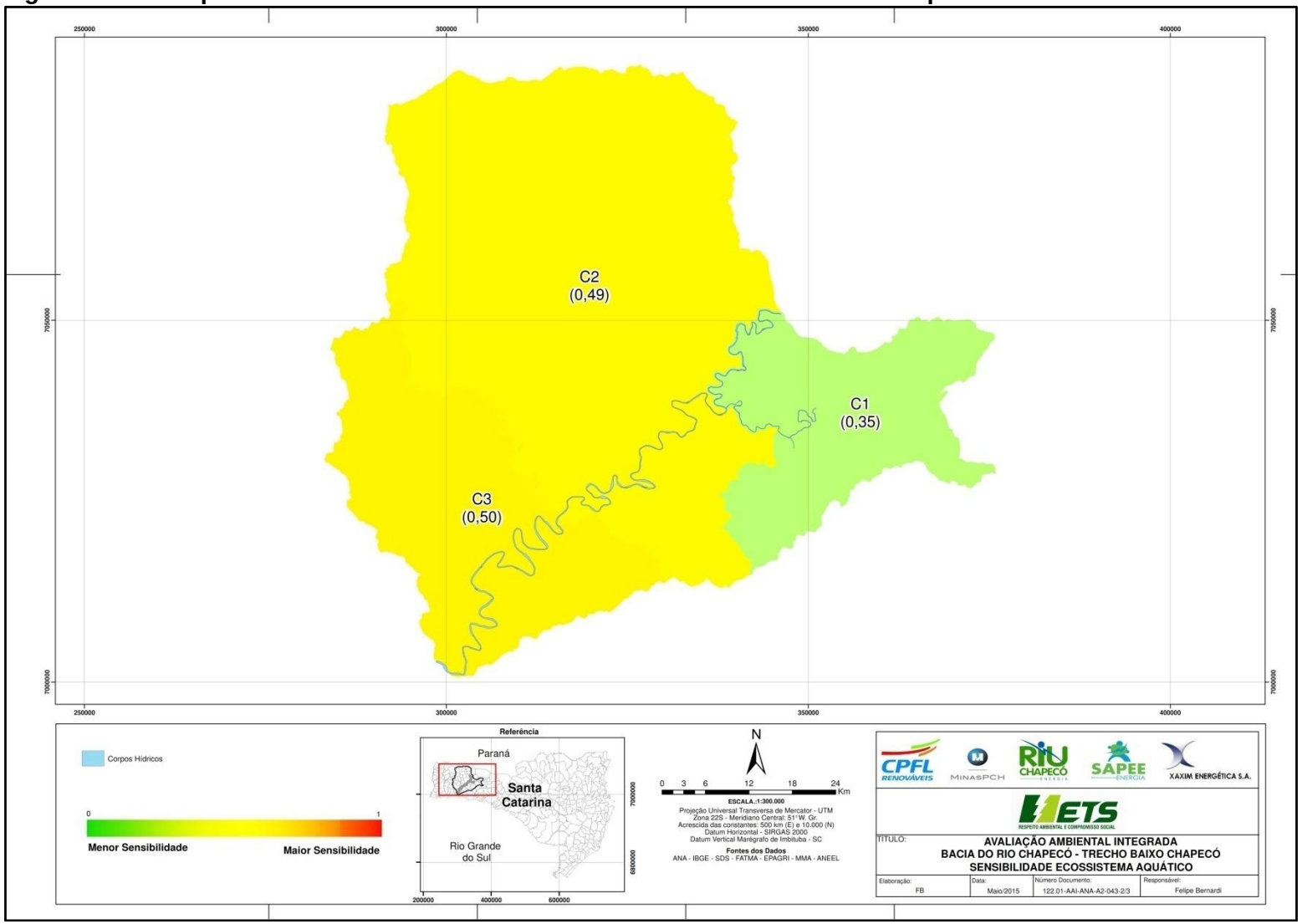
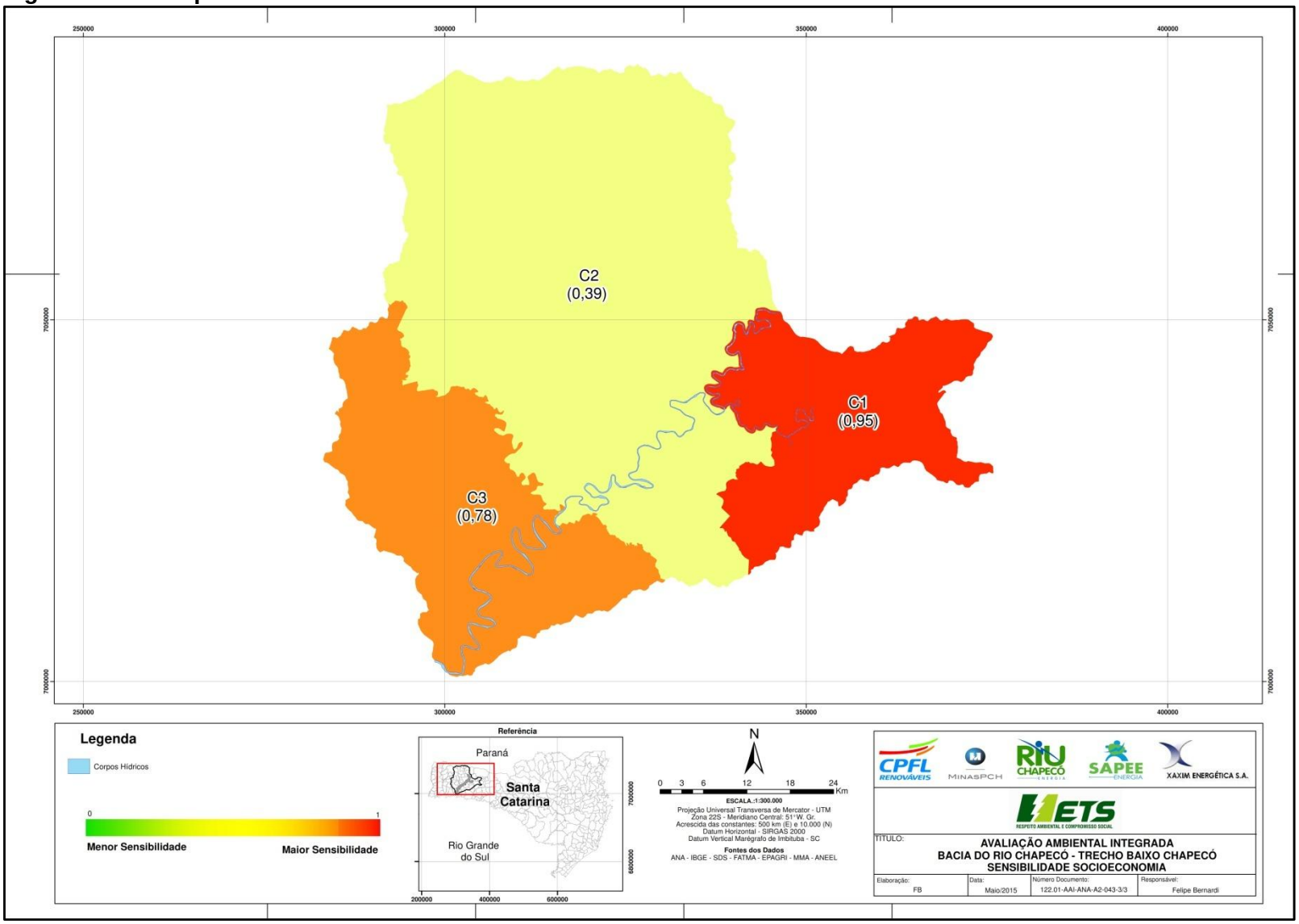


Figura 7.3.8 – Mapa de Sensibilidade da Socioeconomia.



8 ESTUDO DE REMANSO

Os estudos de remanso de reservatórios são fundamentais na avaliação de proteção de benfeitorias associadas aos usos múltiplos da água (captações de água, portos, etc.) e infraestruturas contra cheias causadas após a implantação de um aproveitamento hidrelétrico.

O método recomendado para os estudos de remanso pela ANA é o "*Standard Step Method*", implementado em programas computacionais como, por exemplo, o HEC-RAS, desenvolvido pelo *U.S. Army Corpsof Engineers*.

O estudo de remanso desta AAI foi realizado para determinar os perfis de níveis de água ao longo dos rios Chapecó e Chapecozinho, entre as cotas 430,00 m e 220,00 m, para diferentes vazões, obtendo assim as curvas de descarga junto ao barramento e canal de fuga dos AHEs estudados. Também foi determinada a influência do remanso de cada reservatório.

Os trechos dos rios Chapecó e Chapecozinho aqui estudados podem ser visualizados no Mapa Localização dos Arranjos e Reservatórios dos Empreendimentos (MAPA 122.01-AAI-LOC-A2-003-1/1). A Tabela 8.1.1 apresenta as coordenadas iniciais e finais, no sentido jusante para montante, dos eixos utilizados nos rios Chapecó e Chapecozinho para os estudos de remanso.

Tabela 8.1.1 – Coordenadas dos trechos estudados.

Rio	Jusante - Inicial (UTM)		Montante - Final (UTM)	
Chapecó	302577,5240	7004902,5991	343570,9086	7049849,4138
Chapecozinho	338652,2254	7037797,6520	350124,1786	7035917,1812

8.1 Metodologia

A metodologia seguida foi o "*Standard Step Method*" (HENDERSON, 1966), como recomendado pela ANA e ANEEL, que determina os níveis de água, ou de energia, passo a passo, partindo-se de uma seção pré-determinada na extremidade de jusante com a curva de descarga ou nível conhecido e deslocando-se no sentido de montante.

O modelo computacional adotado foi o HEC-RAS 4.1.0., desenvolvido por *US Army Corps of Engineers*, 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. Apresenta a possibilidade de inserir obstruções, como pontes, bueiros, vertedouros, orifícios, etc.

As hipóteses básicas, referentes ao *Standard Step Method* e que constituem limitações a aplicações do modelo HEC-RAS são as seguintes:

- Escoamento permanente;
- Escoamento gradualmente variado;
- Escoamento unidimensional;
- Distribuição hidrostática de pressões.

Os dados básicos de entrada para a utilização do software HEC-RAS são: condição de contorno, vazões afluentes, coeficiente de rugosidade, geometria das seções transversais, distância entre elas e geometria do eixo do rio, os quais são apresentados no item a seguir.

8.2 Dados Utilizados para Desenvolvimento da Geometria, Entrada no Modelo, Calibragem e Simulações

Para os estudos de remanso foram utilizados os dados disponíveis nos estudos de cada AHE entregues pela contratante. As etapas em que foram feitas as análises de cada AHE estão na Tabela 8.2.1:

Tabela 8.2.1 – Fases em que se encontram os aproveitamentos.

Nº	Aproveitamento	Fonte
01	Águas de Chapecó	Projeto Básico (2010/2011)
02	Porto Ferreira	
03	Nova União	
04	Nova Erechim	
05	Foz do Xaxim	Estudos de Otimização
06	Saudade	
07	Santo Antônio	Inventário Hidrelétrico (ENGEVIX, 2007)
08	Marema	
09	Foz do Chapecozinho	

Os dados utilizados, que estão apresentados nos próximos subitens deste capítulo, são:

- Seções topobatimétricas e níveis de água;
- Níveis de água medidos em campo;
- Restituição aerofotogramétrica;

- Estudos de remanso dos Projetos Básicos;
- Vazões do estudo hidrológico;
- Curvas de descarga calculadas dos vertedouros e regras de operação.

8.3 Seções Topobatimétricas e Níveis de Água

A localização de todas as seções topobatimétricas a serem descritas nos subitens a seguir encontram-se no Mapa Localização das Seções Topobatimétricas (MAPA 122.01-AAI-HDR-A2-049-5 FL) e também na Figura 8.10.1 a Figura 8.10.4, apresentadas ao longo desse estudo que detalham os perfis das seções.

AHE Águas de Chapecó

A Tabela 8.3.1 apresenta o resumo dos dados das seções topobatimétricas.

Tabela 8.3.1 – Dados das Seções Topobatimétricas – AHE Águas de Chapecó.

Seção	NA - ME (m)	NA - MD (m)	Data*	Vazão* (m³/s)
STB-06	225,253	225,254	SD	SD
STB-06A	222,433	SD	SD	SD
STB-06B	222,551	222,550	SD	SD
STBR-01	231,587	231,557	25/07/2010	492.12
STB-07	231,786	231,785	25/07/2010	492.12
STB-08	231,805	231,805	25/07/2010	492.12
STB-08A	231,926	231,936	25/07/2010	492.12
STB-09	232,032	232,033	25/07/2010	492.12
STBR-02	234,985	234,985	26/07/2010	413.20
STBR-03	237,586	237,586	26/07/2010	413.20
STBR-04	240,313	240,688	26/07/2010	413.20
STBR-05	241,213	241,213	26/07/2010	413.20
STBR-06	242,023	242,022	26/07/2010	413.20
STBR-07	242,599	242,599	26/07/2010	413.20

* SD = Sem dado

Vazão estimada a partir da Estação Fluviométrica Barra do Chapecó Auxiliar, transportada pela relação direta de área de drenagem ao local do AHE Águas de Chapecó.

AHE Porto Ferreira

A Tabela 8.3.2 apresenta o resumo dos dados das seções topobatimétricas.

Tabela 8.3.2 – Dados das Seções Topobatimétricas – AHE Porto Ferreira.

Seção	NA - ME (m)	NA - MD (m)	Data	Vazão (m³/s)
STB-06	241,58	259,76	10/5/2011	57,02
STB-02	248,76	248,71	12/5/2011	92,77
STBR01	250,17	250,18	20/05/2011	104,33
STBR02	252,79	252,80	20/05/2011	104,33
STBR03	259,56	259,56	10/5/2011	57,02
STBR04	259,81	259,76	10/5/2011	57,02
STBR05	262,60	262,63	11/5/2011	105,61

Vazão estimada a partir da Estação Fluviométrica Barra do Chapecó Auxiliar, transportada pela relação direta de área de drenagem ao local do AHE Porto Ferreira.

AHE Nova Erechim

A Tabela 8.3.3 apresenta o resumo dos dados das seções topobatimétricas.

Tabela 8.3.3 – Dados das Seções Topobatimétricas – AHE Nova Erechim.

Seção	NA (m)	Data	Vazão (m³/s)
CF1	265,300	27/01/2010	278,73
BR1	266,309	26/01/2010	302,84
BR2	266,666	27/01/2010	278,73
RS01	269,292	29/01/2010	251,54
RS02	270,056	28/01/2010	254,33
RS03	270,210	28/01/2010	254,33
RS04	270,643	28/01/2010	254,33
RS05	277,63	28/01/2010	254,33

Vazão estimada a partir das Estações Fluviométricas Barra do Chapecó Auxiliar e Porto Faé Novo, transportada pela relação direta de área de drenagem ao local do AHE Nova Erechim.

AHE Santo Antônio

A Tabela 8.3.4 apresenta o resumo dos dados das seções topobatimétricas, retiradas dos dados do Inventário.

Tabela 8.3.4 – Dados das Seções Topobatimétricas – AHE Santo Antônio.

Seção	NA (m)	Data	Vazão (m³/s)
S3	269,494	15/05/2008	125,58
S2	269,666	15/05/2008	125,58
S1	270,207	16/05/2008	130,79
S4	295,698	17/05/2008	123,84
S5	307,474	4/05/2008	41,90

Vazão estimada a partir da Estação Fluviométrica Porto Faé Novo, transportada pela relação direta de área de drenagem ao local do AHE Santo Antônio.

AHE Foz do Xaxim

A Tabela 8.3.5 apresenta o resumo dos dados das seções topobatimétricas.

Tabela 8.3.5 – Dados das Seções Topobatimétricas – AHE Foz do Xaxim.

Seção	NA (m)	Data	Vazão (m³/s)
S1	309,643	19/11/2009	105,53
S2	312,433	19/11/2009	105,53
S3	315,642	19/11/2009	105,53
S4	318,334	18/11/2009	113,16
S5	318,552	18/11/2009	113,16
S6	320,048	17/11/2009	140,49
S7	320,000	17/11/2009	140,49
S8	319,768	19/11/2009	105,53
S9	320,073	20/11/2009	132,23
S10	320,385	20/11/2009	132,23
S11	321,593	30/11/2009	258,48
S12	322,809	01/12/2009	235,10
S13	326,587	01/12/2009	235,10
S14	329,675	02/12/2009	225,18
S15	336,476	02/12/2009	225,18
S16	337,744	03/12/2009	318,57
S17	338,253	03/12/2009	318,57
S18	338,533	03/12/2009	318,57
S19	339,475	08/12/2009	216,39
S20	340,509	08/12/2009	216,39
S21	341,541	04/12/2009	354,85
S22	341,113	07/12/2009	253,33

Vazão estimada a partir da Estação Fluviométrica Porto Faé Novo, transportada pela relação direta de área de drenagem ao local do AHE Foz do Xaxim.

AHE Foz do Chapecozinho

A Tabela 8.3.6 apresenta o resumo dos dados das seções topobatimétricas.

Tabela 8.3.6 – Dados das Seções Topobatimétricas – AHE Foz do Chapecozinho.

Seção	NA (m)	Data	Vazão (m³/s)
CF-1	345.155	10/4/2010	111.83
BR-1	345.530	10/2/2010	139.14
BR-2	345.690	10/2/2010	139.14
BR-3	346.530	3/3/2010	59.00
BR-4	346.643	3/3/2010	59.00
RS-1	348.723	6/2/2010	78.07
RS-2	353.420	4/2/2010	95.31
RS-3	355.747	4/2/2010	95.31
RS-4	359.152	4/2/2010	95.31
RS-5	361.851	4/2/2010	95.31
RS-6	365.855	3/2/2010	102.49

Vazão estimada a partir da Estação Fluviométrica Abelardo Luz, transportada pela relação direta de área de drenagem ao local do AHE Foz do Chapecozinho.

AHE Saudade

Não apresenta dados de seções topobatimétricas de campo. As seções foram estimadas baseadas nos mapas da restituição aerofotogramétrica. Assim, a calibragem foi efetuada com base nestas seções e com os níveis de água levantados em campo.

AHE Marema

A Tabela 8.3.7 apresenta o resumo dos dados das seções topobatimétricas.

Tabela 8.3.7 – Dados das Seções Topobatimétricas – AHE Marema.

Seção	NA (m)	Data	Vazão (m³/s)
Eixo-1	344.61	1/2/2010	63.09
Eixo-2	346.00	1/2/2010	63.09
Eixo-3	347.00	1/2/2010	63.09
Eixo-4	348.00	1/2/2010	63.09
Eixo-5	350.00	1/2/2010	63.09
Eixo-6	351.00	1/2/2010	63.09
Eixo-7	359.00	1/2/2010	63.09
Eixo-8	365.00	1/2/2010	63.09

Vazão estimada a partir do da Estação Fluviométrica Coronel Passos Maia, transportada pela relação direta de área de drenagem ao local do AHE Marema.

AHE Nova União

A Tabela 8.3.8 apresenta o resumo dos dados das seções topobatimétricas.

Tabela 8.3.8 – Dados das Seções Topobatimétricas – AHE Nova União.

Seção	NA (metros)	Data	Vazão (m³/s)
STB-4	364.222	19/01/2011	39.68
STB-5	364.468	19/01/2011	39.68
STB-6	364.767	19/01/2011	39.68
STB-3	384.429	20/01/2011	38.30
STB-2	384.625	20/01/2011	38.30
STB-1	385.476	20/01/2011	38.30
STBR-01	389.245	24/01/2011	55.04
STBR-02	393.553	24/01/2011	55.04
STBR-03	400.041	23/01/2011	59.52
STBR-04	409.263	23/01/2011	59.52
STBR-05	424.029	24/01/2011	55.04

Vazão estimada a partir da Estação Fluviométrica Coronel Passos Maia, transportada pela relação direta de área de drenagem ao local do AHE Nova União.

8.4 Níveis de Água Medidos em Campo

Salienta-se que para os AHE que não apresentam dados de NAs levantados em campo ou não foram utilizados foi por que se deu preferência para calibragem pelas seções topobatimétricas ou pelos estudos de remanso que já haviam sido desenvolvidos.

AHE Águas de Chapecó

Nos estudos de Projeto Básico foram levantados os seguintes níveis de água a partir do ponto inicial de jusante do rio Chapecó em direção a montante.

Tabela 8.4.1 – NAs de Campo – AHE Águas de Chapecó

NOME	Cota (m)	Dist. (m)	SR-HEC
P0	223,379	0.00	1
P1	223,625	186.99	5
P2	228,419	280.74	9
P3	237,770	186.00	17
P4	237,788	75.56	26
P5	240,524	185.23	32
P6	241,359	327.95	39
P7	241,929	294.42	45
P8	242,699	312.79	52.1

AHE Santo Antônio

Para AHE Santo Antônio, foram disponibilizados os seguintes níveis de água levantados em campo.

Tabela 8.4.2 – NAs de Levantamento de Campo – AHE Santo Antônio.

N	NA (m)	Data	Hora	Q (m³/s)	Seção-HEC
113	269.84	16/05/2008	10:00	130.79	
112	269.844	16/05/2008	9:59	130.79	
109	269.804	16/05/2008	9:54	130.79	
107	269.916	16/05/2008	9:39	130.79	
103	269.925	16/05/2008	9:22	130.79	
102	269.925	16/05/2008	9:19	130.79	
99	269.93	16/05/2008	9:04	130.79	
98	269.96	16/05/2008	8:50	130.79	
96	269.958	16/05/2008	8:48	130.79	
71	269.494	15/05/2008	15:55	125.58	128.1
92	269.948	16/05/2008	8:31	130.79	
93	269.966	16/05/2008	8:32	130.79	
95	269.953	16/05/2008	8:33	130.79	
139	270.068	16/05/2008	16:47	130.79	
138	270.115	16/05/2008	16:45	130.79	
137	270.12	16/05/2008	16:21	130.79	
133	270.142	16/05/2008	15:59	130.79	
44	269.666	15/05/2008	14:34	125.58	129.1
131	270.155	16/05/2008	15:30	130.79	
130	270.204	16/05/2008	15:17	130.79	129.3
128	270.176	16/05/2008	15:14	130.79	
118	270.184	16/05/2008	13:14	130.79	
119	270.208	16/05/2008	13:42	130.79	
120	270.289	16/05/2008	14:31	130.79	
121	272.157	16/05/2008	14:32	130.79	
122	272.298	16/08/2008	14:31	130.79	
123	272.782	16/05/2008	14:34	130.79	
124	272.873	16/05/2008	14:40	130.79	
125	273.005	16/05/2008	14:44	130.79	

AHE Saudade

Para AHE Saudade, foram disponibilizados os seguintes níveis de água levantados em campo nos estudos de otimizações.

Tabela 8.4.3 – NAs de campo – AHE Saudades.

Seção-HEC	Dist. (m)	NA (m)
294	146999.57	408.09
293	146499.57	389.92
292	145999.57	383.61
290	144999.57	381.04
289	144499.57	381.02
288	143999.57	377.98
287	143499.57	376.24
285	142499.57	373.36

Seção-HEC	Dist. (m)	NA (m)
276	137999.57	363.15
275	137499.57	362.8
274	136999.57	362.2

As vazões para calibragem ficaram entre Q 70 e 65% de permanência e foram estimadas pelos valores de NAs e vazão das seções topobatimétricas de Foz do Chapecozinho RS-5 e RS-6 que ficam entre os pontos mais de jusante do trecho estudado para este levantamento de campo, dado que não havia data do levantamento.

Ainda, tem-se os NAs das seções topobatimétricas do estudo de otimização, que foram levantadas em 01 e 10/10/2007. Nestes dias as vazões em Abelardo Luz variaram pouco, de 29,9 a 29,2 m³/s, com uma média de 29,55 m³/s, o que corresponde a 44,30 m³/s no local do AHE, fazendo o transporte da vazão pela relação direta de área de drenagem, também que fica entre Q70 e 65% de permanência.

8.5 Restituição Aerofotogramétrica

A base de dados da restituição aerofotogramétrica foi disponibilizada pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina - SDS-SC. Foram disponibilizados mapas com curvas de nível de 5 em 5 metros.

8.6 Estudos de Remanso dos Projetos Básicos

Os AHEs em fase de Projeto Básico que dispunham de estudos de remanso, os quais serviram de base para calibragem dos estudos de remanso desenvolvido para a AAI da Bacia do rio Chapecó - Trecho Baixo rio Chapecó, estão apresentados a seguir.

AHE Águas de Chapecó

Para o AHE Águas de Chapecó foram disponibilizados apenas os dados dos estudos de remanso para vazões superiores a 9454 m³/s, considerando a situação com o barramento desta AHE proposto no Projeto Básico. Os dados estão descritos na Tabela 8.6.1.

Tabela 8.6.1 – Resultados do Estudo de Remanso do Projeto Básico do AHE Águas de Chapecó.

Seção-HEC	Seção	NA (m)	Q (m^3/s)	NA (m)	Q (m^3/s)	NA (m)	Q (m^3/s)	NA (m)	Q (m^3/s)
60	STB-06A	242.00	9454	242.00	12150	242.00	13111	242.00	17168
67	STBR-01	242.31	9454	242.95	12150	243.12	13111	243.77	17168
77	STB-7	242.72	9454	243.85	12150	244.14	13111	245.16	17168
82	STB-8	242.73	9454	243.89	12150	244.19	13111	245.22	17168
90	STB-8A	242.87	9454	244.10	12150	244.43	13111	245.58	17168
96	STB-09	242.87	9454	244.12	12150	244.45	13111	245.61	17168
101	STBR-02	243.80	9454	246.08	12150	246.56	13111	248.06	17168
102	STBR-03	246.18	9454	249.19	12150	249.81	13111	251.73	17168
103	STBR-04	248.10	9454	251.43	12150	252.13	13111	254.23	17168
104	STBR-05	249.42	9454	252.81	12150	253.53	13111	255.71	17168
107	STBR-06	252.38	9454	255.64	12150	256.32	13111	258.39	17168
112	STBR-07	253.89	9454	257.38	12150	258.11	13111	260.33	17168

AHE Porto Ferreira

Tabela 8.6.2 – Resultados dos Estudos de Remanso do Projeto Básico do AHE Porto Ferreira - Natural.

Níveis de água para Condição Natural												
Seção Transversal	Dist. entre seções (m)	Fundo (m)	Q (m³/s)									
			10	50	100	150	200	300	400	500	750	1000
STB2	0	244.23	245.20	246.09	246.73	247.13	247.48	248.00	248.43	248.82	249.63	250.31
STBR01	3,09	238.62	245.36	246.43	247.13	247.63	248.03	248.65	249.64	250.60	250.60	251.41
STBR02	7,82	248.88	249.87	250.64	250.97	251.23	251.45	251.84	252.47	253.15	253.15	253.78
STBR03	12,45	257.19	257.80	258.37	258.71	258.94	259.14	259.49	260.07	260.66	260.66	261.18
STBR04	15,05	255.03	257.99	258.69	259.10	259.42	259.69	260.54	260.89	261.62	261.62	262.25
STBR05	18,83	259.56	260.33	260.91	261.32	261.64	261.93	262.87	263.26	264.09	264.09	264.79
Seção Transversal	Dist. entre seções (m)	Fundo (m)	Q (m³/s)									
			2000	2619	4005	5053	6439	7487	8535	10969	12017	15499
STB2	0	244.23	252.49	253.60	255.86	257.61	259.41	260.49	261.42	263.30	264.04	266.26
STBR01	3,09	238.62	253.89	255.13	257.60	259.35	261.20	262.34	263.33	265.33	266.11	268.39
STBR02	7,82	248.88	256.10	257.35	260.07	261.83	263.61	264.77	265.82	267.99	268.84	271.34
STBR03	12,45	257.19	262.84	263.67	265.31	266.58	267.99	268.90	269.73	271.49	272.19	274.33
STBR04	15,05	255.03	264.18	265.12	266.95	268.24	269.69	270.64	271.52	273.32	274.04	276.21
STBR05	18,83	259.56	266.91	267.93	269.88	271.10	272.52	273.49	274.38	276.24	276.97	279.15

Tabela 8.6.3 – Resultados dos Estudos de Remanso do Projeto Básico do AHE Porto Ferreira - com AHE.

Níveis de Água para Condição com Barramento												
Seção Transversal	Dist. entre seções (m)	Fundo (m)	Q (m³/s)									
			10	50	100	150	200	300	400	500	750	1000
STB2	0	244.23	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00
STBR01	3,09	238.62	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.01	264.02
STBR02	7,82	248.88	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.01	264.01	264.03	264.05
STBR03	12,45	257.19	264.00	264.00	264.00	264.01	264.01	264.02	264.04	264.07	264.15	264.26
STBR04	15,05	255.03	264.00	264.00	264.00	264.01	264.02	264.05	264.08	264.13	264.28	264.47
STBR05	18,83	259.56	264.00	264.01	264.03	264.06	264.10	264.21	264.36	264.53	265.00	265.49

Seção Transversal	Dist. entre seções (m)	Fundo (m)	Q (m³/s)									
			2000	2619	4005	5053	6439	7487	8535	10969	12017	15499
STB2	0	244.23	264.00	264.00	264.00	264.00	264.00	264.44	265.31	266.92	267.52	269.31
STBR01	3,09	238.62	264.07	264.11	264.26	264.41	264.66	265.24	266.17	267.92	268.57	270.52
STBR02	7,82	248.88	264.22	264.36	264.81	265.23	265.87	266.66	267.68	269.67	270.43	272.70
STBR03	12,45	257.19	264.91	265.41	266.60	267.48	268.57	269.43	270.32	272.15	272.86	275.01
STBR04	15,05	255.03	265.48	266.18	267.72	268.77	270.03	270.96	271.87	273.74	274.47	276.65
STBR05	18,83	259.56	267.29	268.26	270.14	271.29	272.66	273.62	274.53	276.43	277.17	279.37

AHE Foz do Xaxim

Tabela 8.6.4 – Resultados dos Estudos de Remanso do Projeto Básico do AHE Foz do Xaxim – Natural.

Níveis de Água para condições naturais - NA (m)												
Seção Transversal	Seção HEC	Distancia acumulada (m)	Fundo (m)	Q (m³/s)								
				50	100	150	200	250	260	300	500	750	1000
S - 22	248.1	0	335.71	340.44	340.73	340.94	341.12	341.28	341.31	341.43	341.94	342.44	342.87
S - 21	247.2	227.14	337.92	340.43	340.72	340.91	341.08	341.23	341.26	341.37	341.82	342.26	342.63
S - 20	247.1	454.63	338.04	340.19	340.45	340.66	340.83	341.00	341.04	341.15	341.60	342.05	342.42
S - 19	246.1	1000.68	337.51	338.94	339.32	339.61	339.86	340.07	340.10	340.24	340.76	341.27	341.83
S - 18	245.1	1618.15	335.70	337.39	337.83	338.18	338.50	338.78	338.83	339.04	339.88	340.70	341.38
S - 17	243.1	2544.99	334.47	336.96	337.43	337.79	338.10	338.37	338.42	338.62	339.43	340.22	340.89
S - 16	240.1	3543.44	329.48	336.51	336.92	337.22	337.48	337.70	337.74	337.90	338.66	339.44	340.08
S - 15	237.1	5631.25	333.05	335.72	336.10	336.37	336.61	336.82	336.86	337.00	337.58	338.16	338.59
S - 14	226.1	10738.84	326.62	329.04	329.53	329.90	330.22	330.50	330.55	330.75	331.57	332.36	333.03
S - 13	212.1	18145.05	321.61	325.55	325.94	326.21	326.44	326.65	326.69	326.83	327.42	328.01	328.54
S - 12	201.1	23529.16	319.13	320.38	320.81	321.15	321.42	321.67	321.71	321.88	322.59	323.39	324.13
S - 11	200.2	23769.90	317.30	320.37	320.80	321.13	321.41	321.65	321.69	321.86	322.56	323.36	324.08
S - 10	200.1	23937.70	317.17	320.37	320.80	321.13	321.40	321.64	321.69	321.85	322.55	323.35	324.06
S - 09	199.1	24515.92	318.15	319.80	320.23	320.55	320.82	321.05	321.09	321.25	321.96	322.75	323.45
S - 08	198.1	24949.26	313.16	319.65	320.06	320.36	320.60	320.80	320.84	320.99	321.66	322.44	323.13
S - 07	197.1	25292.02	316.60	319.55	319.94	320.24	320.47	320.66	320.70	320.84	321.48	322.27	322.97
S - 06	196.1	25854.11	315.51	319.41	319.74	320.00	320.22	320.41	320.44	320.57	321.19	321.97	322.66
S - 05	195.1	26461.06	314.50	318.31	318.8	319.15	319.45	319.72	319.77	319.97	320.82	321.66	322.37

Níveis de Água para condições naturais - NA (m)													
Seção Transversal	Seção HEC	Distancia acumulada (m)	Fundo (m)	Q (m³/s)									
				50	100	150	200	250	260	300	500	750	1000
S - 04	194.1	26765.25	313.05	318.31	318.79	319.15	319.44	319.71	319.76	319.96	320.80	321.64	322.34
S - 03	181.1	33643.74	313.29	315.49	315.70	315.86	316.00	316.13	316.15	316.24	316.65	317.07	317.44
S - 02	176.1	35875.53	309.03	312.14	312.37	312.56	312.73	312.90	312.93	313.05	313.58	314.13	314.59
S - 01	171.1	38704.06	305.26	309.24	309.43	309.63	309.82	310.00	310.03	310.16	310.74	311.31	311.85

Tabela 8.6.5 – Resultados dos Estudos de Remanso do Projeto Básico do AHE Foz do Xaxim – Natural.

Níveis de Água Para Condições Naturais - NA (m)														
Seção Transversal	Seção HEC	Distancia acumulada (m)	Fundo (m)	Q (m³/s)										
				$T_R = 2$	T_R=5	T_R=10	T_R=25	T_R=50	T_R=100	T_R=250	T_R=500	T_R=1000	T_R=2500	T_R=5000	T_R=10000
					2266	2719	3291	3715	4136	4690	5108	5527	6079	6497	6915
S - 22	248.1	0	335.71	344.26	345.32	345.98	346.76	347.30	347.78	348.38	348.79	349.18	349.68	350.04	350.38
S - 21	247.2	227.14	337.92	344.02	345.01	345.64	346.41	346.97	347.47	348.11	348.54	348.94	349.46	349.83	350.18
S - 20	247.1	454.63	338.04	343.77	344.89	345.54	346.34	346.91	347.43	348.09	348.53	348.96	349.49	349.87	350.23
S - 19	246.1	1000.68	337.51	343.40	344.60	345.29	346.08	346.64	347.16	347.82	348.25	348.66	349.18	349.55	349.91
S - 18	245.1	1618.15	335.70	342.96	344.17	344.87	345.67	346.23	346.76	347.42	347.85	348.25	348.76	349.12	349.47
S - 17	243.1	2544.99	334.47	342.47	343.63	344.29	345.04	345.56	346.06	346.70	347.09	347.46	347.95	348.29	348.62
S - 16	240.1	3543.44	329.48	341.71	342.71	343.30	343.96	344.42	344.85	345.39	345.78	346.16	346.64	346.99	347.32
S - 15	237.1	5631.25	333.05	340.00	340.75	341.26	341.83	342.23	342.64	343.11	343.46	343.79	344.22	344.52	344.82
S - 14	226.1	10738.84	326.62	334.39	335.63	336.52	337.46	338.02	338.53	339.14	339.55	339.96	340.47	340.84	341.20
S - 13	212.1	18145.05	321.61	329.69	330.81	331.48	332.23	332.72	333.18	333.75	334.15	334.54	335.02	335.37	335.71
S - 12	201.1	23529.16	319.13	325.64	327.06	327.90	328.77	329.17	329.58	330.10	330.48	330.86	331.34	331.71	332.06
S - 11	200.2	23769.90	317.30	325.54	326.94	327.79	328.66	329.06	329.45	329.96	330.34	330.71	331.19	331.55	331.91
S - 10	200.1	23937.70	317.17	325.49	326.86	327.72	328.64	329.04	329.45	329.97	330.36	330.74	331.24	331.60	331.96
S - 09	199.1	24515.92	318.15	324.81	326.08	326.84	327.83	328.26	328.71	329.31	329.75	330.18	330.72	331.12	331.50
S - 08	198.1	24949.26	313.16	324.44	325.68	326.43	327.28	327.84	328.37	329.03	329.49	329.94	330.50	330.90	331.29
S - 07	197.1	25292.02	316.60	324.28	325.56	326.33	327.19	327.76	328.30	328.96	329.43	329.89	330.45	330.85	331.25
S - 06	196.1	25854.11	315.51	323.91	325.14	325.87	326.70	327.27	327.79	328.44	328.90	329.33	329.88	330.27	330.65
S - 05	195.1	26461.06	314.50	323.63	324.85	325.58	326.42	326.99	327.53	328.18	328.64	329.09	329.64	330.04	330.42
S - 04	194.1	26765.25	313.05	323.58	324.80	325.50	326.33	326.90	327.43	328.09	328.56	329.01	329.56	329.97	330.36
S - 03	181.1	33643.74	313.29	318.13	318.83	319.25	319.77	320.15	320.53	321.03	321.41	321.78	322.27	322.64	323.02

Níveis de Água Para Condições Naturais - NA (m)															
Seção Transversal	Seção HEC	Distancia acumulada (m)	Fundo (m)	Q (m³/s)											
				$T_R = 2$	T_R=5	T_R=10	T_R=25	T_R=50	T_R=100	T_R=250	T_R=500	T_R=1000	T_R=2500	T_R=5000	T_R=10000
					2266	2719	3291	3715	4136	4690	5108	5527	6079	6497	6915
S - 02	176.1	35875.53	309.03	315.62	316.50	317.05	317.77	318.29	318.79	319.43	319.90	320.36	320.95	321.39	321.83
S - 01	171.1	38704.06	305.26	312.91	314.28	315.11	316.04	316.67	317.27	318.02	318.56	319.07	319.73	320.21	320.68

Tabela 8.6.6 – Resultados dos Estudos de Remanso do Projeto Básico do AHE Foz do Xaxim – com AHE.

Níveis de Água para condição com reservatório - NA (m)															
Seção Transversal	Seção HEC	Distancia acumulada (m)	Fundo (m)	Q (m³/s)											
				50	100	150	200	250	260	300	500	750	1000		
S - 10	200.1	23937.70	317.17	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00		
S - 11	200.2	23769.90	317.30	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00		
S - 12	201.1	23529.16	319.13	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00		
S - 13	212.1	18145.05	321.61	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.01	340.01		
S - 14	226.1	10738.84	326.62	340.00	340.00	340.00	340.00	340.00	340.01	340.01	340.02	340.05	340.08		
S - 15	237.1	5631.25	333.05	340.00	340.00	340.01	340.02	340.03	340.03	340.04	340.10	340.22	340.37		
S - 16	240.1	3543.44	329.48	340.00	340.02	340.04	340.07	340.11	340.11	340.15	340.38	340.75	341.15		
S - 17	243.1	2544.99	334.47	340.01	340.03	340.06	340.11	340.17	340.18	340.24	340.58	341.10	341.63		
S - 18	245.1	1618.15	335.70	340.01	340.04	340.10	340.17	340.25	340.27	340.35	340.80	341.41	342.00		
S - 19	246.1	1000.68	337.51	340.03	340.10	340.21	340.33	340.47	340.50	340.61	341.16	341.81	342.41		
S - 20	247.1	454.63	338.04	340.32	340.59	340.80	340.97	341.13	341.16	341.26	341.74	342.30	342.83		
S - 21	247.2	227.14	337.92	340.47	340.79	341.01	341.19	341.36	341.39	341.51	342.02	342.60	343.11		
S - 22	248.1	0	335.71	340.48	340.80	341.04	341.23	341.41	341.45	341.57	342.13	342.75	343.30		

Tabela 8.6.7 – Resultados dos Estudos de Remanso do Projeto Básico do AHE Foz do Xaxim – com AHE.

Níveis de Água para condição com reservatório - NA (m)														
Seção Transversal	Seção HEC	Distancia acumulada (m)	Fundo (m)	Q (m³/s)										
				TR=2	T_R=5	T_R=10	T_R=25	T_R=50	T_R=100	T_R=250	T_R=500	T_R=1000	T_R=2500	T_R=5000	T_R=10000
					2266	2719	3291	3715	4136	4690	5108	5527	6079	6497	6915
S - 10	200.1	23937.70	317.17	340.00	340.01	340.01	340.01	340.02	340.02	340.03	340.03	341.05	342.36	343.33	344.27
S - 11	200.2	23769.90	317.30	340.00	340.00	340.00	340.01	340.01	340.01	340.01	340.02	341.03	342.34	343.31	344.25
S - 12	201.1	23529.16	319.13	340.00	340.01	340.01	340.01	340.02	340.02	340.03	340.03	341.05	342.36	343.33	344.27
S - 13	212.1	18145.05	321.61	340.03	340.06	340.08	340.12	340.15	340.19	340.24	340.28	341.28	342.57	343.52	344.45
S - 14	226.1	10738.84	326.62	340.18	340.36	340.50	340.72	340.89	341.08	341.34	341.55	342.40	343.53	344.39	345.24
S - 15	237.1	5631.25	333.05	340.77	341.36	341.77	342.27	342.63	342.98	343.43	343.76	344.28	345.03	345.65	346.32
S - 16	240.1	3543.44	329.48	341.94	342.86	343.41	344.05	344.50	344.92	345.45	345.84	346.28	346.87	347.31	347.79
S - 17	243.1	2544.99	334.47	342.60	343.70	344.34	345.08	345.59	346.09	346.72	347.11	347.51	348.05	348.44	348.88
S - 18	245.1	1618.15	335.70	343.05	344.22	344.90	345.69	346.25	346.78	347.43	347.86	348.27	348.82	349.22	349.64
S - 19	246.1	1000.68	337.51	343.47	344.63	345.31	346.10	346.65	347.17	347.82	348.26	348.68	349.23	349.63	350.05
S - 20	247.1	454.63	338.04	343.81	344.91	345.56	346.36	346.92	347.44	348.09	348.54	348.97	349.53	349.93	350.37
S - 21	247.2	227.14	337.92	344.05	345.03	345.66	346.43	346.98	347.48	348.11	348.54	348.96	349.50	349.89	350.32
S - 22	248.1	0	335.71	344.29	345.33	345.99	346.77	347.31	347.78	348.38	348.79	349.19	349.72	350.09	350.50

AHE Nova União

Tabela 8.6.8 – Resultados dos Estudos de Remanso do Projeto Básico do AHE Nova União – Natural.

Níveis de Água Para Condições Naturais												
Seção Transversal	Seção-HEC	Dist. acumul. (m)	Fundo (m)	Q (m³/s)								
				Média	T_R=10	T_R=25	T_R=50	T_R=100	T_R=500	T_R=1000	T_R=5000	T_R=10000
				44.8	1082	1318	1492	1665	2066	2238	2637	2809
Canal de Fuga	336.3	0	357	364.77	368.40	369.01	369.44	369.85	370.76	371.13	371.97	372.32
STB 2 (Eixo)	346.2	4770	382.02	383.44	388.40	389.06	389.51	389.92	390.79	391.11	391.83	392.13
STBR01	347.1	5566	383.68	385.45	391.15	391.85	392.32	392.75	393.66	394.01	394.78	395.09
STBR02	349.1	6529	390.87	392.80	396.82	397.37	397.74	398.09	398.83	399.12	399.77	400.03
STBR03	351.1	7399	396.34	398.69	402.82	403.32	403.66	403.97	404.65	404.91	405.50	405.74
STBR04	353.1	8455	405.48	408.24	412.28	412.28	413.14	413.48	414.20	414.48	415.11	415.36
STBR05	356.1	9862	419.79	421.98	427.19	427.79	428.18	428.55	429.32	429.63	430.30	430.57

Tabela 8.6.9 – Resultados dos Estudos de Remanso do Projeto Básico do AHE – com AHE.

Níveis de água para condição com reservatório												
Seção Transversal	Seção-HEC	Distancia acumulada (m)	Fundo (m)	Q (m³/s)								
				Média	T_R=10	T_R=25	T_R=50	T_R=100	T_R=500	T_R=1000	T_R=5000	T_R=10000
				44.8	1082	1318	1492	1665	2066	2238	2637	2809
STB 2 (Eixo)	346.2	0	382.02	424.00	426.01	426.30	426.51	426.72	427.21	427.42	427.91	428.12
STBR01	347.1	796	383.68	424.00	426.01	426.30	426.51	426.72	427.21	427.42	427.91	428.13
STBR02	349.1	1759	390.87	424.00	426.01	426.30	426.51	426.72	427.22	427.43	427.92	428.13
STBR03	351.1	2629	396.34	424.00	426.01	426.30	426.51	426.73	427.22	427.43	427.92	428.13
STBR04	353.1	3685	405.48	424.00	426.02	426.32	426.53	426.74	427.24	427.46	427.96	428.17
STBR05	356.1	5092	419.79	424.01	427.31	427.86	128.24	428.59	429.35	429.65	430.31	430.58

8.7 Vazões dos Estudos Hidrológicos

As vazões utilizadas nos estudos de remanso para alimentar o modelo HEC-RAS foram retiradas da atualização dos estudos hidrológicos, realizadas para esta AAI da Bacia do rio Chapecó - Trecho Baixo rio Chapecó. A Tabela 8.7.1 apresenta as variações de vazões, desde a $Q_{7,10}$ até a vazão decamilenar para cada aproveitamento hidroelétrico, englobando assim todas as vazões referentes à curva de permanência e curva de frequência de cheias.

Ressalta-se que as diferenças das vazões apresentadas na tabela a seguir para os dados dos AHEs disponíveis são em relação à atualização dos estudos realizados para esta AAI.

Tabela 8.7.1 – Vazões de entrada (simuladas) no HEC-RAS.

Vazões (m³/s)	Seções de Mudança no HEC-RAS								
	56	116	135	183	248.1	280	317	339	357
	ACH	POF	NER	STA	FOX	FOC	SAU	MAR	NOU
Q7.10	20.10	18.83	18.56	16.32	14.97	10.80	8.96	4.61	4.45
Q99%	17.15	15.02	14.77	13.18	11.90	7.79	6.26	4.96	4.80
Q98%	22.14	18.79	18.47	18.53	16.74	10.23	8.22	6.13	5.92
Q7.10+0.5*Q98%	31.17	28.23	27.80	25.59	23.34	15.91	13.07	7.67	7.41
Q95%	34.30	31.51	30.98	26.36	23.80	17.79	14.28	9.41	9.09
Q90%	50.31	46.06	45.28	39.56	35.72	25.97	20.85	13.17	12.72
Q85%	61.04	55.71	54.76	49.07	44.30	32.46	26.06	15.55	15.02
Q80%	71.46	67.94	66.79	58.06	52.42	37.65	30.23	17.94	17.33
Q75%	85.69	78.31	76.99	69.24	62.52	44.79	35.97	20.79	20.08
Q70%	99.45	90.66	89.13	80.11	72.34	50.63	40.66	22.87	22.09
Q65%	111.43	102.42	100.69	89.31	80.65	58.42	46.92	25.09	24.23
Q60%	127.03	113.01	111.10	100.34	90.60	66.13	53.11	27.94	26.99
Q55%	140.88	129.45	127.26	114.74	103.61	72.70	58.38	30.66	29.62
Q50%	157.31	143.81	141.38	126.90	114.58	80.49	64.64	33.39	32.25
Q45%	175.61	160.19	157.48	138.30	124.88	89.58	71.94	36.23	35.00
Q40%	197.23	173.40	170.46	153.78	138.85	96.83	77.76	40.39	39.02
Qmédia	215.25	199.36	195.99	168.43	152.09	103.5	83.11	43.96	42.47
Q35%	223.93	201.77	198.36	176.63	159.49	106.54	85.55	45.30	43.76
Q30%	252.79	233.55	229.59	200.45	181.00	122.04	98.00	50.13	48.43
Q25%	293.78	267.18	262.66	228.37	206.21	135.02	108.43	57.09	55.15
Q20%	338.09	312.51	307.22	261.62	236.23	154.49	124.07	64.48	62.28
Q15%	387.69	357.73	351.68	293.87	265.35	180.46	144.92	74.89	72.34
Q10%	455.78	421.29	414.16	352.69	318.47	213.69	171.61	87.34	84.37
Q5%	587.83	551.65	542.31	451.60	407.78	265.23	213.00	115.53	111.60
Q2%	714.19	733.31	720.90	562.65	508.06	336.87	270.53	142.12	137.28
Q1%	860.47	808.47	794.79	654.52	591.01	404.77	325.05	169.39	163.62
1.25*Q1%	1075.58	1010.59	993.49	818.15	738.76	505.96	406.31	211.73	204.52
1.50*Q1%	1290.70	1212.71	1192.18	981.78	886.51	607.15	487.58	254.08	245.43
1.75*Q1%	1505.82	1414.83	1390.88	1145.41	1034.26	708.35	568.84	296.43	286.33
2.00*Q1%	1720.94	1616.95	1589.58	1309.04	1182.02	809.54	650.10	338.77	327.24
2.50*Q1%	2151.17	2021.18	1986.97	1636.30	1477.52	1011.92	812.63	423.47	409.05
QTR 2 anos	2450.18	2260.56	2220.41	1894.20	1702.30	1139.71	907.86	463.57	448.84
QTR 5 anos	3433.23	3176.28	3121.78	2677.68	2415.25	1639.55	1316.36	671.05	649.72
QTR 25 anos	4903.02	4545.36	4469.40	3849.12	3481.36	2387.66	1928.26	981.99	950.78

Vazões (m³/s)	Seções de Mudança no HEC-RAS								
	56	116	135	183	248.1	280	317	339	357
	ACH	POF	NER	STA	FOX	FOC	SAU	MAR	NOU
QTR 50 anos	5511.38	5112.02	5027.18	4333.99	3922.64	2697.41	2181.69	1110.75	1075.45
QTR 100 anos	6115.06	5674.33	5580.67	4815.13	4360.54	3004.82	2433.22	1238.56	1199.20
QTR 500 anos	7508.85	6972.59	6858.59	5926.02	5371.60	3714.70	3014.15	1533.92	1485.16
QTR 1000 anos	8108.63	7531.25	7408.49	6404.04	5806.66	4020.16	3264.14	1660.89	1608.10
QTR 10000 anos	10097.85	9384.12	9232.31	7989.49	7249.65	5033.42	4093.45	2082.48	2016.29

* Os valores em amarelo são trocados para ter uma sequência lógica de crescimento. Nestes AHEs a $Q_{7,10}$ foi superior a Q 99% de permanência.
NOTA: ACH – AHE Águas de Chapecó; POF – AHE Porto Ferreira; NER – AHE Nova Erechim; STA – AHE Santo Antônio; FOX – AHE Foz do Xaxim; FOC – AHE Foz do Chapecózinho; SAU – AHE Saudade; MAR – AHE Marema; NOU – AHE Nova União.

8.8 Curvas de Descarga dos Vertedouros e Regras de Operação

AHE Águas de Chapecó

O sistema vertente definido no Projeto Básico foi dimensionado para a vazão decamilenar de 17168 m³/s, vazão esta muito superior a determinada nos estudos hidrológicos desta AAI (vide Subcapítulo 6.1.6.2 – Regime Hidrológico), devido à utilização dos dados do Banco de Dados da Estação Fluviométrica Passo Novo Erechim no Projeto Básico, que apresenta curva de descarga que superestima as cheias. Sendo assim, para o estudo ficar coerente, adotou-se a curva de frequência de cheias calculada nesta AAI.

A seguir apresenta-se a regra de operação do vertedor do AHE Águas do Chapecó estabelecida no Projeto Básico, porém nas simulações foi adequado para a curva de frequência de cheias calculada nesta AAI.

O sistema vertente definido no Projeto Básico apresenta um vertedouro controlado e um vertedouro de soleira Livre. O vertedouro controlado apresenta 4 comportas segmento, com 16 m de largura por 20,50 m de altura e raio de 27 m. A soleira vertente, onde se apoiará o batente das comportas, apresenta-se na El. 222,00 m.

O vertedouro soleira livre está proposto com 200 m de comprimento, com a crista de escoamento na El. 242,30 m, sendo que a lâmina de água máxima prevista para a vazão decamilenar é de 5,26 m, operando em conjunto com o vertedouro controlado com todas as comportas abertas.

O vertedouro controlado deverá ser operado a maior parte do tempo, com o objetivo de manter o nível normal de operação (montante) na El. 242,00 m. O vertedouro controlado está previsto para descarregar a cheia correspondente a 100 anos de tempo de recorrência (9454 m³/s) sem sobre-elevação do reservatório, ou

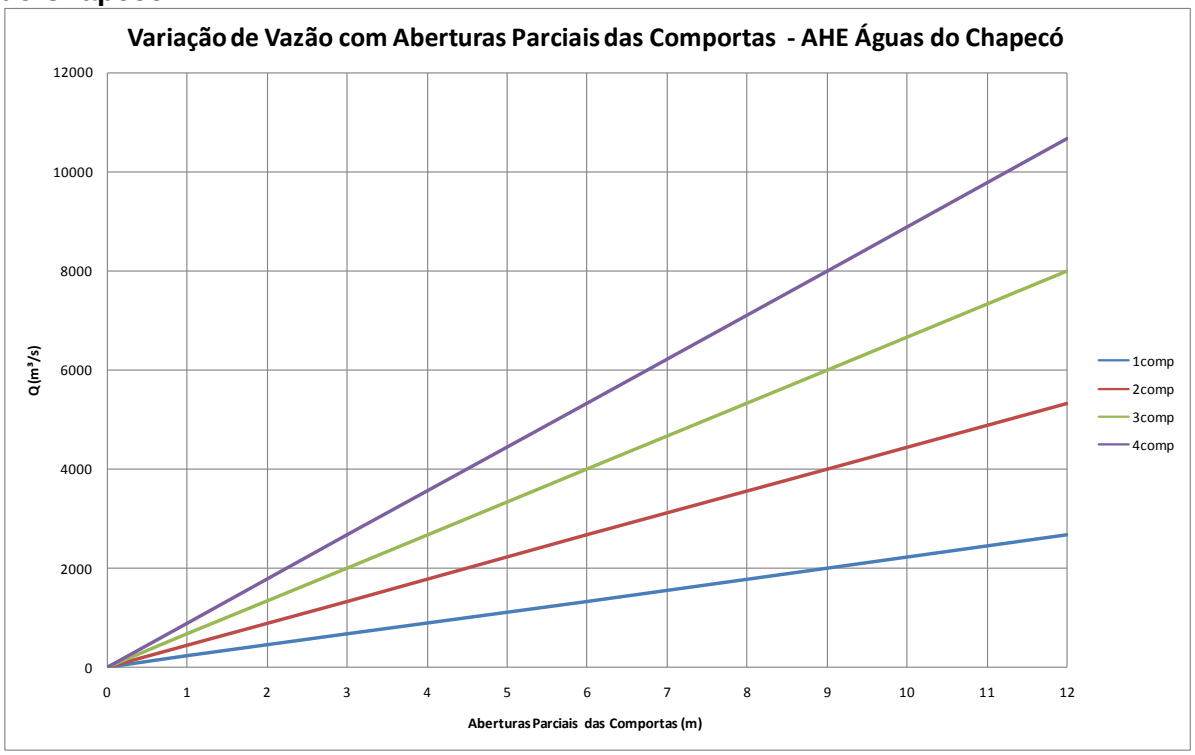
seja, mantendo o nível de água na El. 242,00 m com as comportas totalmente abertas.

Nos estudos de remanso foram determinadas as curvas de descarga para aberturas parciais com diferentes números de comportas. Os resultados estão apresentados na Tabela 8.8.1 e Figura 8.8.1 a seguir. A partir destes dados pode-se estimar a regra de operação para cada vazão de entrada no modelo.

Tabela 8.8.1 - Curvas de Descarga de Aberturas Parciais de Comportas – AHE Águas de Chapecó

Variação de Vazão Para Diferentes Aberturas de Comportas					
Comportas	Abertura das Comportas (m)				
	1	3	6	9	12
1	222	666	1331	1997	2663
2	444	1331	2663	3994	5326
3	666	1997	3994	5997	8000
4	888	2663	5326	8000	10660

Figura 8.8.1 – Curvas de Descarga de Aberturas Parciais de Comportas – AHE Águas de Chapecó.



AHE Porto Ferreira

O sistema vertente definido no Projeto Básico foi dimensionado para a vazão decamilenar de 15499 m³/s, vazão esta muito superior a determinada nos estudos hidrológicos desta AAI, devido à utilização dos dados do Banco de Dados da

Estação Fluviométrica Passo Novo Erechim no Projeto Básico, que apresenta curva de descarga que superestima as cheias. Sendo assim, para o estudo ficar coerente, adotou-se a curva de frequência de cheias calculada nesta AAI.

A seguir apresenta-se a regra de operação do vertedor do AHE Porto Ferreira para a curva de frequência de cheias do Projeto Básico, porém na simulação foi adequado para a curva de frequência de cheias calculada nesta AAI.

O sistema vertente definido no Projeto Básico apresenta um vertedouro controlado e um vertedouro de soleira Livre. O vertedouro controlado apresenta 4 comportas segmento, com 14,50 m de largura por 15,00 m de altura e raio de 20,00 m. A soleira vertente, onde se apoiará o batente das comportas, encontra-se na El. 249,00 m.

O vertedouro soleira livre foi proposto com 220 m de comprimento, sendo sua crista na El. 264,00 m, sendo que a lâmina de água máxima prevista para a vazão decamilenar é de 5,88 m, operando em conjunto com o vertedouro controlado com todas as comportas abertas.

O vertedouro controlado deverá ser operado a maior parte do tempo, com o objetivo de manter o nível de água normal de operação (montante) na El. 264,00 m. O vertedouro controlado está previsto para descarregar a cheia correspondente a 100 anos de tempo de recorrência (8535 m³/s) sem sobre-elevação do reservatório, ou seja, mantendo o nível de água na El. 264,00 m com as comportas totalmente abertas.

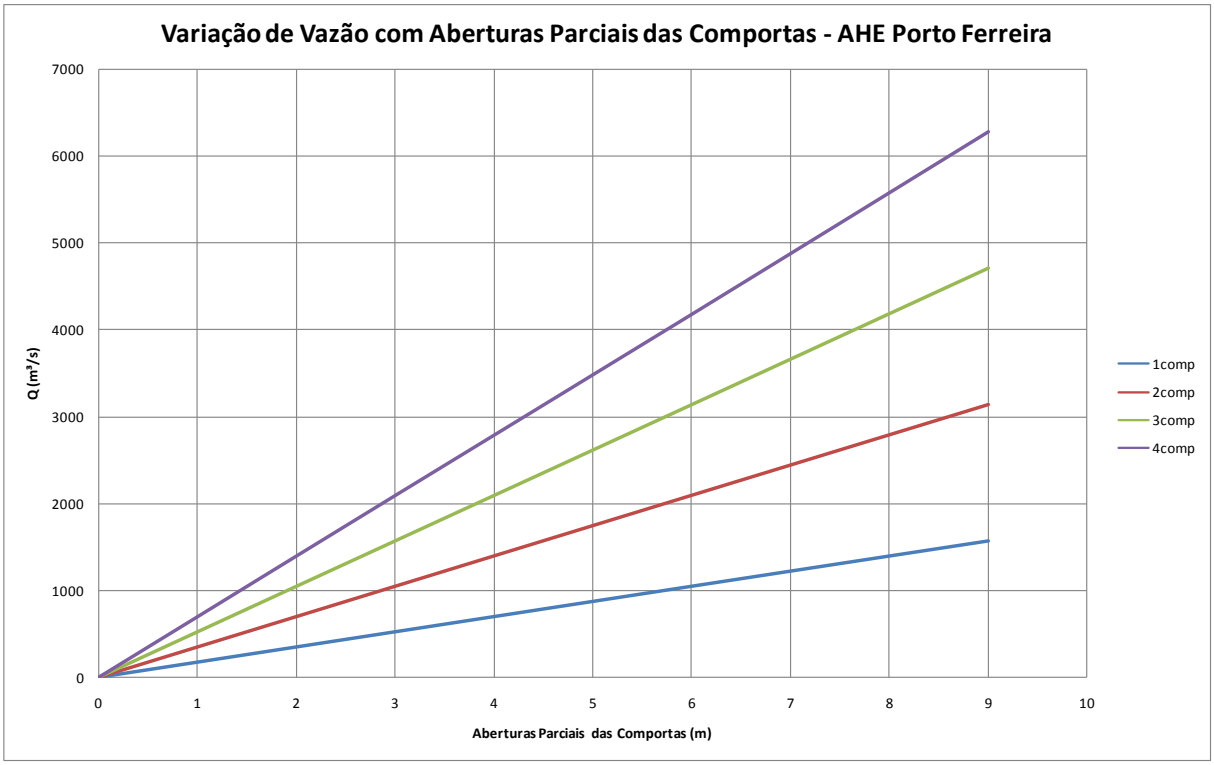
Percebe-se pelo gráfico que para vazões acima de 8000 m³/s o vertedouro diminui um pouco o coeficiente de descarga por influência do nível de água de jusante.

Nos estudos de remanso foram determinadas as curvas de descarga para aberturas parciais com diferentes números de comportas. Os resultados estão apresentados na Tabela 8.8.2 e Figura 8.8.2 a seguir. A partir destes dados pode-se estimar a regra de operação para cada vazão de entrada no modelo.

Tabela 8.8.2 - Curvas de Descarga de Aberturas Parciais de Comportas – AHE Porto Ferreira.

Variação de Vazão Para Diferentes Aberturas de Comportas				
Comportas	Abertura das Comportas (m)			
	1	3	6	9
1	175	524	1047	1568
2	349	1047	2093	3136
3	524	1570	3138	4708
4	698	2094	4180	6282

Figura 8.8.2 – Curvas de Descarga de Aberturas Parciais de Comportas – AHE Porto Ferreira.



AHE Nova Erechim

O vertedouro proposto no Projeto Básico será do tipo controlado por 6 comportas do tipo segmento, com 24,50 m de largura, altura de 11,20 m e 13,00 m de raio e acionadas por meio de cilindros hidráulicos. Quanto à localização, a casa de força foi proposta no meio do rio e quanto ao vertedouro, 3 comportas foram propostas ao lado direito e 3 comportas ao lado esquerdo da casa de força. A crista de escoamento do vertedouro encontra-se estabelecida na El. 264,00 m. A vazão de projeto do vertedouro de 9.232 m³/s é a correspondente ao tempo de recorrência de 10.000 anos, conforme determinado neste estudo da AAI. Para esta vazão a carga de escoamento é de 10,00 m.

A regra de operação adotada para o vertedouro é manter o nível de água máximo normal de montante do reservatório na El. 274,00 m, independentemente da vazão. Isto significa, que tanto para a vazão com tempo de recorrência menor ou igual a 10.000 anos, o nível de reservatório estará na El. 274,00 m, assim coincidindo com a cota do nível de água máximo normal do reservatório.

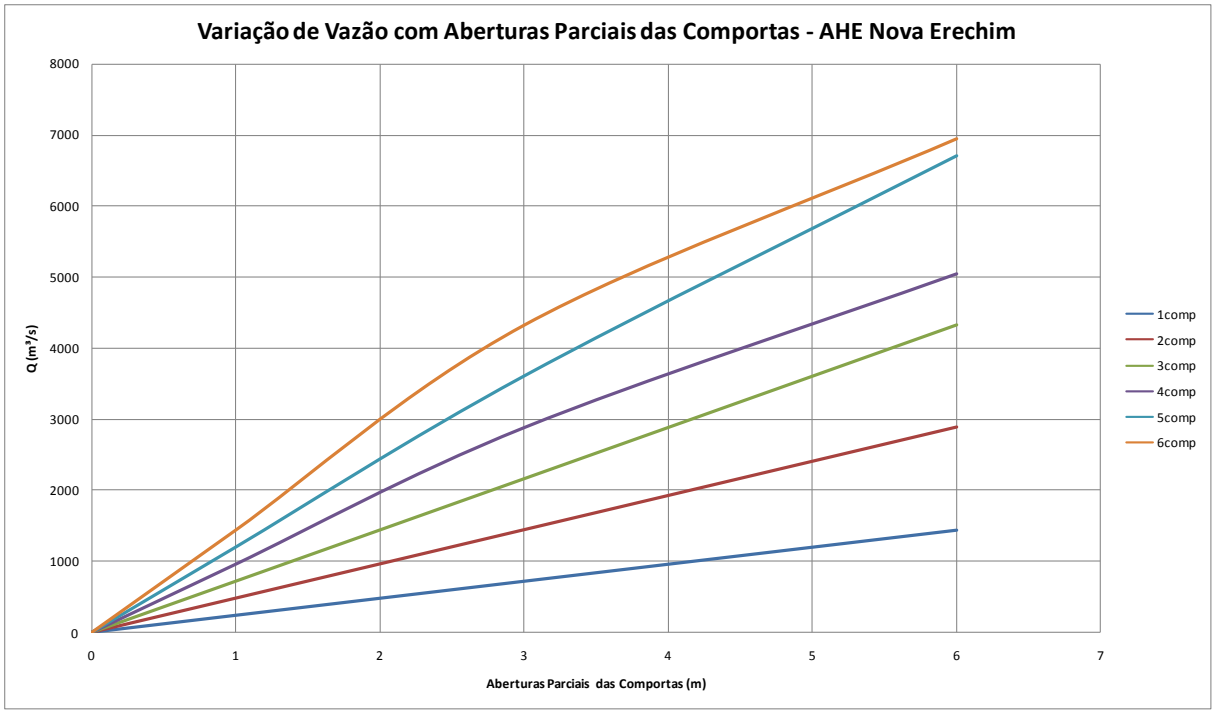
Ressalta-se que, como verificada nas simulações, a regra estabelecida é impraticável. O vertedouro proposto opera afogado, pelo reservatório da AHE Porto Ferreira e para vazões acima de 5000 m³/s há uma influência grande do nível de água de jusante que diminui muito o coeficiente de descarga.

Nos estudos de remanso foram determinadas as curvas de descarga para aberturas parciais com diferentes números de comportas. Os resultados estão apresentados na tabela e gráfico a seguir. A partir destes dados pode-se estimar a regra de operação para cada vazão de entrada no modelo.

Tabela 8.8.3 - Curvas de Descarga de Aberturas Parciais de Comportas – AHE Nova Erechim.

Comportas	Abertura (m)		
	1	3	6
1	241	721	1442
2	481	1442	2884
3	721	2163	4328
4	962	2884	5050
5	1201	3605	6700
6	1442	4326	6950

Figura 8.8.3 – Curvas de Descarga de Aberturas Parciais de Comportas – AHE Nova Erechim.



AHE Santo Antônio

A barragem proposta é do tipo concreto compactado com rolo com extensão total de cerca de 320 m, ocupado praticamente pelo vertedouro de soleira livre. Em ambas as extremidades deste vertedouro foram previstos pequeno trecho de barragem para encosto nas ombreiras. A crista da barragem foi estabelecida na El. 322,00 m, enquanto que a crista do vertedouro de soleira livre foi estabelecida na El. 313,00 m.

AHE Foz do Xaxim

O vertedouro será do tipo de superfície, com soleira de escoamento plana na El. 320,00 m, correspondente aproximadamente a elevação do leito do rio. Será dotada de 3 (três) comportas segmento com 15,00 m de largura por 21,50 m de altura. Terá raio de 20,00 m e com o munhão na El. 330,50 m. Estas comportas segmento na posição fechada ficarão assentadas na El. 320,00 m e com o topo na El. 341,50 m.

Todos os pilares na região da comporta segmento e a montante desta terão 37,95 m de comprimento. Na região a montante ficarão com o topo na El. 345,25 m. Os pilares extremos terão 3,00 m de largura e os intermediários terão 4,00 m de

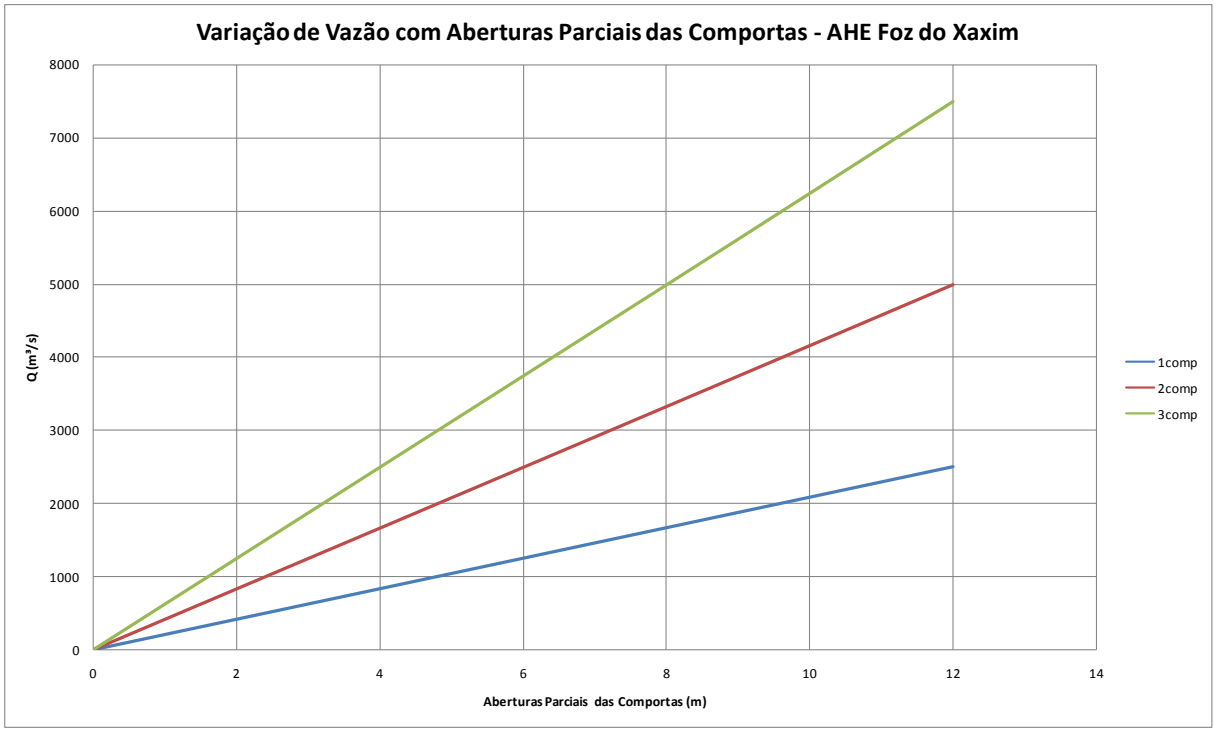
largura. A jusante das comportas, os muros laterais terão 29,50 m de comprimento com o topo na El. 331,50 m.

Para condições de descarga de cheias de até 1000 anos de recorrência, as comportas do vertedouro vão operar com aberturas parciais, mantendo-se o nível de água máximo normal no reservatório na El. 340,00 m. Para cheias acima deste valor, as comportas serão totalmente abertas.

Tabela 8.8.4 - Curvas de Descarga de Aberturas Parciais de Comportas – AHE Foz do Xaxim.

Variação de Vazão Para Diferentes Aberturas de Comportas					
Comportas	Abertura (m)				
	1	3	6	9	12
1	208	624	1248	1872	2496
2	416	1248	2495	3744	4996
3	624	1872	3744	5616	7500

Figura 8.8.4 – Curvas de Descarga de Aberturas Parciais de Comportas – AHE Foz do Xaxim.



AHE Foz do Chapecozinho

O vertedouro, do tipo de soleira livre, apresenta-se incorporado a estrutura da barragem, ocupando toda a extensão do leito do rio e parte da ombreira esquerda ao lado do leito do rio, totalizando 135 m de extensão. A sua crista foi estabelecida na El. 366,00 m, coincidente com o nível de água máximo normal do reservatório. O

seu dimensionamento foi efetuado para a vazão de 4199 m^3/s, correspondente a 1000 anos de recorrência. Para esta situação, a carga necessária ao escoamento resultou em 7,00 m e o nível de água máximo excepcional do reservatório na El. 373,00 m.

AHE Saudade

O barramento da UHE Saudade terá um comprimento total aproximado de 638 m, de ombreira a ombreira. Da extensão total de barramento, 427 m constituem o vertedouro de soleira livre. A barragem na margem direita terá aproximadamente 303 m de comprimento e altura máxima de 17 m. No trecho localizado no leito do rio, constituído somente pelo vertedouro, o barramento terá comprimento aproximado de 142 m, com altura máxima de 16 m. A barragem da margem esquerda terá aproximadamente 193 m e uma altura máxima de 15 m. Com a borda livre de 1,00 m para o nível máximo do reservatório, a crista da barragem terá 4,00 m de largura e na El. 431,00 m.

AHE Marema

O vertedouro, do tipo de soleira livre, ocupa quase a totalidade do leito do rio com cerca de 60 m de extensão. A sua crista foi estabelecida na El. 365,00 m, coincidente com o nível de água máximo normal do reservatório. O seu dimensionamento foi efetuado para a vazão de 2154 m^3/s, correspondente a 1000 anos de recorrência. Para esta situação, a carga necessária ao escoamento resultou em 7,00 m e o nível de água máximo excepcional no reservatório na El. 372,00 m.

AHE Nova União

O Projeto Básico da AHE Nova União definiu o vertedouro do tipo labirinto, devido ao vale estreito do local da barragem, associado às vazões de projeto. O vertedouro labirinto foi dimensionado para ter capacidade máxima de descarga a vazão decamilenar, calculada nos estudos hidrometeorológicos do Projeto Básico em 2809 m^3/s.

O vertedouro ocupará todo leito do rio, com 107,28 m de comprimento, soleira de escoamento na El. 424,30 m e lâmina de água máxima de 3,82 m.

O modelo HEC-RAS utilizado não possui em seu algoritmo a capacidade de simular um vertedouro labirinto, desta forma utilizou-se um vertedouro ogiva, com 200 metros de largura e foram verificados os níveis de passagem para as vazões simuladas pelo vertedouro. A largura total do vertedouro labirinto seria de 240 metros, porém a largura efetiva foi calculada em um valor próximo a 200 metros (transformando para um vertedor de soleira livre tipo ogiva - perfil Creager), sendo este utilizado, sendo este também o valor máximo possível de ser utilizado devido à largura da seção. Como o HEC-RAS não simula problemas de dissipação de energia, estabilidade da barragem e material da calha de jusante, esta foi a alternativa encontrada para simular este tipo de vertedouro.

8.9 Calibragem

Para a calibragem do modelo HEC-RAS para o trecho estudado dos rios Chapecó e Chapecozinho, entre as El. 430,00 m e 225,00 m., baseou-se nas seguintes informações e seguiu-se a seguinte metodologia:

1. Utilização dos mapas de restituição aerofotogramétrica - curvas de nível de 5 em 5 metros;
2. Determinação da calha e do eixo do rio (AutoCAD);
3. Inserção das seções topobatimétricas disponíveis e estruturas hidráulicas nos mapas de restituição aerofotogramétrica;
4. Determinação dos locais das seções de restituição, com distanciamento máximo de 500 m;
5. Exportação dos dados da geometria do eixo do rio, seções de restituição e topobatimétricas para o HEC-RAS;
6. Inserção no HEC-RAS das variações de vazões para cada AHE em regime permanente;
7. Inserção dos NAs de referência para as vazões de entrada;
8. Inserção do número de Manning - n = 0,035 $s/m^{1/3}$;
9. Calibragem do rio ao natural;
10. Inserção dos barramentos e vertedouros no HEC-RAS;
11. Calibragem das aberturas parciais das comportas.

Seções Utilizadas

Levando em consideração que com a utilização apenas das seções topobatimétricas disponíveis não é possível representar a real situação hidrodinâmica do rio, nos trechos com poucas seções topobatimétricas de campo foram inseridas seções elaboradas com base nos mapas de restituição aerofotogramétrica. No total foram inseridas 357 seções assim elaboradas e sendo 92 seções topobatimétricas de campo totalizou 449 seções utilizadas nos estudos de remanso. A Tabela 8.9.1 apresenta as seções inseridas no HEC-RAS.

Tabela 8.9.1 - Seções inseridas no HEC-RAS – rio Chapecó.

Rio Chapecó					
Nome AUTOCAD	**Nome original HEC-RAS**	**Nome ref. HEC-RAS**	**Nome final HEC-RAS**	**Distância**	**Distância acumulada**
SL-635	158500	SRC-317	317	500.00	158499.57
SL-634	158000	SRC-316	316	500.00	157999.57
SL-633	157500	SRC-315	315	500.00	157499.57
SL-632	157000	SRC-314	314	500.00	156999.57
SL-631	156500	SRC-313	313	500.00	156499.57
SL-630	156000	SRC-312	312	500.00	155999.57
SL-629	155500	SRC-311	311	500.00	155499.57
SL-628	155000	SRC-310	310	500.00	154999.57
SL-627	154500	SRC-309	309	500.00	154499.57
SL-626	154000	SRC-308	308	500.00	153999.57
SL-625	153500	SRC-307	307	500.00	153499.57
SL-624	153000	SRC-306	306	500.00	152999.57
SL-623	152500	SRC-305	305	500.00	152499.57
SL-622	152000	SRC-304	304	500.00	151999.57
SL-621	151500	SRC-303	303	500.00	151499.57
SL-620	151000	SRC-302	302	500.00	150999.57
SL-619	150500	SRC-301	301	500.00	150499.57
SL-618	150000	SRC-300	300	500.00	149999.57
SL-617	149500	SRC-299	299	500.00	149499.57
SL-616	149000	SRC-298	298	500.00	148999.57
SL-615	148500	SRC-297	297	58.84	148499.57
SAU-POSTO 1		STSAU-71	296.1	441.16	148440.73
SL-614	148000	SRC-296	296	208.50	147999.57
SAU-POSTO 3 e 2		STSAU-70	295.1	291.50	147791.07
SL-613	147500	SRC-295	295	141.15	147499.57
SAU-POSTO 4		STSAU-69	294.1	358.85	147358.42
SL-612	147000	SRC-294	294	500.00	146999.57
SL-611	146500	SRC-293	293	500.00	146499.57
SL-610	146000	SRC-292	292	500.00	145999.57
SL-609	145500	SRC-291	291	500.00	145499.57
SL-608	145000	SRC-290	290	500.00	144999.57
SL-607	144500	SRC-289	289	500.00	144499.57
SL-606	144000	SRC-288	288	500.00	143999.57
SL-605	143500	SRC-287	287	500.00	143499.57
SL-604	143000	SRC-286	286	500.00	142999.57
SL-603	142500	SRC-285	285	500.00	142499.57
SL-602	142000	SRC-284	284	500.00	141999.57

Rio Chapecó					
Nome AUTOCAD	Nome original HEC-RAS	Nome ref. HEC-RAS	Nome final HEC-RAS	Distância	Distância acumulada
SL-601	141500	SRC-283	283	500.00	141499.57
SL-600	141000	SRC-282	282	500.00	140999.57
SL-599	140500	SRC-281	281	500.00	140499.57
SL-598	140000	SRC-280	280	500.00	139999.57
SL-597	139500	SRC-279	279	500.00	139499.57
SL-596	139000	SRC-278	278	500.00	138999.57
SL-595	138500	SRC-277	277	333.16	138499.57
SAU-POSTO 5		STSAU-68	276.2	5.8623	138166.4126
FOZ-RS6		STFOC-67	276.1	160.98	138160.55
SL-594	138000	SRC-276	276	500.00	137999.57
SL-593	137500	SRC-275	275	500.00	137499.57
SL-592	137000	SRC-274	274	500.00	136999.57
SL-591	136500	SRC-273	273	413.28	136499.57
FOZ-RS5		STFOC-66	272.1	86.73	136086.30
SL-590	136000	SRC-272	272	500.00	135999.57
SL-589	135500	SRC-271	271	500.00	135499.57
SL-588	135000	SRC-270	270	124.38	134999.57
FOZ-RS4		STFOC-65	269.1	375.62	134875.19
SL-587	134500	SRC-269	269	500.00	134499.57
SL-586	134000	SRC-268	268	447.56	133999.57
FOZ-RS3		STFOC-64	267.1	52.44	133552.01
SL-585	133500	SRC-267	267	500.00	133499.57
SL-584	133000	SRC-266	266	500.00	132999.57
SL-583	132500	SRC-265	265	500.00	132499.57
SL-582	132000	SRC-264	264	420.51	131999.57
FOZ-RS2		STFOC-63	263.1	79.49	131579.06
SL-581	131500	SRC-263	263	500.00	131499.57
SL-580	131000	SRC-262	262	500.00	130999.57
SL-579	130500	SRC-261	261	500.00	130499.57
SL-578	130000	SRC-260	260	500.00	129999.57
SL-577	129500	SRC-259	259	42.12	129499.57
FOZ-RS1		STFOC-62	258.1	457.88	129457.45
SL-576	129000	SRC-258	258	345.20	128999.57
FOZ-BR4		STFOC-61	257.1	154.80	128654.37
SL-575	128500	SRC-257	257	119.88	128499.57
FOZ-BR3		STFOC-60	256.3	108.33	128379.69
Restituição-Controle			256.25	98.30	128271.36
FOZ-BR2		STFOC-59	256.2	37.72	128173.06
FOZ-BR1		STFOC-58	256.1	135.77	128135.34
SL-574	128000	SRC-256	256	20.86	127999.57
FOZ-CF1		STFOC-57	255.1	479.14	127978.71
SL-573	127500	SRC-255	255	500.00	127499.57
SL-572	127000	SRC-254	254	500.00	126999.57
SL-571	126500	SRC-253	253	500.00	126499.57
SL-570	126000	SRC-252	252	500.00	125999.57
SL-569	125500	SRC-251	251	500.00	125499.57
SL-568	125000	SRC-250	250	500.00	124999.57
SL-567	124500	SRC-249	249	297.23	124499.57
S22		STFOX-56	248.1	202.77	124202.34
SL-566	124000	SRC-248	248	48.40	123999.57
S21		STFOX-55	247.2	218.37	123951.17
S20		STFOX-54	247.1	233.23	123732.80
SL-565	123500	SRC-247	247	339.44	123499.57
S19		STFOX-53	246.1	160.56	123160.13

Rio Chapecó					
Nome AUTOCAD	Nome original HEC-RAS	Nome ref. HEC-RAS	Nome final HEC-RAS	Distância	Distância acumulada
SL-564	123000	SRC-246	246	474.51	122999.57
S18		STFOX-52	245.1	25.49	122525.06
SL-563	122500	SRC-245	245	500.00	122499.57
SL-562	122000	SRC-244	244	472.03	121999.57
S17		STFOX-51	243.1	27.97	121527.54
SL-561	121500	SRC-243	243	500.00	121499.57
SL-560	121000	SRC-242	242	500.00	120999.57
SL-559	120500	SRC-241	241	435.96	120499.57
S16		STFOX-50	240.1	64.04	120063.61
SL-558	120000	SRC-240	240	500.00	119999.57
SL-557	119500	SRC-239	239	500.00	119499.57
SL-556	119000	SRC-238	238	471.80	118999.57
S15		STFOX-49	237.1	28.20	118527.77
SL-555	118500	SRC-237	237	500.00	118499.57
SL-554	118000	SRC-236	236	500.00	117999.57
SL-553	117500	SRC-235	235	500.00	117499.57
SL-552	117000	SRC-234	234	500.00	116999.57
SL-551	116500	SRC-233	233	500.00	116499.57
SL-550	116000	SRC-232	232	500.00	115999.57
SL-549	115500	SRC-231	231	500.00	115499.57
SL-548	115000	SRC-230	230	500.00	114999.57
SL-547	114500	SRC-229	229	500.00	114499.57
SL-546	114000	SRC-228	228	500.00	113999.57
SL-545	113500	SRC-227	227	67.97	113499.57
S14		STFOX-48	226.1	432.03	113431.60
SL-544	113000	SRC-226	226	500.00	112999.57
SL-543	112500	SRC-225	225	500.00	112499.57
SL-542	112000	SRC-224	224	500.00	111999.57
SL-541	111500	SRC-223	223	500.00	111499.57
SL-540	111000	SRC-222	222	500.00	110999.57
SL-539	110500	SRC-221	221	500.00	110499.57
SL-538	110000	SRC-220	220	500.00	109999.57
SL-537	109500	SRC-219	219	500.00	109499.57
SL-536	109000	SRC-218	218	500.00	108999.57
SL-535	108500	SRC-217	217	500.00	108499.57
SL-534	108000	SRC-216	216	500.00	107999.57
SL-533	107500	SRC-215	215	500.00	107499.57
SL-532	107000	SRC-214	214	500.00	106999.57
SL-531	106500	SRC-213	213	443.96	106499.57
S13		STFOX-47	212.1	56.04	106055.61
SL-530	106000	SRC-212	212	500.00	105999.57
SL-529	105500	SRC-211	211	500.00	105499.57
SL-528	105000	SRC-210	210	500.00	104999.57
SL-527	104500	SRC-209	209	500.00	104499.57
SL-526	104000	SRC-208	208	500.00	103999.57
SL-525	103500	SRC-207	207	500.00	103499.57
SL-524	103000	SRC-206	206	500.00	102999.57
SL-523	102500	SRC-205	205	500.00	102499.57
SL-522	102000	SRC-204	204	500.00	101999.57
SL-521	101500	SRC-203	203	500.00	101499.57
SL-520	101000	SRC-202	202	276.24	100999.57
S12		STFOX-46	201.1	223.76	100723.33
SL-519	100500	SRC-201	201	18.94	100499.57
S11		STFOX-45	200.2	167.29	100480.63

Rio Chapecó					
Nome AUTOCAD	Nome original HEC-RAS	Nome ref. HEC-RAS	Nome final HEC-RAS	Distância	Distância acumulada
S10		STFOX-44	200.1	313.77	100313.34
SL-518	100000	SRC-200	200	262.43	99999.57
S9		STFOX-43	199.1	237.57	99737.14
SL-517	99500	SRC-199	199	196.18	99499.57
S8		STFOX-42	198.1	303.82	99303.39
SL-516	99000	SRC-198	198	36.74	98999.57
S7		STFOX-41	197.1	463.26	98962.83
SL-515	98500	SRC-197	197	101.71	98499.57
S6		STFOX-40	196.1	398.29	98397.86
SL-514	98000	SRC-196	196	211.82	97999.57
S5		STFOX-39	195.1	288.18	97787.75
SL-513	97500	SRC-195	195	7.88	97499.57
S4		STFOX-38	194.1	492.12	97491.69
SL-512	97000	SRC-194	194	500.00	96999.57
SL-511	96500	SRC-193	193	500.00	96499.57
SL-510	96000	SRC-192	192	500.00	95999.57
SL-509	95500	SRC-191	191	500.00	95499.57
SL-508	95000	SRC-190	190	500.00	94999.57
SL-507	94500	SRC-189	189	500.00	94499.57
SL-506	94000	SRC-188	188	500.00	93999.57
SL-505	93500	SRC-187	187	500.00	93499.57
SL-504	93000	SRC-186	186	500.00	92999.57
SL-503	92500	SRC-185	185	500.00	92499.57
SL-502	92000	SRC-184	184	500.00	91999.57
SL-501	91500	SRC-183	183	500.00	91499.57
SL-500	91000	SRC-182	182	326.20	90999.57
S3		STFOX-37	181.1	173.80	90673.37
SL-499	90500	SRC-181	181	500.00	90499.57
SL-498	90000	SRC-180	180	500.00	89999.57
SL-497	89500	SRC-179	179	500.00	89499.57
SL-496	89000	SRC-178	178	500.00	88999.57
SL-495	88500	SRC-177	177	50.42	88499.57
S2		STFOX-36	176.1	449.58	88449.15
SL-494	88000	SRC-176	176	500.00	87999.57
SL-493	87500	SRC-175	175	500.00	87499.57
SL-492	87000	SRC-174	174	500.00	86999.57
SL-491	86500	SRC-173	173	500.00	86499.57
SL-490	86000	SRC-172	172	352.25	85999.57
S1		STFOX-35	171.1	147.75	85647.32
SL-489	85500	SRC-171	171	500.00	85499.57
SL-488	85000	SRC-170	170	500.00	84999.57
SL-487	84500	SRC-169	169	500.00	84499.57
SL-486	84000	SRC-168	168	500.00	83999.57
SL-485	83500	SRC-167	167	302.69	83499.57
STA-S5		STSTA-34	166.1	197.31	83196.88
SL-484	83000	SRC-166	166	500.00	82999.57
SL-483	82500	SRC-165	165	500.00	82499.57
SL-482	82000	SRC-164	164	500.00	81999.57
SL-481	81500	SRC-163	163	500.00	81499.57
SL-480	81000	SRC-162	162	500.00	80999.57
SL-479	80500	SRC-161	161	500.00	80499.57
SL-478	80000	SRC-160	160	500.00	79999.57
SL-477	79500	SRC-159	159	500.00	79499.57
SL-476	79000	SRC-158	158	500.00	78999.57

Rio Chapecó					
Nome AUTOCAD	Nome original HEC-RAS	Nome ref. HEC-RAS	Nome final HEC-RAS	Distância	Distância acumulada
SL-475	78500	SRC-157	157	500.00	78499.57
SL-474	78000	SRC-156	156	500.00	77999.57
SL-473	77500	SRC-155	155	500.00	77499.57
SL-472	77000	SRC-154	154	500.00	76999.57
SL-471	76500	SRC-153	153	500.00	76499.57
SL-470	76000	SRC-152	152	500.00	75999.57
SL-469	75500	SRC-151	151	500.00	75499.57
SL-468	75000	SRC-150	150	500.00	74999.57
SL-467	74500	SRC-149	149	500.00	74499.57
SL-466	74000	SRC-148	148	105.88	73999.57
STA-S4		STSTA-33	147.1	394.12	73893.69
SL-465	73500	SRC-147	147	500.00	73499.57
SL-464	73000	SRC-146	146	500.00	72999.57
SL-463	72500	SRC-145	145	500.00	72499.57
SL-462	72000	SRC-144	144	500.00	71999.57
SL-461	71500	SRC-143	143	500.00	71499.57
SL-460	71000	SRC-142	142	500.00	70999.57
SL-459	70500	SRC-141	141	500.00	70499.57
SL-458	70000	SRC-140	140	500.00	69999.57
SL-457	69500	SRC-139	139	500.00	69499.57
SL-456	69000	SRC-138	138	500.00	68999.57
SL-455	68500	SRC-137	137	500.00	68499.57
SL-454	68000	SRC-136	136	500.00	67999.57
SL-453	67500	SRC-135	135	500.00	67499.57
SL-452	67000	SRC-134	134	500.00	66999.57
SL-451	66500	SRC-133	133	159.34	66499.57
NER-RS05		STNER-32	132.1	340.66	66340.23
SL-450	66000	SRC-132	132	500.00	65999.57
SL-449	65500	SRC-131	131	500.00	65499.57
SL-448	65000	SRC-130	130	3.15	64999.57
NER-RS04		STNER-30	129.2	168.96	64996.42
STA-S1		STSTA-31	129.3	87.64	64827.47
STA-S2		STSTA-29	129.1	240.25	64739.82
SL-447	64500	SRC-129	129	154.63	64499.57
STA-S3		STSTA-28	128.1	345.37	64344.94
SL-446	64000	SRC-128	128	486.05	63999.57
NER-RS03		STNER-27	127.1	13.95	63513.52
SL-445	63500	SRC-127	127	500.00	63499.57
SL-444	63000	SRC-126	126	500.00	62999.57
SL-443	62500	SRC-125	125	137.41	62499.57
NER-RS02		STNER-26	124.1	362.59	62362.16
SL-442	62000	SRC-124	124	500.00	61999.57
SL-441	61500	SRC-123	123	500.00	61499.57
SL-440	61000	SRC-122	122	184.85	60999.57
NER-RS01		STNER-25	121.1	315.15	60814.72
SL-439	60500	SRC-121	121	500.00	60499.57
SL-438	60000	SRC-120	120	500.00	59999.57
SL-437	59500	SRC-119	119	363.52	59499.57
NER-BR2		STNER-24	118.1	136.48	59136.05
SL-436	59000	SRC-118	118	99.88	58999.57
NER-BR1		STNER-23	117.2	298.40	58899.69
NER-CF1		STNER-22	117.1	101.72	58601.29
SL-435	58500	SRC-117	117	500.00	58499.57
SL-434	58000	SRC-116	116	500.00	57999.57

Rio Chapecó					
Nome AUTOCAD	Nome original HEC-RAS	Nome ref. HEC-RAS	Nome final HEC-RAS	Distância	Distância acumulada
SL-433	57500	SRC-115	115	49.47	57499.57
STBR-05		STPOF-21	114.1	450.53	57450.10
SL-432	57000	SRC-114	114	500.00	56999.57
SL-431	56500	SRC-113	113	500.00	56499.57
SL-430	56000	SRC-112	112	500.00	55999.57
SL-429	55500	SRC-111	111	500.00	55499.57
SL-428	55000	SRC-110	110	500.00	54999.57
SL-427	54500	SRC-109	109	500.00	54499.57
SL-426	54000	SRC-108	108	328.59	53999.57
STBR-04		STPOF-20	107.1	171.41	53670.98
SL-425	53500	SRC-107	107	500.00	53499.57
SL-424	53000	SRC-106	106	500.00	52999.57
SL-423	52500	SRC-105	105	500.00	52499.57
SL-422	52000	SRC-104	104	500.00	51999.57
SL-421	51500	SRC-103	103	420.19	51499.57
STBR-03		STPOF-19	102.1	79.81	51079.38
SL-420	51000	SRC-102	102	500.00	50999.57
SL-419	50500	SRC-101	101	500.00	50499.57
SL-418	50000	SRC-100	100	500.00	49999.57
SL-417	49500	SRC-99	99	500.00	49499.57
SL-416	49000	SRC-98	98	500.00	48999.57
SL-415	48500	SRC-97	97	500.00	48499.57
SL-414	48000	SRC-96	96	500.00	47999.57
SL-413	47500	SRC-95	95	500.00	47499.57
SL-412	47000	SRC-94	94	500.00	46999.57
SL-411	46500	SRC-93	93	16.15	46499.57
STBR-02		STPOF-18	92.1	483.85	46483.42
SL-410	46000	SRC-92	92	500.00	45999.57
SL-409	45500	SRC-91	91	500.00	45499.57
SL-408	45000	SRC-90	90	500.00	44999.57
SL-407	44500	SRC-89	89	500.00	44499.57
SL-406	44000	SRC-88	88	500.00	43999.57
SL-405	43500	SRC-87	87	500.00	43499.57
SL-404	43000	SRC-86	86	500.00	42999.57
SL-403	42500	SRC-85	85	500.00	42499.57
SL-402	42000	SRC-84	84	235.97	41999.57
STBR-01		STPOF-17	83.1	264.03	41763.60
SL-401	41500	SRC-83	83	500.00	41499.57
SL-400	41000	SRC-82	82	500.00	40999.57
SL-399	40500	SRC-81	81	500.00	40499.57
SL-398	40000	SRC-80	80	500.00	39999.57
SL-397	39500	SRC-79	79	500.00	39499.57
SL-396	39000	SRC-78	78	308.63	38999.57
STB-2		STPOF-16	77.1	191.37	38690.94
SL-395	38500	SRC-77	77	500.00	38499.57
SL-394	38000	SRC-76	76	500.00	37999.57
SL-393	37500	SRC-75	75	500.00	37499.57
SL-392	37000	SRC-74	74	500.00	36999.57
SL-391	36500	SRC-73	73	500.00	36499.57
SL-390	36000	SRC-72	72	491.17	35999.57
SL-389	35508.83	SRC-71	71	500.00	35508.40
SL-388	35008.83	SRC-70	70	500.23	35008.40
SL-387	34508.6	SRC-69	69	500.45	34508.17
SL-386	34008.15	SRC-68	68	500.44	34007.72

Rio Chapecó					
Nome AUTOCAD	Nome original HEC-RAS	Nome ref. HEC-RAS	Nome final HEC-RAS	Distância	Distância acumulada
SL-385	33507.71	SRC-67	67	500.46	33507.28
SL-384	33007.25	SRC-66	66	500.00	33006.82
SL-383	32507.25	SRC-65	65	500.00	32506.82
SL-382	32007.25	SRC-64	64	500.02	32006.82
SL-381	31507.23	SRC-63	63	500.01	31506.80
SL-380	31007.22	SRC-62	62	500.04	31006.79
SL-379	30507.18	SRC-61	61	500.03	30506.75
SL-378	30007.15	SRC-60	60	500.00	30006.72
SL-377	29507.15	SRC-59	59	500.00	29506.72
SL-376	29007.15	SRC-58	58	501.84	29006.72
SL-375	28505.31	SRC-57	57	500.78	28504.88
SL-374	28004.53	SRC-56	56	500.02	28004.10
SL-373	27504.51	SRC-55	55	500.00	27504.08
SL-372	27004.51	SRC-54	54	496.25	27004.08
STBR-07		STACH-15	53.1	4.31	26507.83
SL-371	26503.95	SRC-53	53	363.69	26503.52
STB-6		STPOF-14	52.1	137.77	26139.83
SL-370	26002.49	SRC-52	52	500.02	26002.06
SL-369	25502.47	SRC-51	51	500.02	25502.04
SL-368	25002.45	SRC-50	50	500.01	25002.02
SL-367	24502.44	SRC-49	49	500.00	24502.01
SL-366	24002.44	SRC-48	48	500.10	24002.01
SL-365	23502.34	SRC-47	47	137.31	23501.91
STBR-06		STACH-13	46.1	362.69	23364.60
SL-364	23002.34	SRC-46	46	500.00	23001.91
SL-363	22502.34	SRC-45	45	500.00	22501.91
SL-362	22002.34	SRC-44	44	500.00	22001.91
SL-361	21502.34	SRC-43	43	500.01	21501.91
SL-360	21002.33	SRC-42	42	500.01	21001.90
SL-359	20502.32	SRC-41	41	500.03	20501.89
SL-358	20002.29	SRC-40	40	500.27	20001.86
SL-357	19502.02	SRC-39	39	500.00	19501.59
SL-356	19002.02	SRC-38	38	500.12	19001.59
SL-355	18501.9	SRC-37	37	68.44	18501.47
STBR-05		STACH-12	36.1	431.59	18433.03
SL-354	18001.87	SRC-36	36	500.16	18001.44
SL-353	17501.71	SRC-35	35	500.00	17501.28
SL-352	17001.71	SRC-34	34	500.00	17001.28
SL-351	16501.71	SRC-33	33	500.80	16501.28
SL-350	16000.91	SRC-32	32	28.07	16000.48
STBR-04		STACH-11	31.1	472.98	15972.41
SL-349	15499.86	SRC-31	31	500.00	15499.43
SL-348	14999.86	SRC-30	30	500.01	14999.43
SL-347	14499.85	SRC-29	29	500.00	14499.42
SL-346	13999.85	SRC-28	28	500.37	13999.42
SL-345	13499.48	SRC-27	27	500.48	13499.05
SL-344	12999	SRC-26	26	500.32	12998.57
SL-343	12498.68	SRC-25	25	84.91	12498.25
STBR-03		STACH-10	24.1	415.13	12413.34
SL-342	11998.64	SRC-24	24	690.40	11998.21
SL-341	11308.24	SRC-23	23	432.30	11307.81
SL-340	10875.94	SRC-22	22	377.42	10875.51
SL-339	10498.52	SRC-21	21	269.77	10498.09
SL-338	10228.75	SRC-20	20	732.53	10228.32

Rio Chapecó					
Nome AUTOCAD	Nome original HEC-RAS	Nome ref. HEC-RAS	Nome final HEC-RAS	Distância	Distância acumulada
SL-337	9496.22	SRC-19	19	37.75	9495.79
STBR-02		STACH-09	18.1	458.47	9458.04
SL-336	9000	SRC-18	18	309.24	8999.57
SL-335	8690.76	SRC-17	17	288.31	8690.33
SL-334	8402.45	SRC-16	16	462.18	8402.02
SL-333	7940.27	SRC-15	15	590.10	7939.84
SL-332	7350.17	SRC-14	14	46.99	7349.74
STB-9		STACH-08	13.4	73.92	7302.75
STB-8A		STACH-07	13.3	31.65	7228.83
STB-8		STACH-06	13.2	94.59	7197.18
STB-7		STACH-05	13.1	606.99	7102.58
SL-331	6496.02	SRC-13	13	501.68	6495.59
SL-330	5994.34	SRC-12	12	30.36	5993.91
STBR-01		STACH-04	11.1	469.64	5963.55
SL-329	5493.91	SRC-11	11	500.04	5493.91
SL-328	4993.87	SRC-10	10	500.00	4993.87
SL-327	4493.87	SRC-09	9	500.00	4493.87
SL-326	3993.87	SRC-08	8	76.22	3993.87
STB-06B		STACH-03	7.3	45.43	3917.65
STB-06A		STACH-02	7.2	81.17	3872.23
STB-06		STACH-01	7.1	297.19	3791.06
SL-325	3493.87	SRC-07	7	499.99	3493.87
SL-324	2993.88	SRC-06	6	499.89	2993.88
SL-323	2493.99	SRC-05	5	497.81	2493.99
SL-322	1996.18	SRC-04	4	496.59	1996.18
SL-321	1499.59	SRC-03	3	499.97	1499.59
SL-320	999.62	SRC-02	2	499.87	999.62
SL-319	499.75	SRC-01	1	499.75	499.75

Referência de cores:

ACH – AHE Águas de Chapecó	Seções Topobatimétricas
POF – AHE Porto Ferreira	Seções Topobatimétricas
NOE – AHE Nova Erechim	Seções Topobatimétricas
STA – AHE Santo Antônio	Seções Topobatimétricas
FOX – AHE Foz do Xaxim	Seções Topobatimétricas
FOC – AHE Foz do Chapecozinho	Seções Topobatimétricas
SAU – AHE Saudade	Seções Topobatimétricas

Tabela 8.9.2 - Seções inseridas no HEC-RAS – rio Chapecozinho.

Rio Chapecozinho					
Nome AUTOCAD	Nome original HEC-RAS	Nome ref. HEC-RAS	Nome final HEC-RAS	Distância	Distância acumulada
SL-675	20000	SRCZ-40	357	355.0272	20000
STBR-05		STNOU-90	356.1	144.9728	19644.9728
SL-674	19500	SRCZ-39	356	500	19500
SL-673	19000	SRCZ-38	355	500	19000
SL-672	18500	SRCZ-37	354	282.1675	18500
STBR-04		STNOU-89	353.1	217.8325	18217.8325
SL-671	18000	SRCZ-36	353	500	18000
SL-670	17500	SRCZ-35	352	335.1449	17500
STBR-03		STNOU-88	351.1	164.8551	17164.8551
SL-669	17000	SRCZ-34	351	500	17000
SL-668	16500	SRCZ-33	350	208.2897	16500
STBR-02		STNOU-87	349.1	291.7103	16291.7103

Rio Chapecozinho					
Nome AUTOCAD	Nome original HEC-RAS	Nome ref. HEC-RAS	Nome final HEC-RAS	Distância	Distância acumulada
SL-667	16000	SRCZ-32	349	500	16000
SL-666	15500	SRCZ-31	348	158.5494	15500
STBR-01		STNOU-86	347.1	341.4506	15341.4506
SL-665	15000	SRCZ-30	347	395.7624	15000
STB-1		STNOU-85	346.3	49.161	14604.2376
STB-2		STNOU-84	346.2	47.1237	14555.0766
STB-3		STNOU-83	346.1	7.9529	14507.9529
SL-664	14500	SRCZ-29	346	500	14500
SL-663	14000	SRCZ-28	345	500	14000
SL-662	13500	SRCZ-27	344	500	13500
SL-661	13000	SRCZ-26	343	500	13000
SL-660	12500	SRCZ-25	342	500	12500
SL-659	12000	SRCZ-24	341	500	12000
SL-658	11500	SRCZ-23	340	500	11500
SL-657	11000	SRCZ-22	339	500	11000
SL-656	10500	SRCZ-21	338	500	10500
SL-655	10000	SRCZ-20	337	206.1034	10000
STB-6		STNOU-82	336.4	56.8906	9793.8966
STB-5		STNOU-81	336.3	46.8851	9737.006
STB-4		STNOU-80	336.2	83.7868	9690.1209
MAR-EIXO8		STMAR-79	336.1	106.3341	9606.3341
SL-654	9500	SRCZ-19	336	500	9500
SL-653	9000	SRCZ-18	335	500	9000
SL-652	8500	SRCZ-17	334	148.2881	8500
MAR-EIXO7		STMAR-78	333.1	351.7119	8351.7119
SL-651	8000	SRCZ-16	333	500	8000
SL-650	7500	SRCZ-15	332	500	7500
SL-649	7000	SRCZ-14	331	279.5715	7000
MAR-EIXO6		STMAR-77	330.1	220.4285	6720.4285
SL-648	6500	SRCZ-13	330	500	6500
SL-647	6000	SRCZ-12	329	393.3061	6000
MAR-EIXO5		STMAR-76	328.1	106.6939	5606.6939
SL-646	5500	SRCZ-11	328	500	5500
SL-645	5000	SRCZ-10	327	328.2437	5000
MAR-EIXO4		STMAR-75	326.1	171.7563	4671.7563
SL-644	4500	SRCZ-9	326	197.5546	4500
MAR-EIXO3		STMAR-74	325.3	158.4712	4302.4454
Controle - Restituição			325.25		
MAR-EIXO2		STMAR-73	325.2	54.3577	4143.9742
MAR-EIXO1		STMAR-72	325.1	89.6165	4089.6165
SL-643	4000	SRCZ-8	325	500	4000
SL-642	3500	SRCZ-7	324	500	3500
SL-641	3000	SRCZ-6	323	500	3000
SL-640	2500	SRCZ-5	322	500	2500
SL-639	2000	SRCZ-4	321	500	2000
SL-638	1500	SRCZ-3	320	500	1500
SL-637	1000	SRCZ-2	319	500	1000
SL-636	500	SRCZ-1	318	500	500

Referência de cores:

MAR – AHE Marema	Seções Topobatimétricas
NOU – AHE Nova União	Seções Topobatimétricas

Resultados da Calibragem - Rio Natural

Para cada empreendimento foi utilizada a base de dados descrita no Capítulo 8.2 – Dados Utilizados para Desenvolvimento da Geometria, Entrada no Modelo, Calibragem e Simulações. Para a maioria se priorizou os dados de níveis de água levantados junto às seções topobatimétricas. A seguir são mostrados os gráficos de saída da calibração para cada empreendimento, com os principais níveis de água de ajuste.

Figura 8.9.1 – Calibragem AHE Águas de Chapecó.

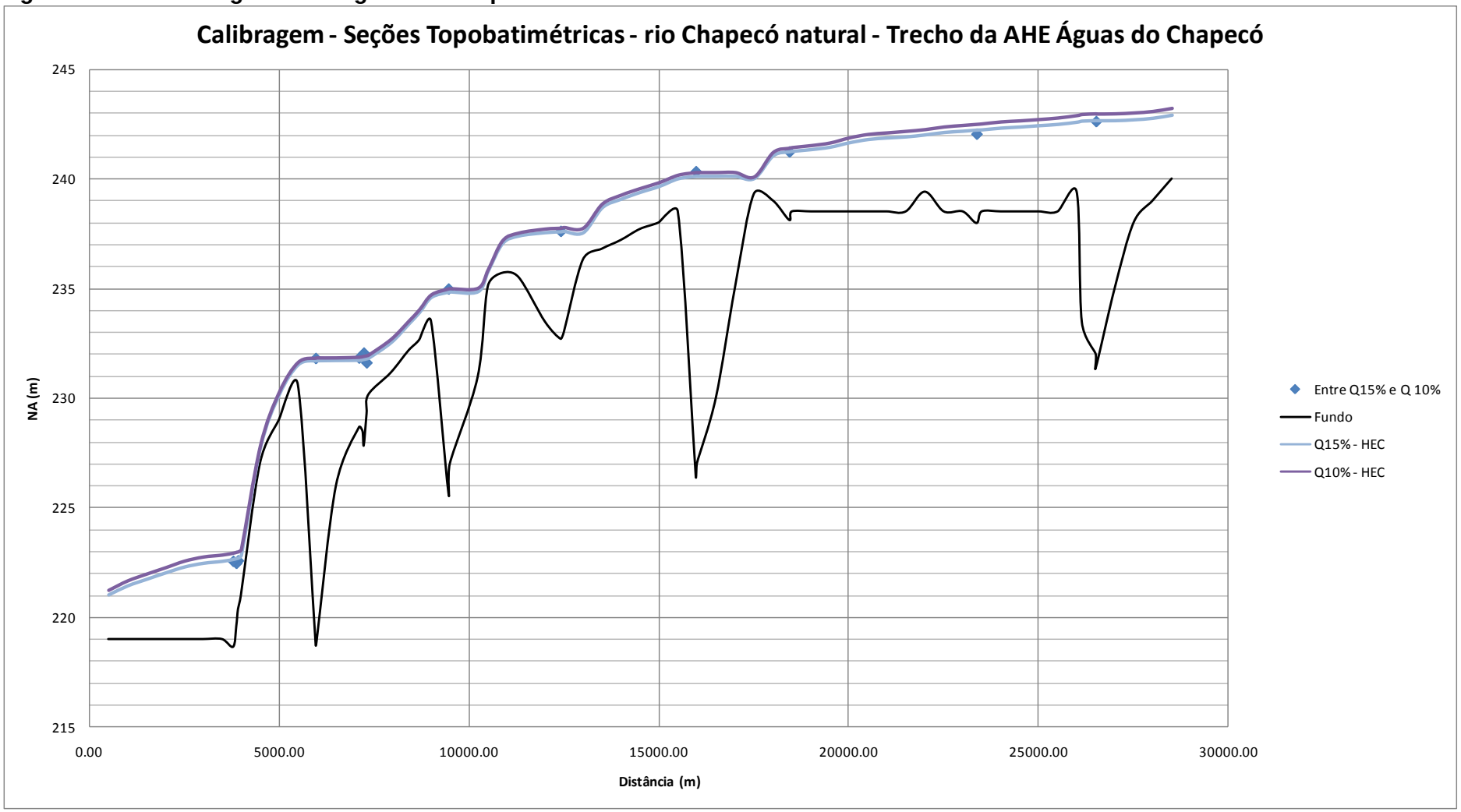


Figura 8.9.2 – Calibragem AHE Porto Ferreira.

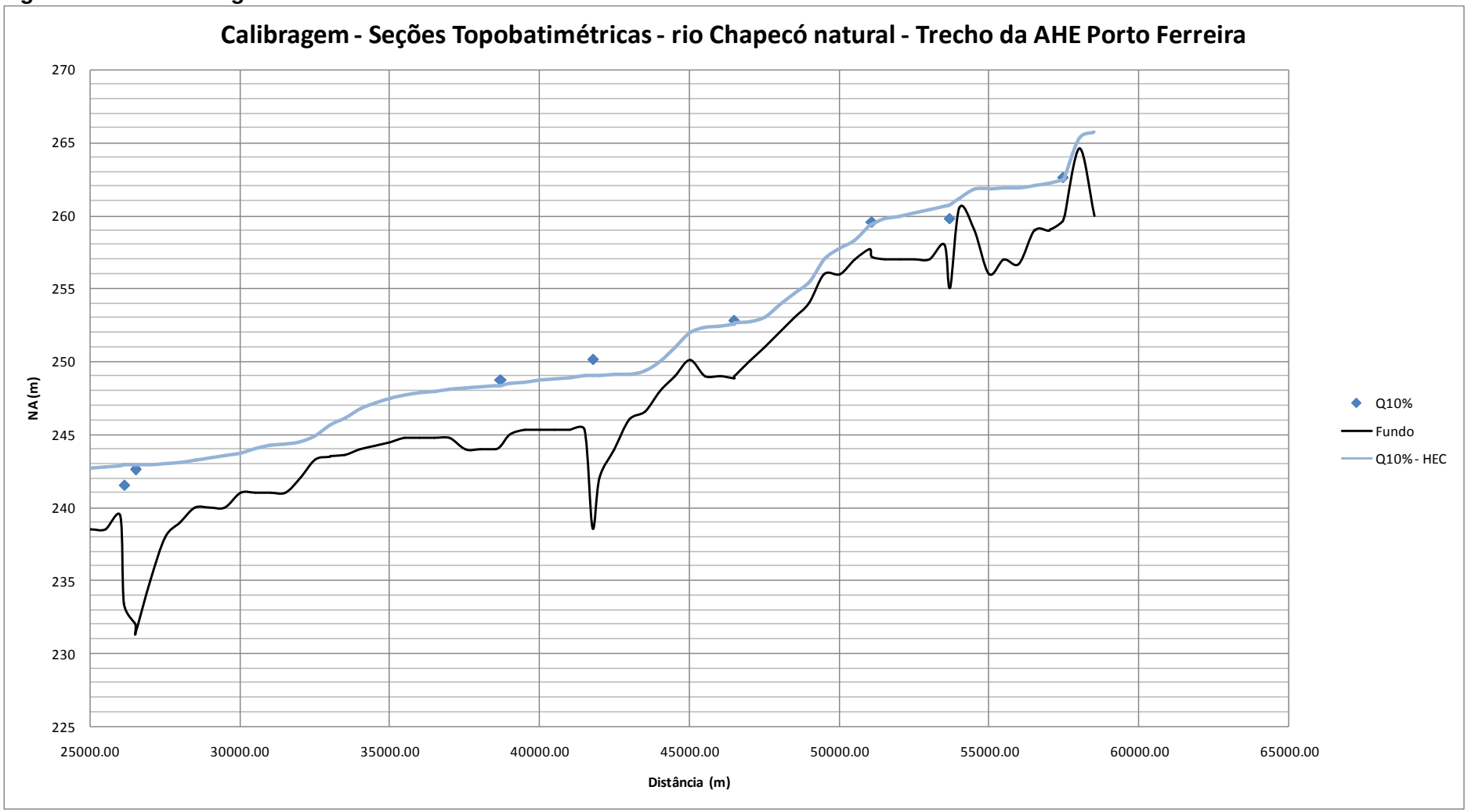


Figura 8.9.3 – Calibragem AHE Nova Erechim.

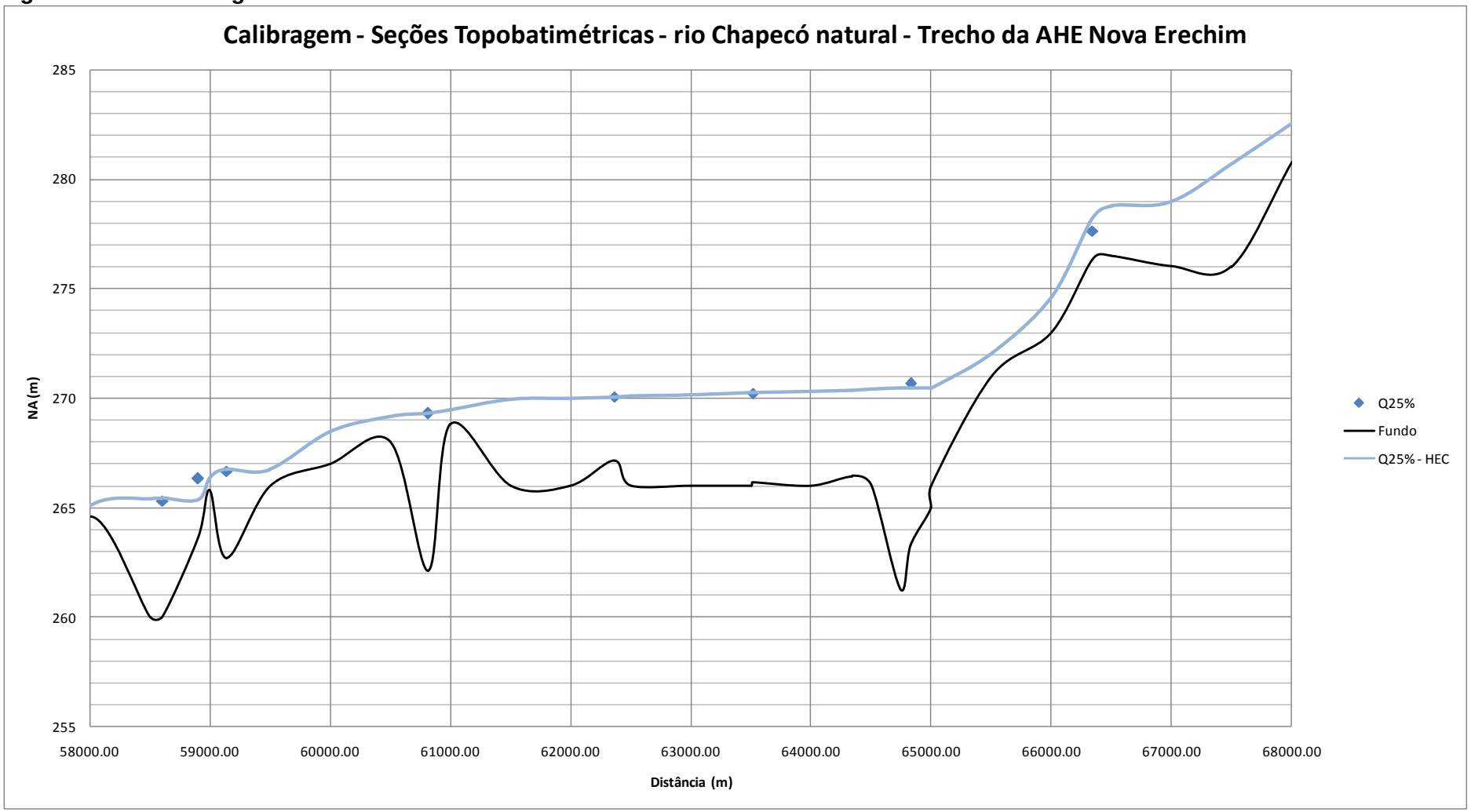


Figura 8.9.4 – Calibragem AHE Santo Antônio.

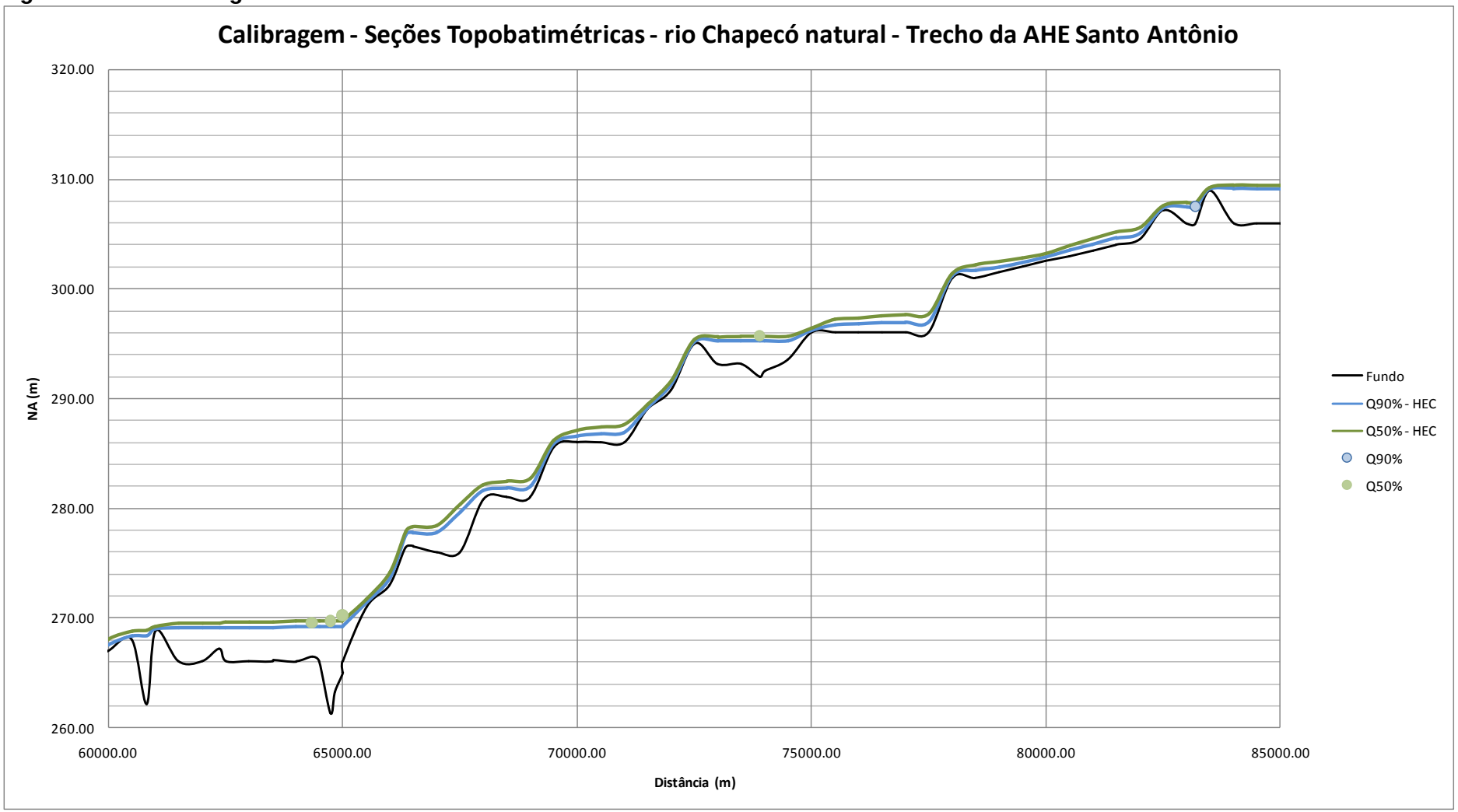


Figura 8.9.5 – Calibragem AHE Foz do Xaxim.

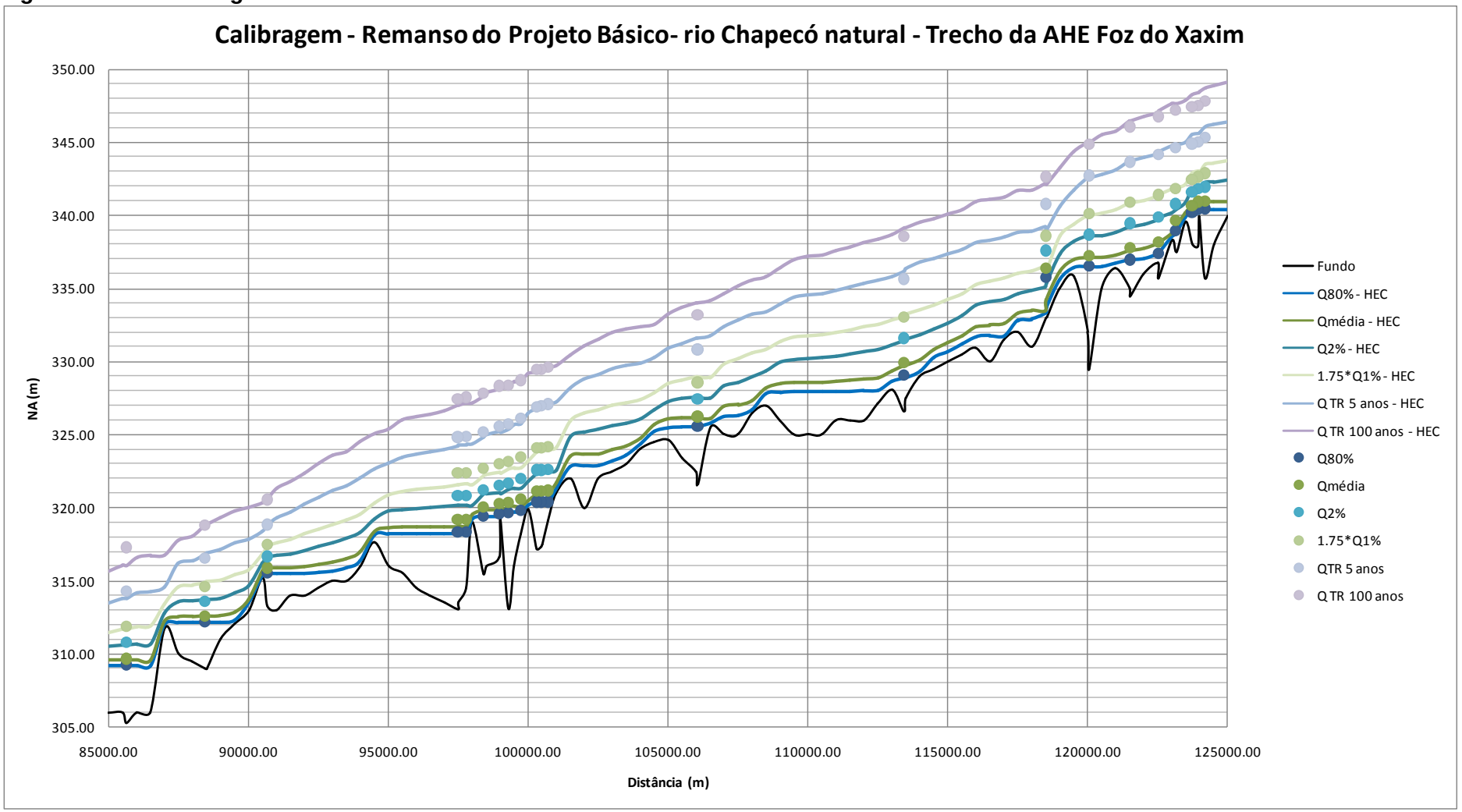


Figura 8.9.6 – Calibragem AHE Foz do Chapecozinho.

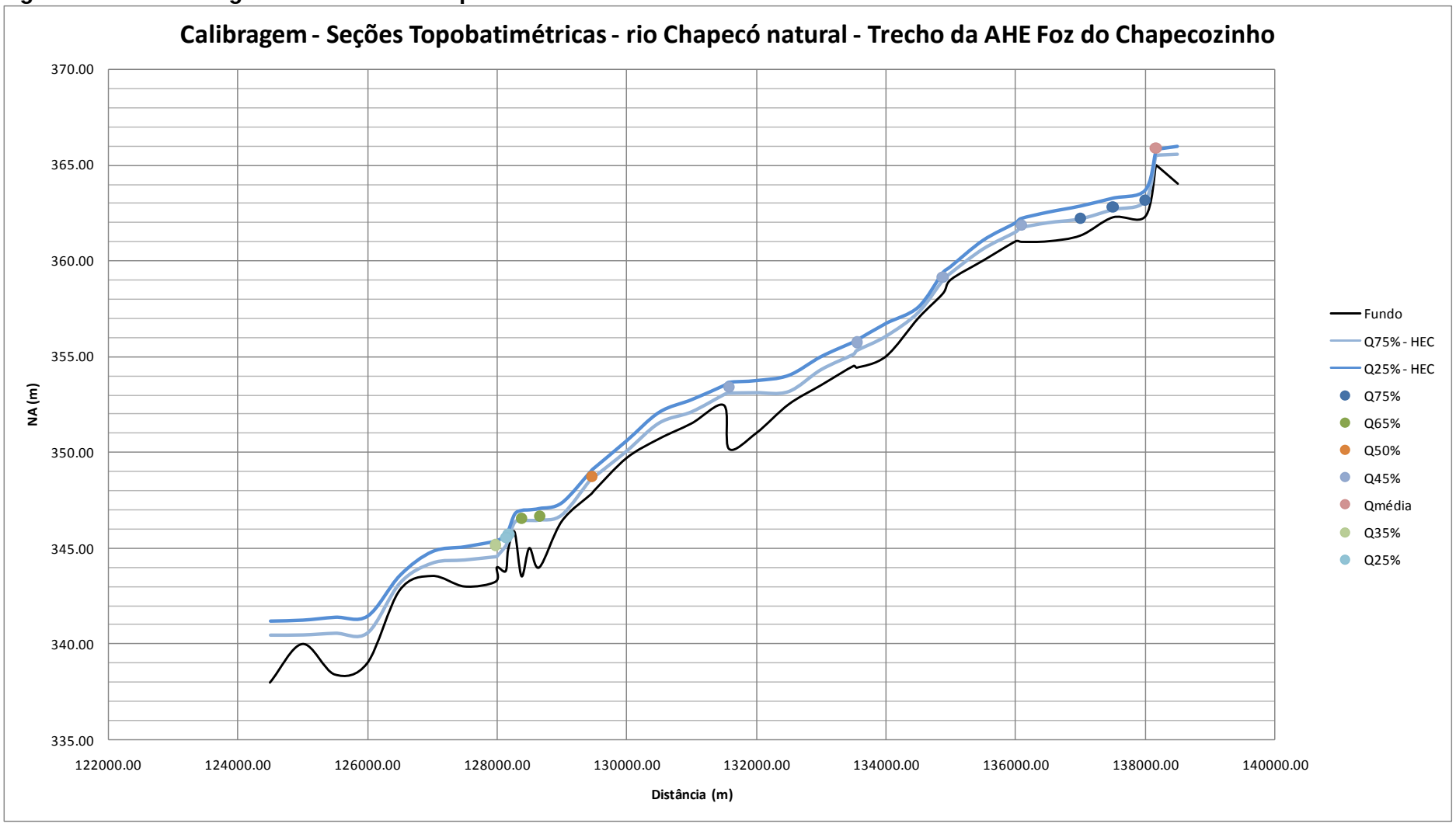


Figura 8.9.7 – Calibragem AHE Saudade.

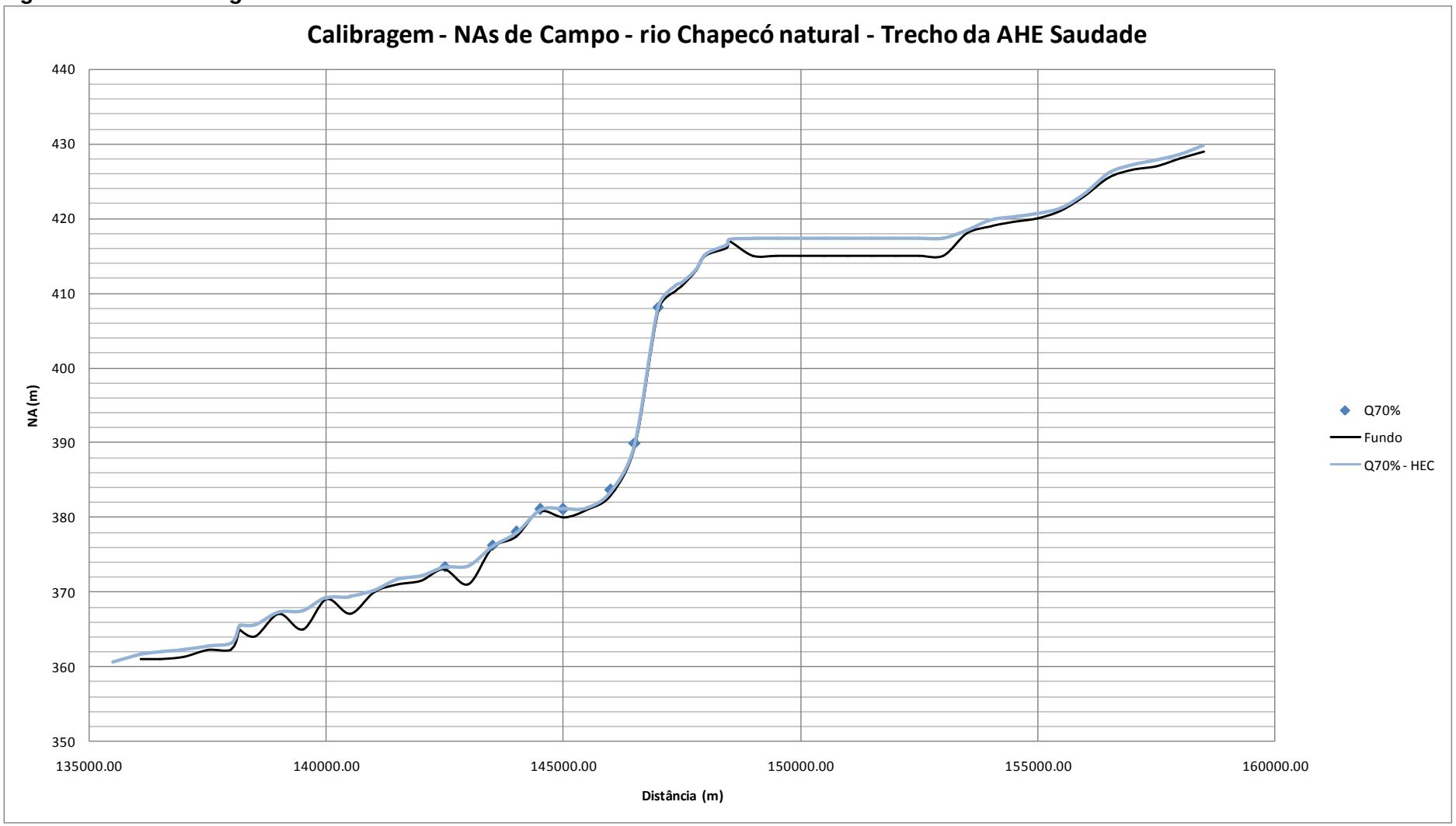


Figura 8.9.8 – Calibragem AHE Marema.

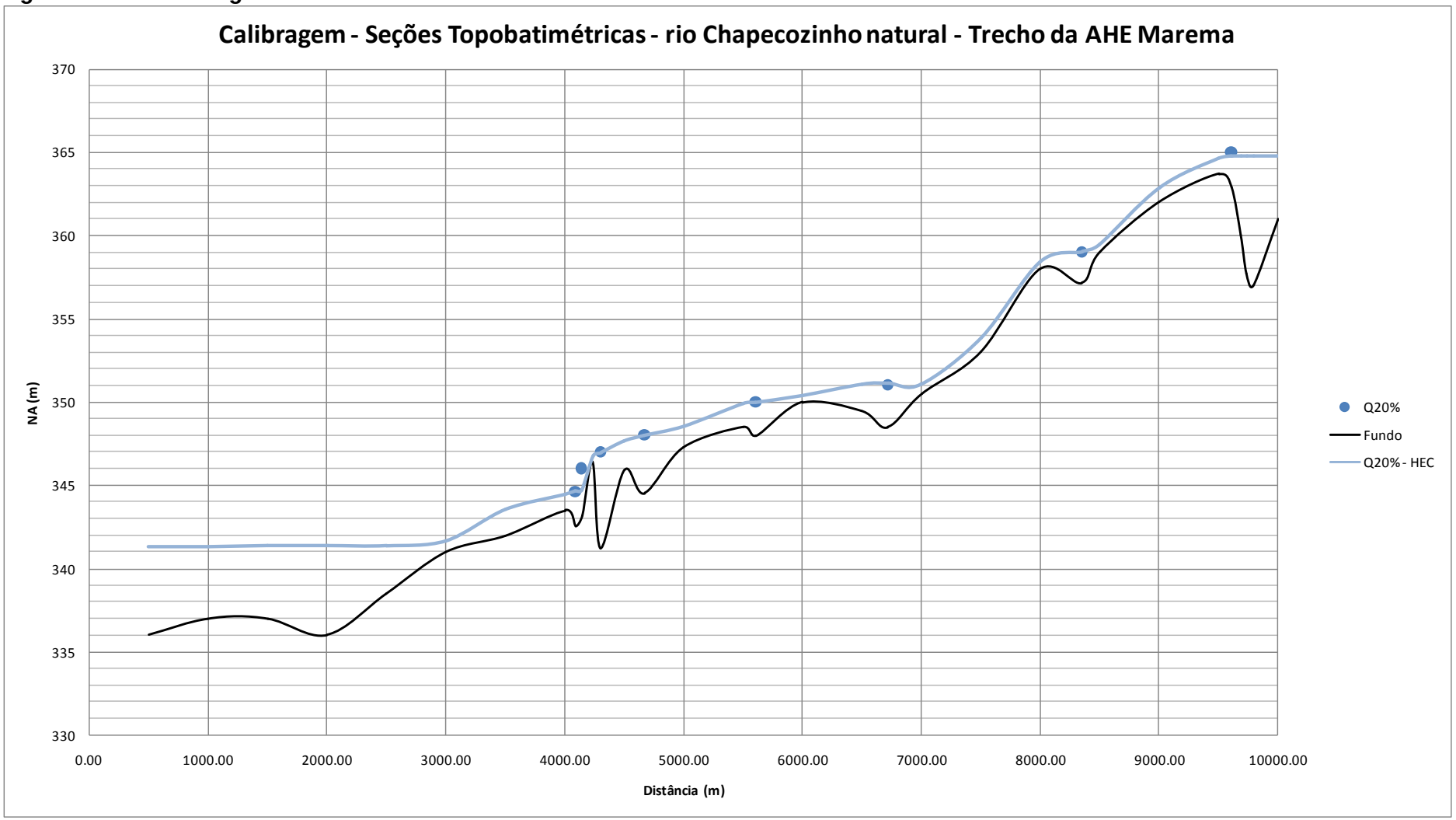
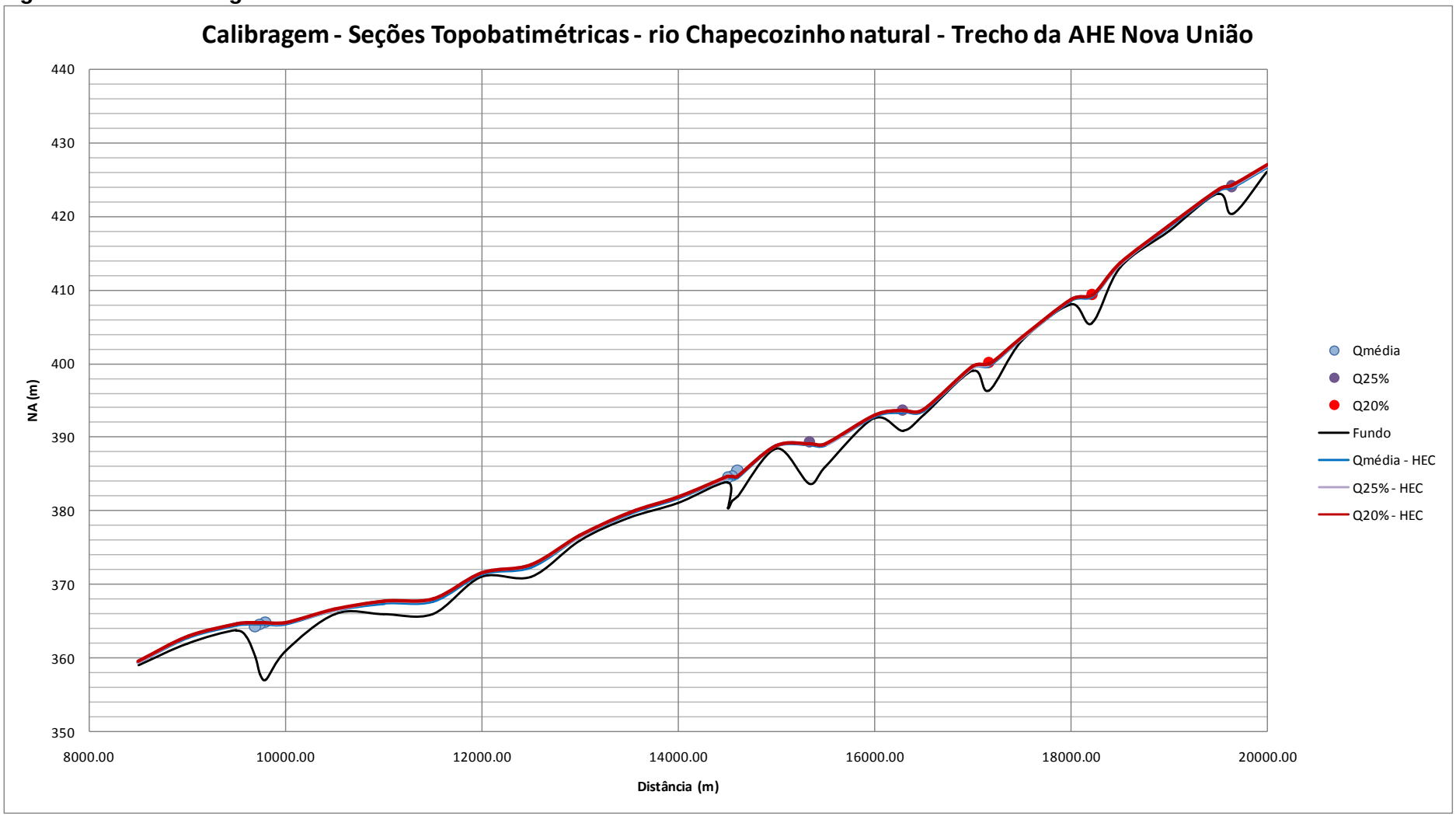


Figura 8.9.9 – Calibragem AHE Nova União.



8.10 Resultados Finais

Os resultados finais foram divididos em 4 subitens:

1. Perfis de NAs para diferentes vazões: rios Chapecó e Chapecozinho - natural e com AHEs;
2. Influência dos remansos dos reservatórios;
3. Curvas de descarga nos barramentos e casas de força dos AHEs;
4. Variação das velocidades médias nas seções com a inserção dos AHEs.

Perfis de NAs para Diferentes Vazões

Após a calibragem do modelo HEC-RAS aos trechos dos rios Chapecó e Chapecozinho naturais estudados foram realizadas as simulações para as vazões descritas no tópico 8.2 – Dados Utilizados para Desenvolvimento da Geometria, Entrada no Modelo, Calibragem e Simulações.

As figuras a seguir, separados em rio Chapecó e Chapecozinho, porém rodados simultaneamente no modelo, mostram os perfis de NAs calculados (rios naturais). Diminui-se o número de perfis de NAs mostrados nos gráficos, ou seja, de vazões simuladas, para melhorar a clareza na visualização. No Anexo VI é apresentada a tabela com todos dados de saída do modelo para todas as seções consideradas.

Em seguida aos gráficos de simulação natural são apresentados os gráficos com a inserção dos reservatórios, para comparação de sua influência na hidrodinâmica dos rios.

Figura 8.10.1 – Perfis de NA - Rio Chapecó – Simulação Natural.

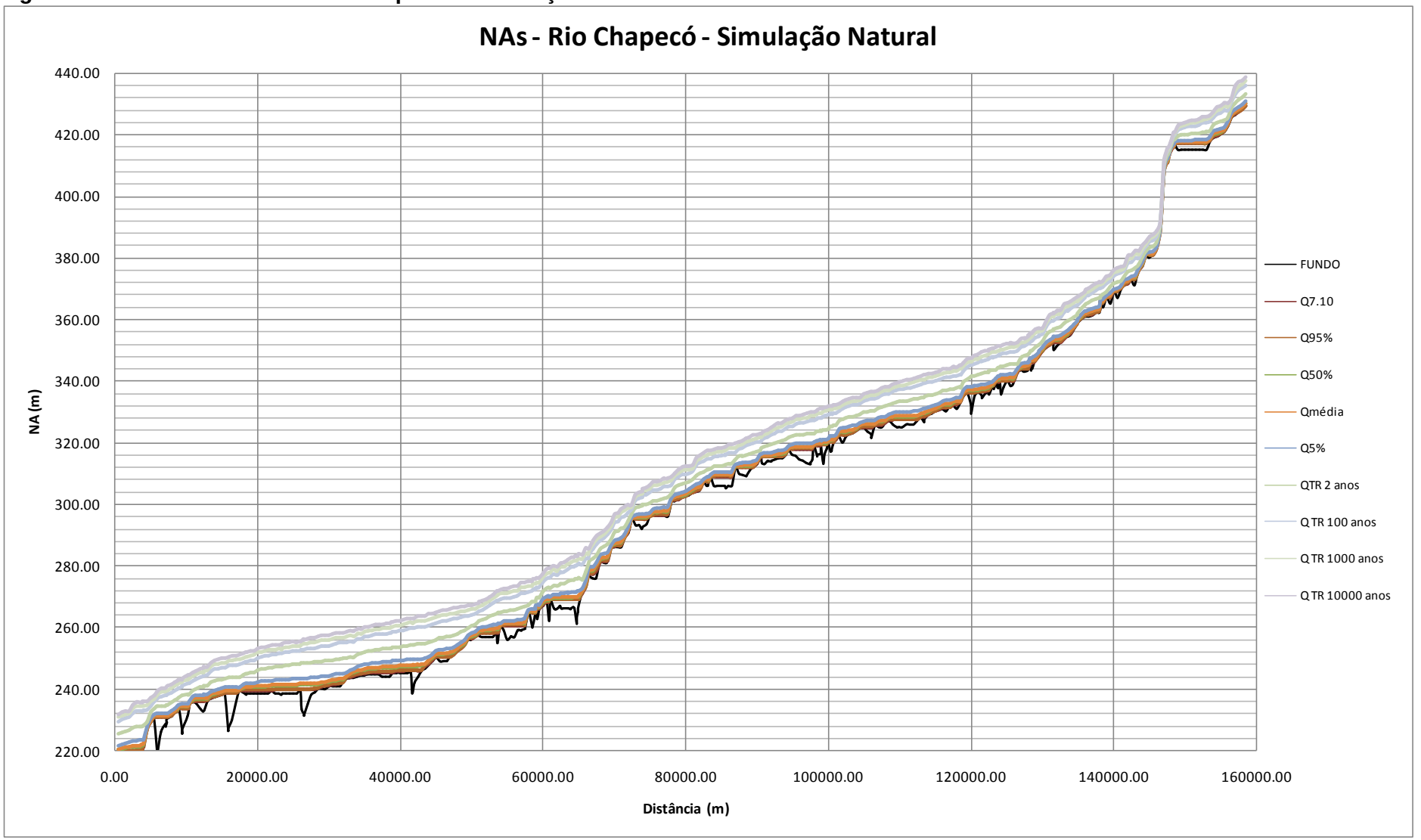


Figura 8.10.2 – Perfis de NA - Rio Chapecó – Simulação com AHEs.

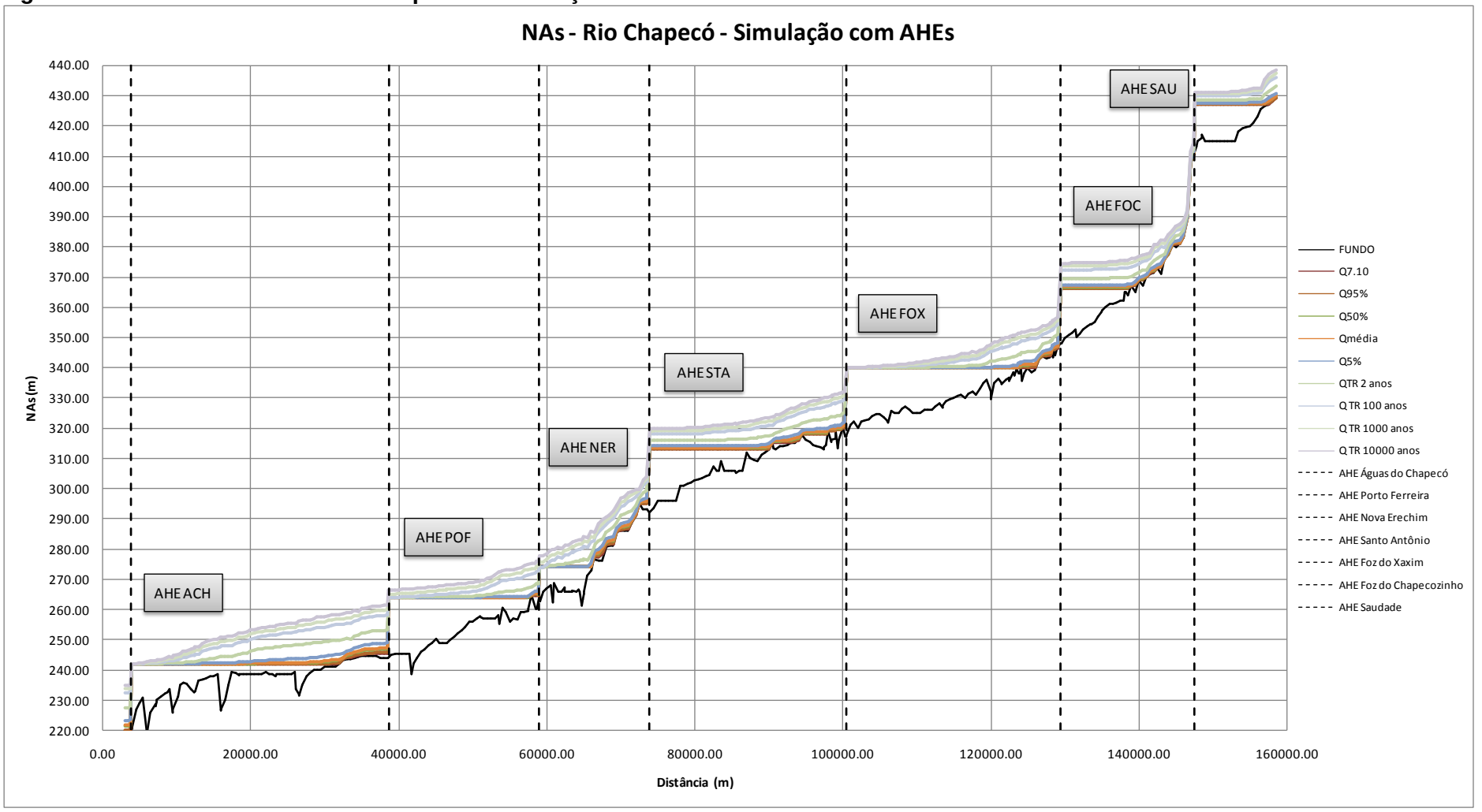


Figura 8.10.3 – Perfis de NA - Rio Chapecozinho – Simulação Natural.

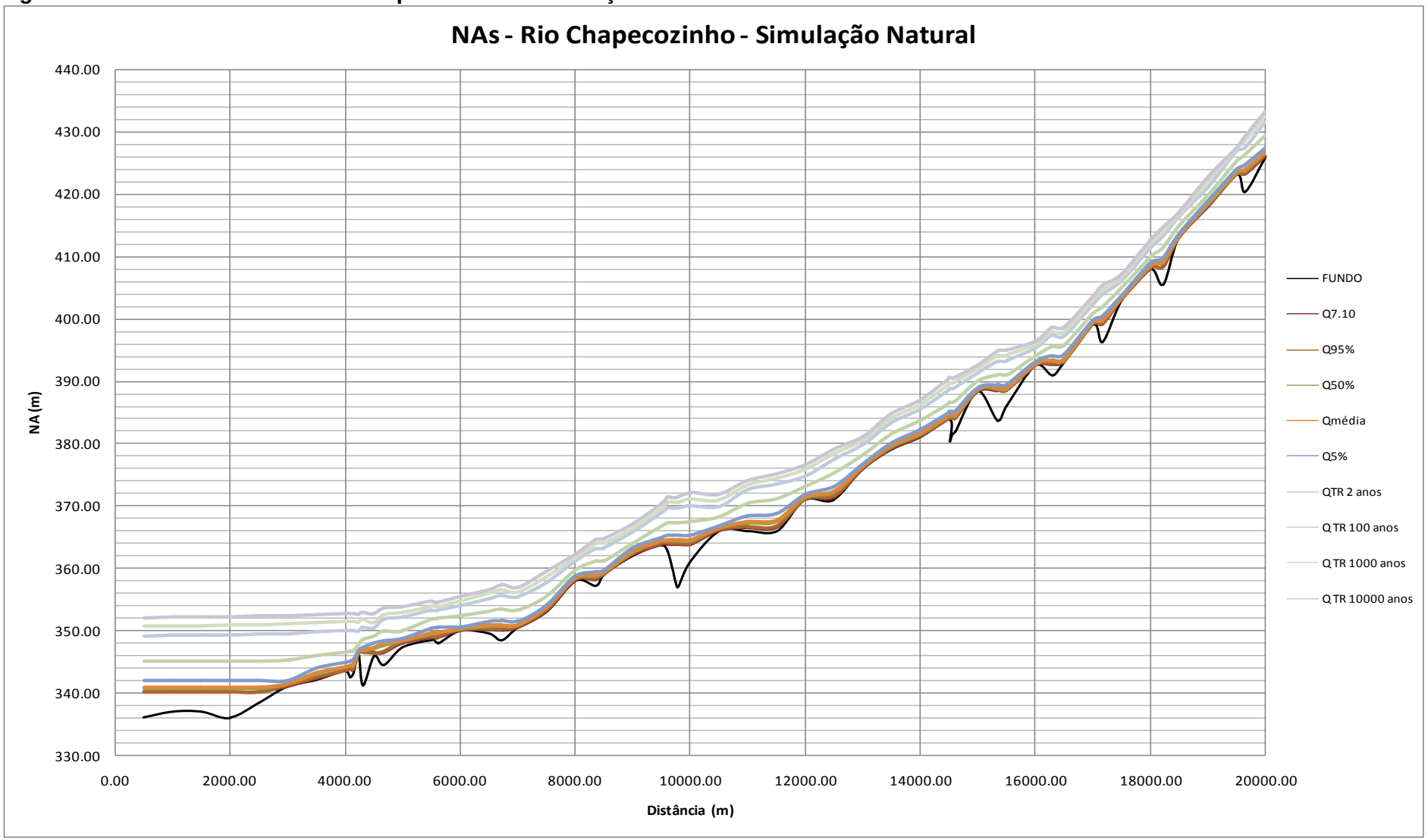
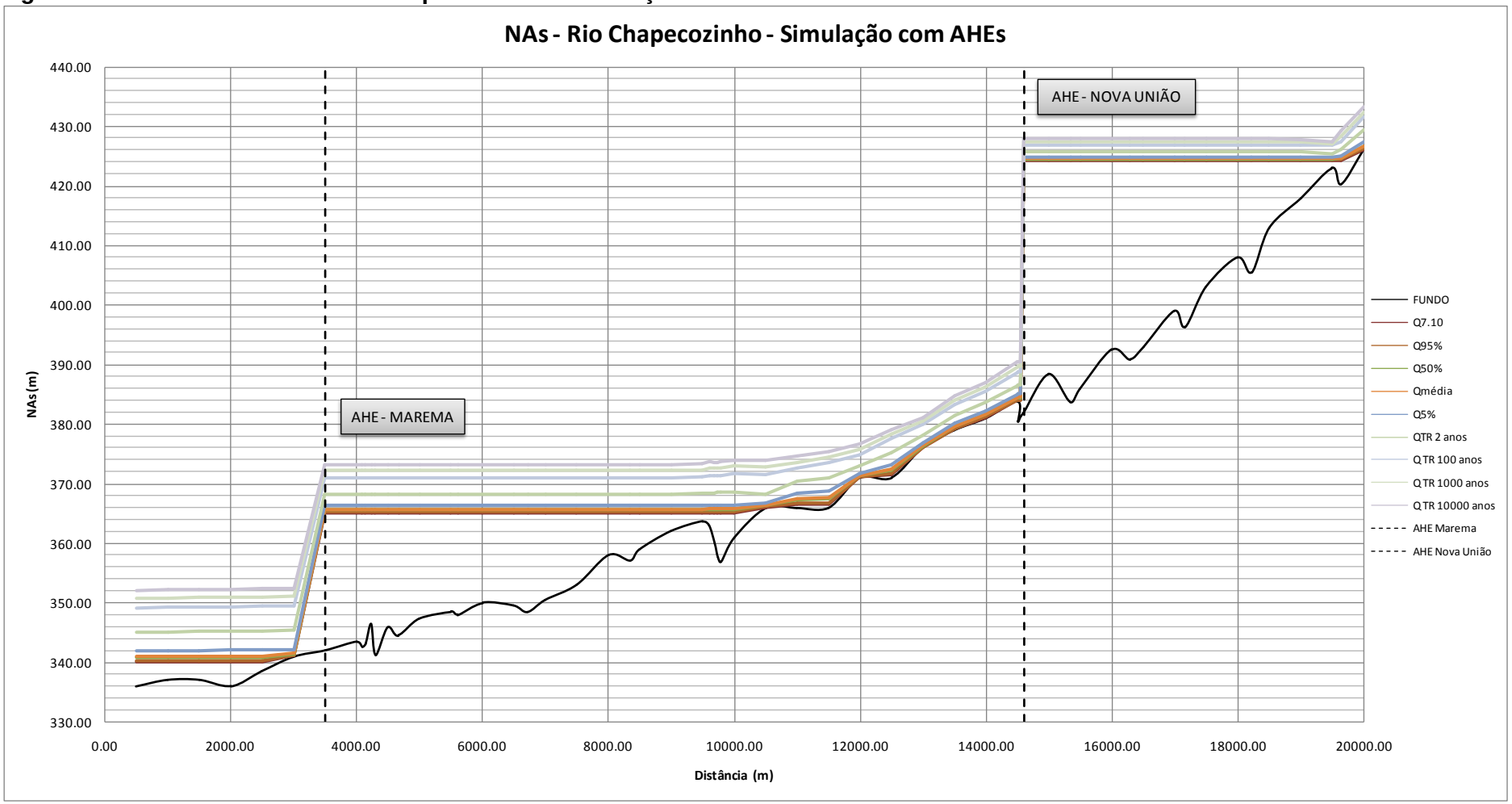


Figura 8.10.4 – Perfis de NA - Rio Chapecozinho – Simulação com AHEs.



Influência dos Remansos dos Reservatórios

Para realizar a análise da influência dos remansos dos reservatórios utilizou-se a vazão média de cada AHE, devido a esta se aproximar da vazão máxima turbinável e garantir entre 40 e 35 % de permanência do tempo. Considerou-se a vazão média de longo termo passando por cima do barramento, como se a usina não estivesse operando, por recomendação da ANA, simulando assim o pior caso. Também se analisou a vazão de 100 anos de recorrência.

A tabela a seguir mostra as distâncias dos barramentos que sofrem influência do remanso pela implantação dos empreendimentos para a vazão média de longo termo e de 100 anos de recorrência.

Tabela 8.10.1 - Extensão dos Reservatórios.

Extensão da Influência do Reservatório pelo Estudo de Remanso (m)		
AHE	**Extensão (m) - QMLT**	**Extensão - Q(TR 100 anos)**
Águas de Chapecó	28634.59	30635.94
Porto Ferreira	19308.63	19910.35
Nova Erechim	7000.00	7500.00
Santo Antônio	16605.88	26105.88
Foz do Xaxim	23018.94	27498.08
Foz do Chapecozinho	9542.12	12542.12
Saudade	10000.00	10000.00
Marema	7000.00	8500.00
Nova União	5395.76	4895.76

Figura 8.10.5 – Influência do Remanso com a Inserção dos Barramentos – Rio Chapecó – Q_{MLT}.

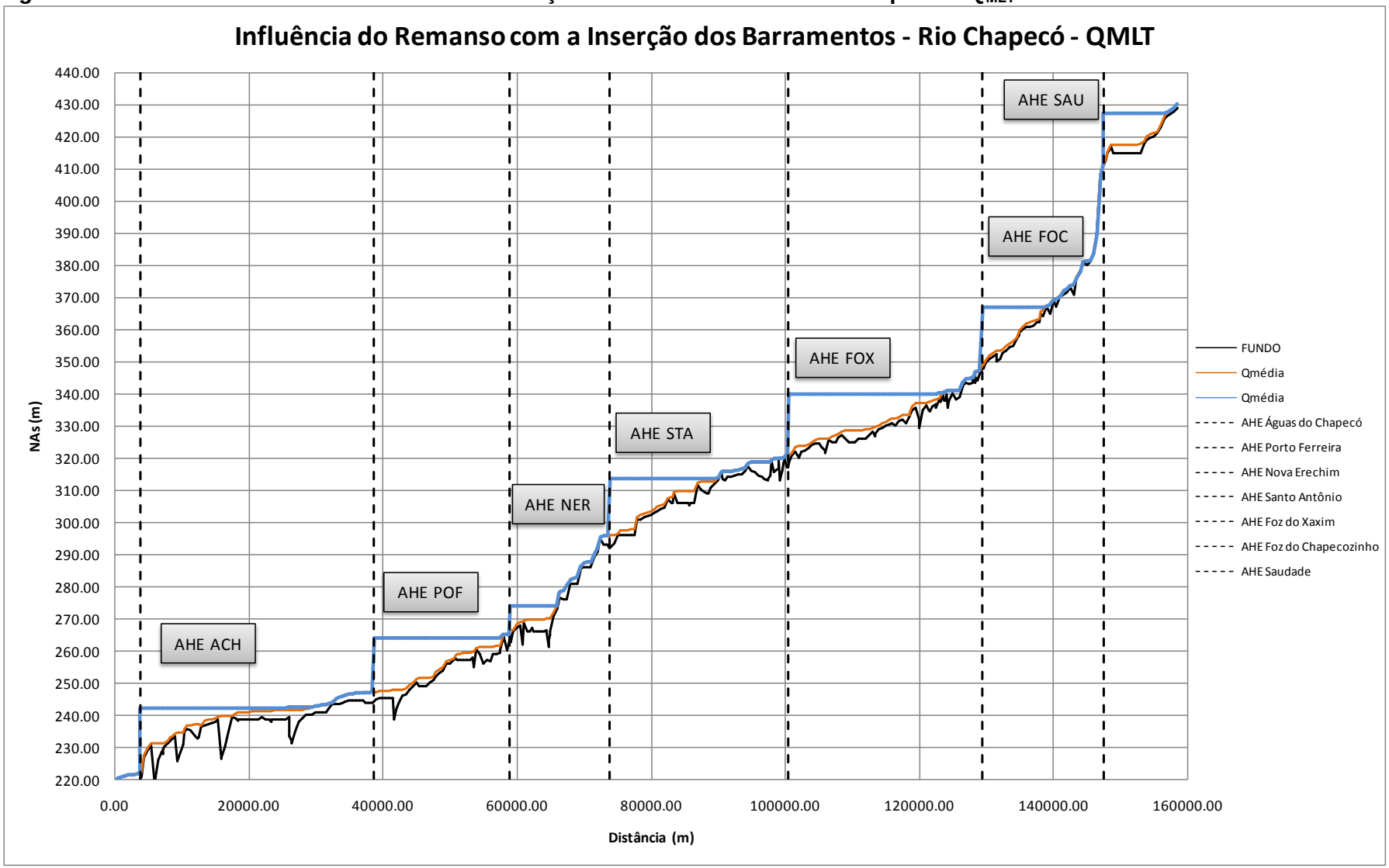


Figura 8.10.6 – Influência do Remanso com a Inserção dos Barramentos – Rio Chapecozinho - Q_{MLT}.

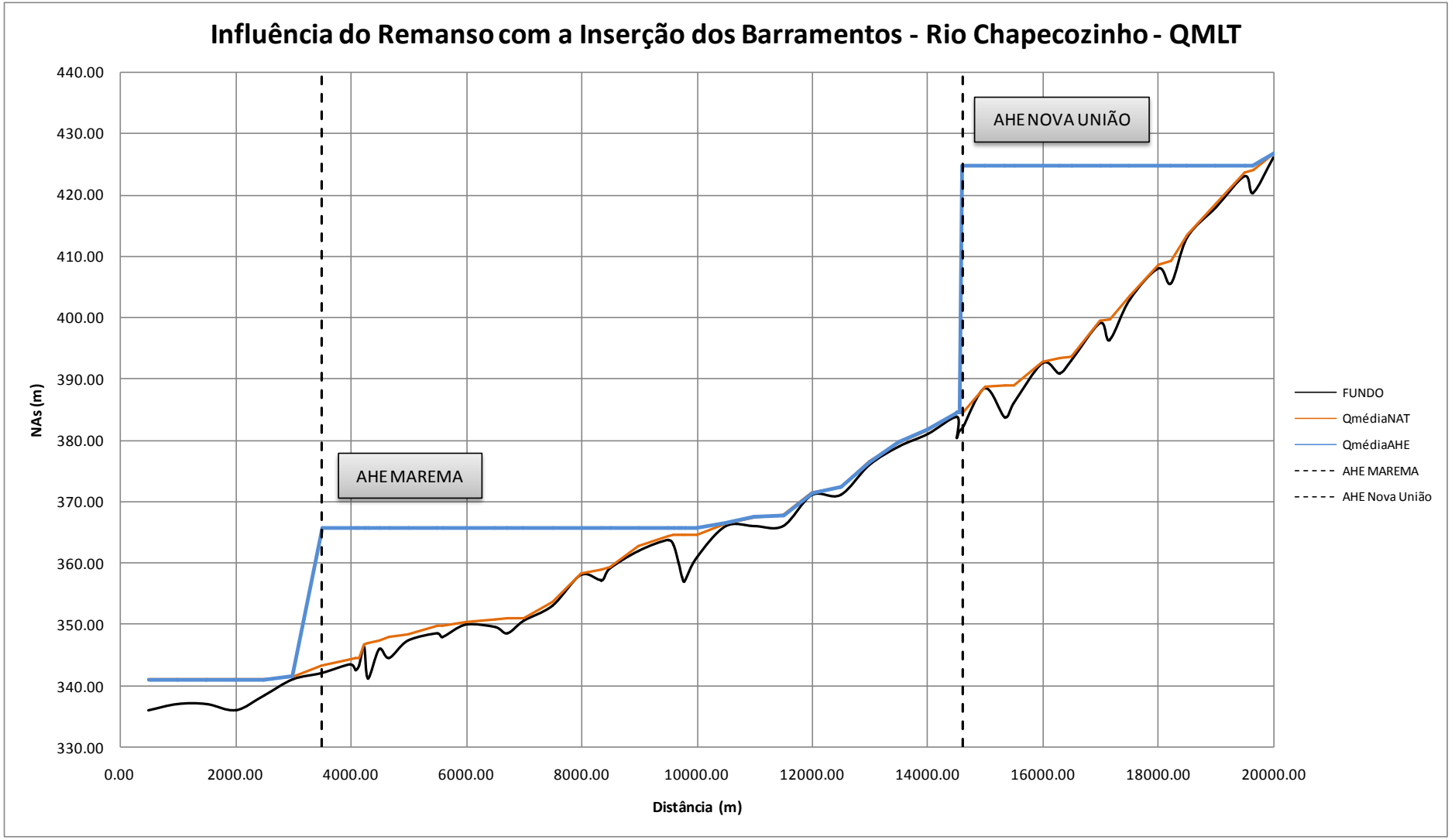


Figura 8.10.7 – Influência do Remanso com a Inserção dos Barramentos – Rio Chapecó - Q(T_R 100 anos).

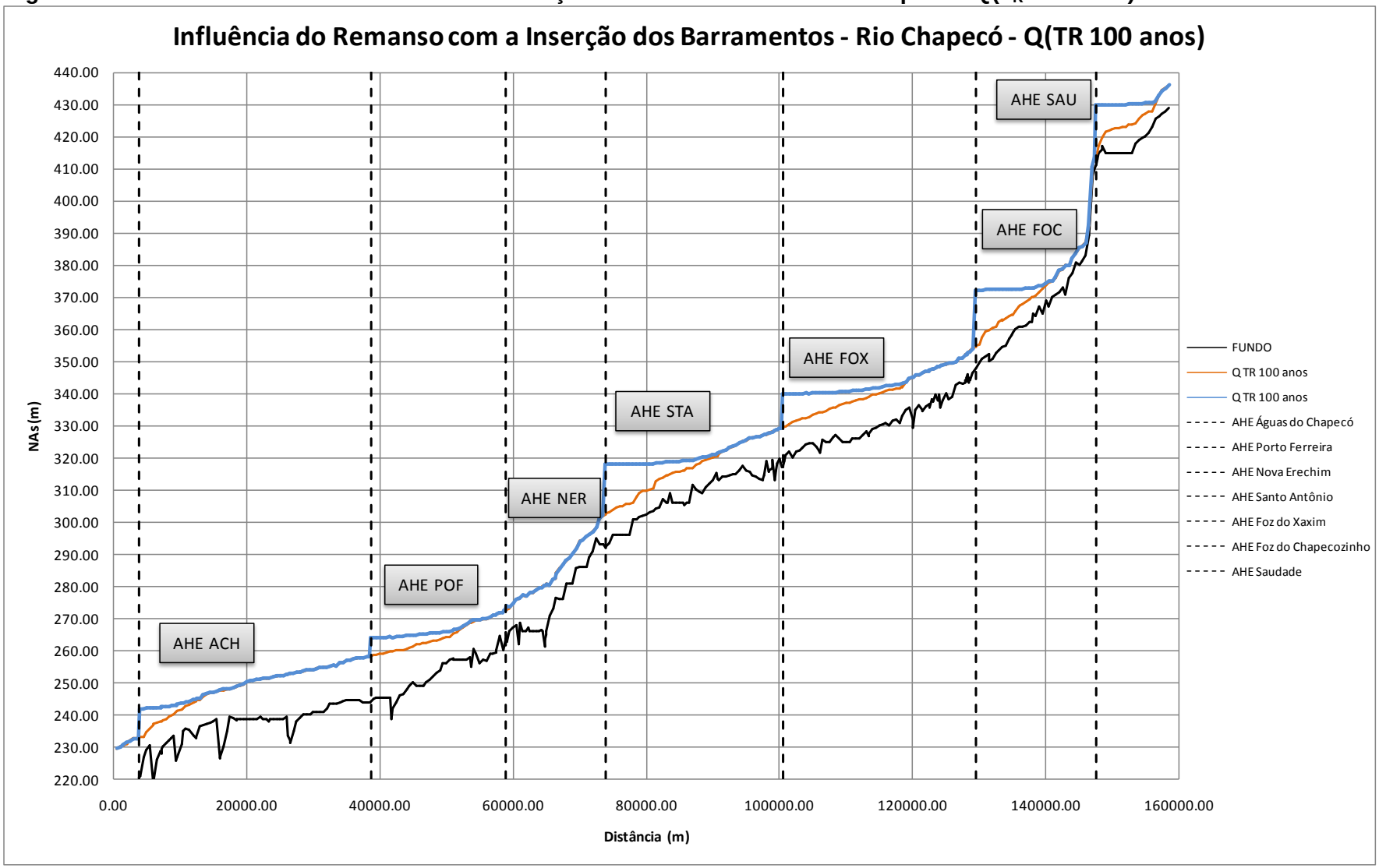
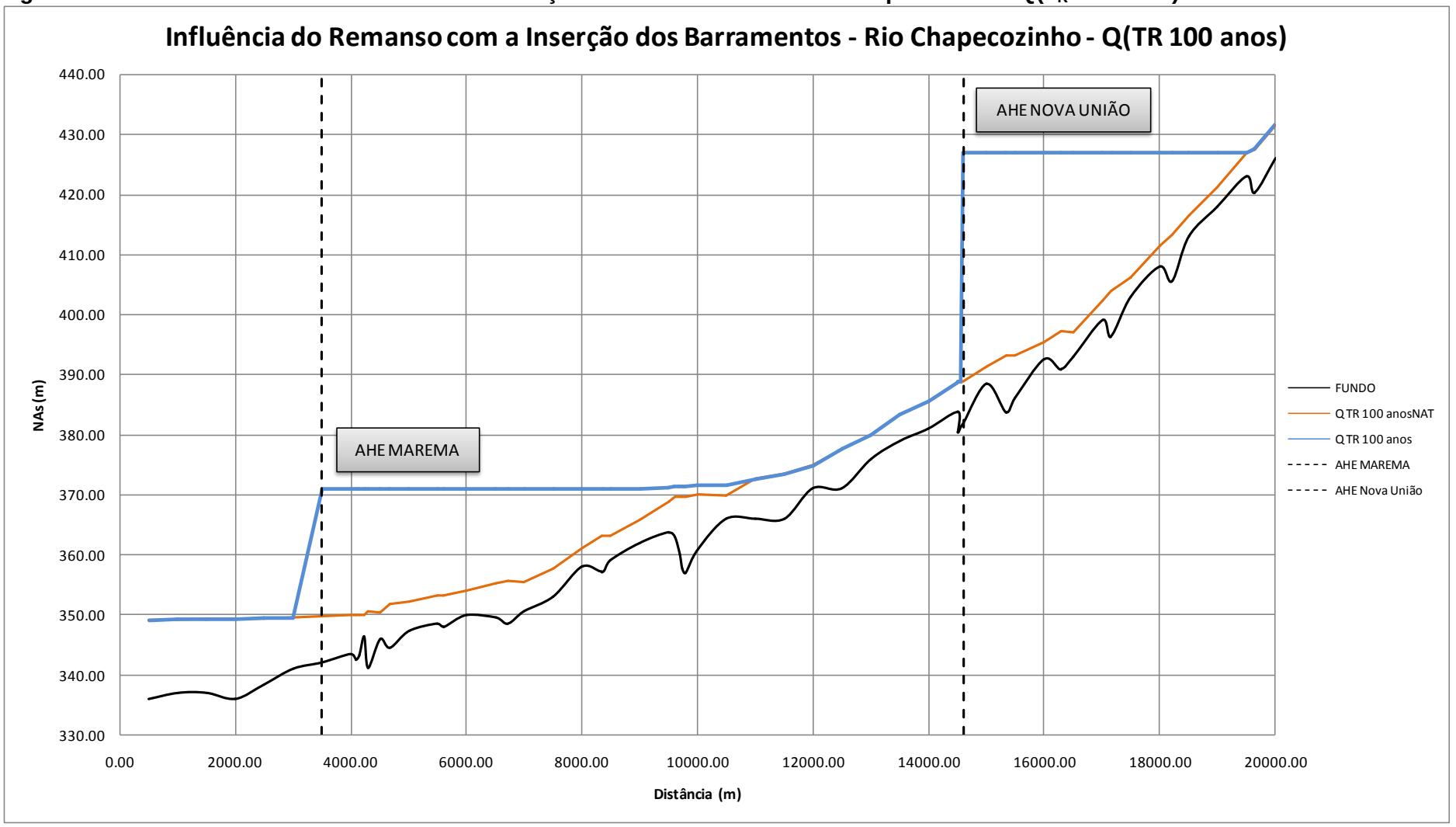


Figura 8.10.8 – Influência do Remanso com a Inserção dos Barramentos - Rio Chapecozinho - Q(T_R 100 anos).



Curvas de Descarga nos Locais de Interesse

Foram determinadas as curvas de descargas nos locais dos barramentos e casas de força com a simulação do rio natural e com a inserção dos AHEs. As figuras a seguir apresentam estas curvas de descarga.

Ressalta-se que foram verificadas as influências do remanso de alguns reservatórios na casa de força dos seus respectivos AHEs a montante. Algumas delas estão atreladas a diferença de fase de estudo em que foram utilizadas. Dessa maneira, quando todos os projetos estiverem na fase de Projeto Básico a localização da casa de força a montante deverá estar compatível com a influência do remanso do reservatório de jusante. Porém, como o AHE Porto Ferreira e o AHE Águas do Chapecó estão em fase de Projeto Básico e há uma influência do segundo sobre a casa de força do primeiro, o projeto destes AHEs deve revisar com maior detalhamento os estudos de remanso a fim de verificar se há necessidade ou não de mudança do local da casa de força.

Tabela 8.10.2 - Seções de Referencia para Barramento e Casa de Força dos AHEs

Seções de Referência - HEC-RAS				
	Barragem		Casa de Força	
AHE	Natural	Com AHE	Natural	Com AHE
Águas de Chapecó	7.20	7.20	7.10	7.10
Porto Ferreira	78	78	53.10	53.10
Nova Erechim	118	118	117.20	117.20
Santo Antônio	148	148	129.30	129.30
Foz do Xaxim	200.20	200.20	200.10	200.10
Foz do Chapecozinho	258.10	258.10	256.30	256.30
Saudade	295	295	278	278
Marema	324	324	323	323
Nova União	346.30	346.30	336.30	336.30

AHE Águas de Chapecó

Figura 8.10.9 – Curvas de Descarga no Local do Barramento – AHE Águas de Chapecó.

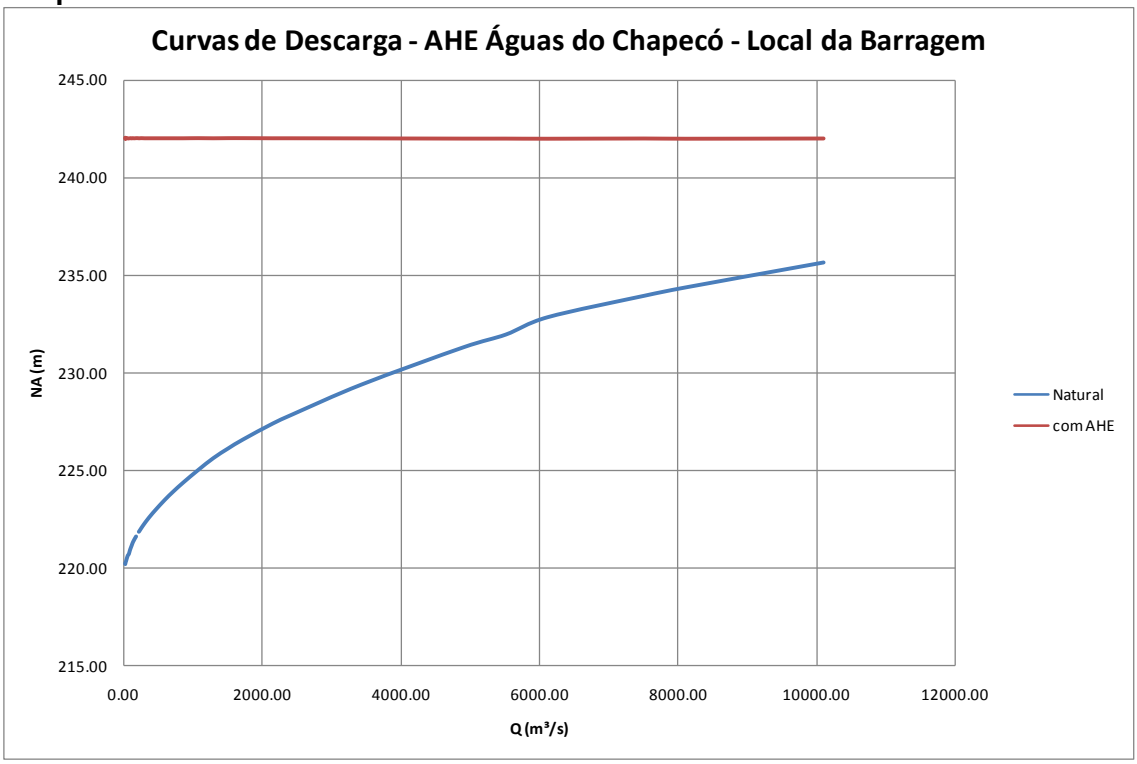
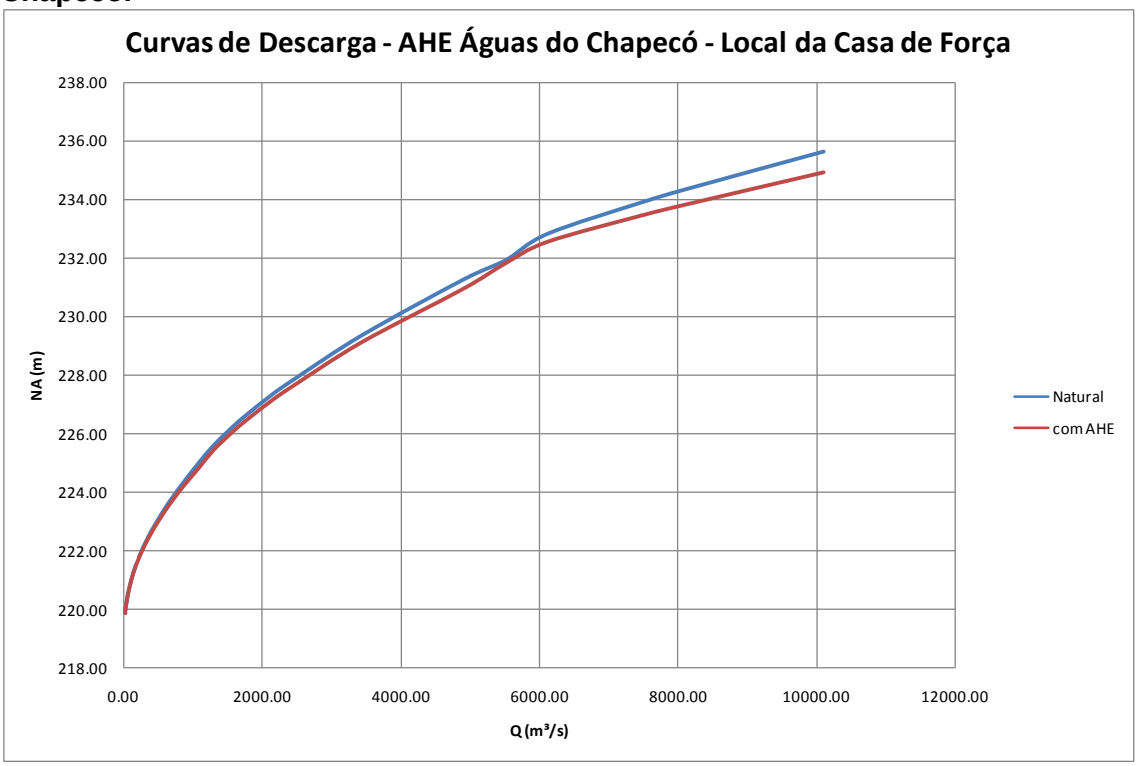


Figura 8.10.10 – Curvas de Descarga no Local da Casa de Força – AHE Águas de Chapecó.



AHE Porto Ferreira

Figura 8.10.11 – Curvas de Descarga no Local do Barramento – AHE Porto Ferreira.

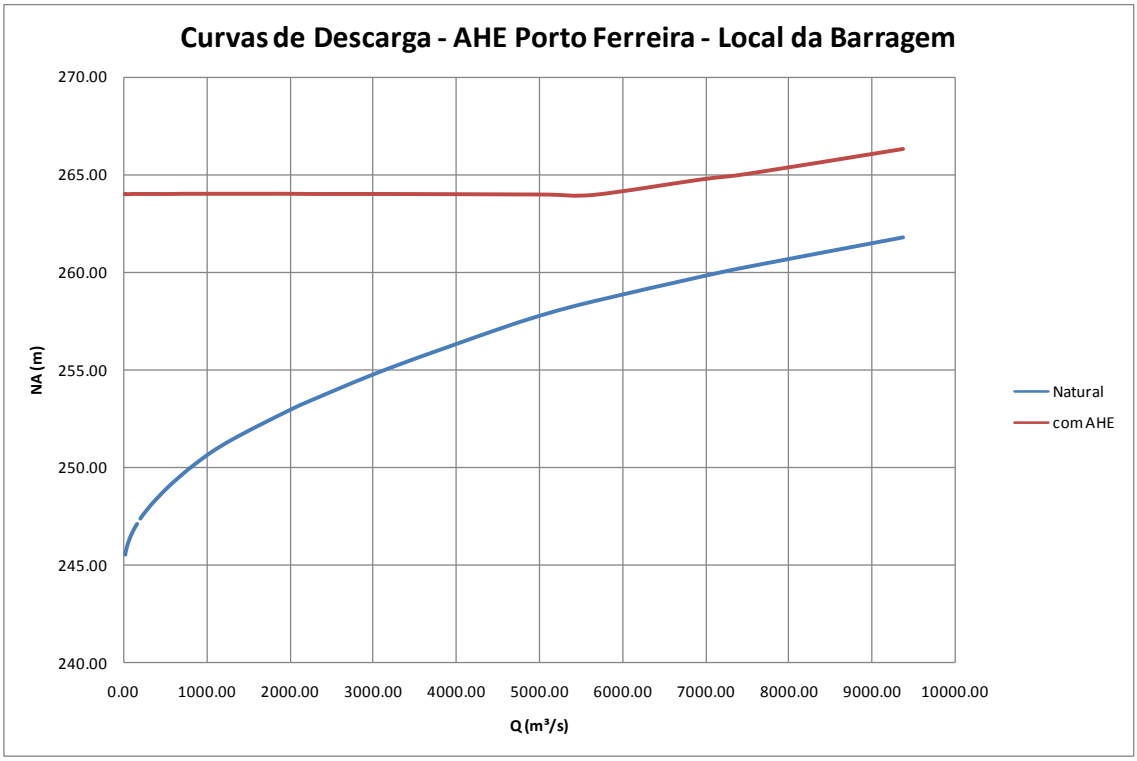
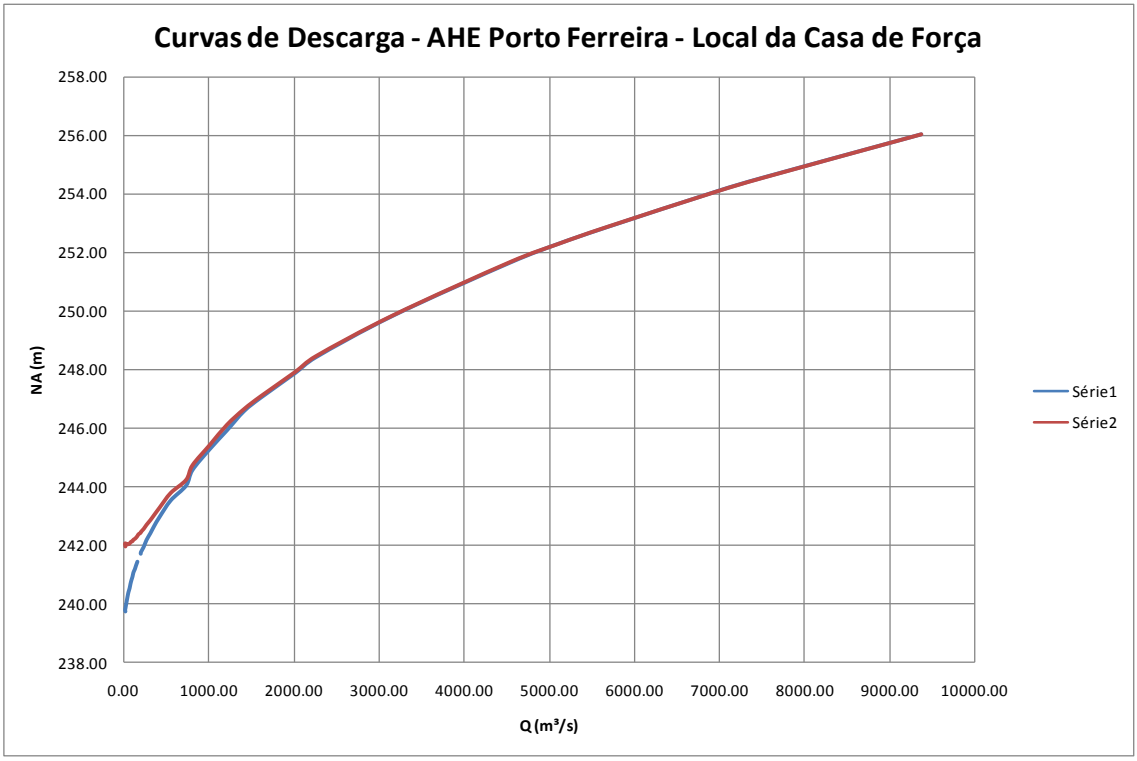


Figura 8.10.12 – Curvas de Descarga no Local da Casa de Força – AHE Porto Ferreira.



Percebe-se que há influência do remanso do reservatório do AHE Águas do Chapecó no trecho da curva de descarga até a cota 244,00 m da curva de descarga do AHE Porto Ferreira no local da casa de força, o que prejudicará na geração energética deste aproveitamento pela diminuição da queda prevista. Deve-se rever a locação da casa de força deste AHE mais para montante.

AHE Nova Erechim

Figura 8.10.13 – Curvas de Descarga no Local do Barramento – AHE Nova Erechim.

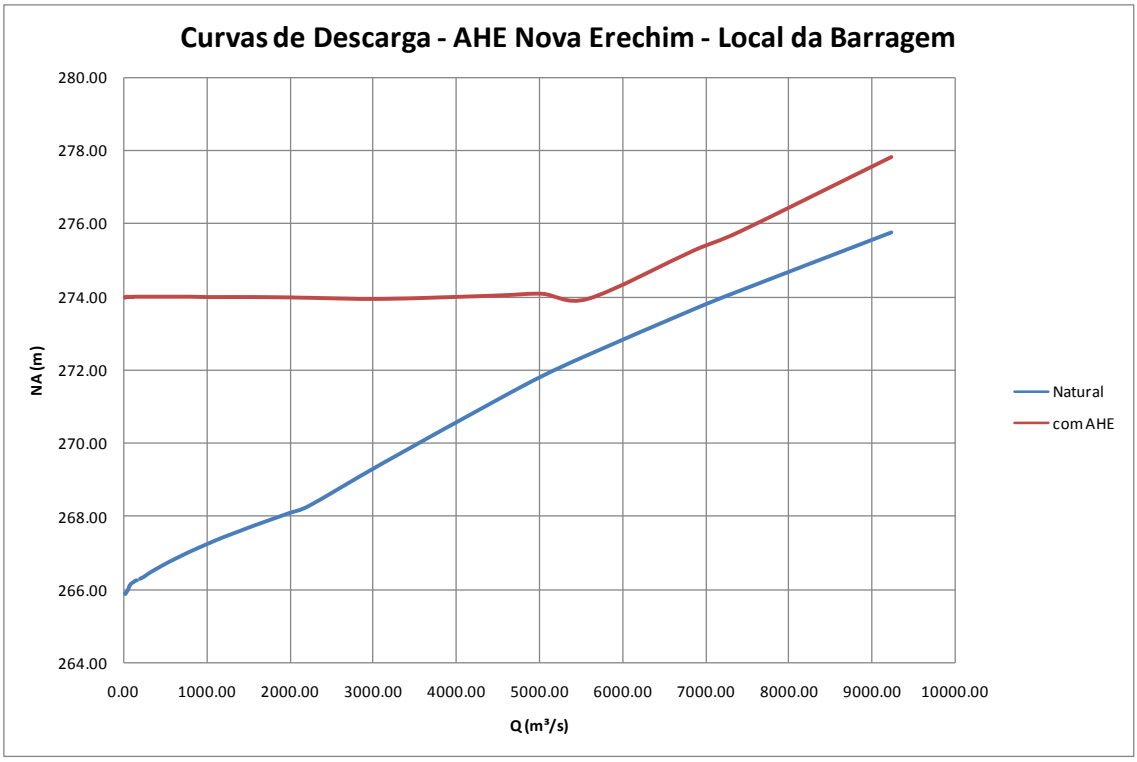
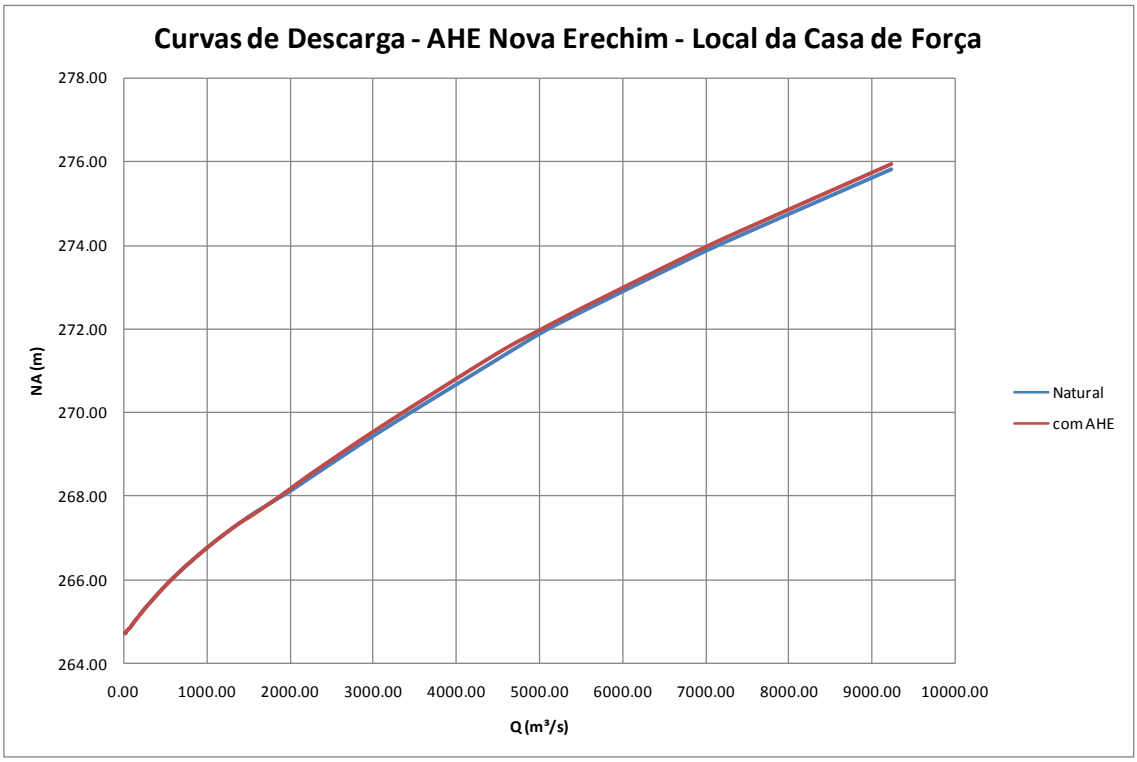


Figura 8.10.14 – Curvas de Descarga no Local da Casa de Força – AHE Nova Erechim.



AHE Santo Antônio

Figura 8.10.15 – Curvas de Descarga no Local do Barramento – AHE Santo Antônio.

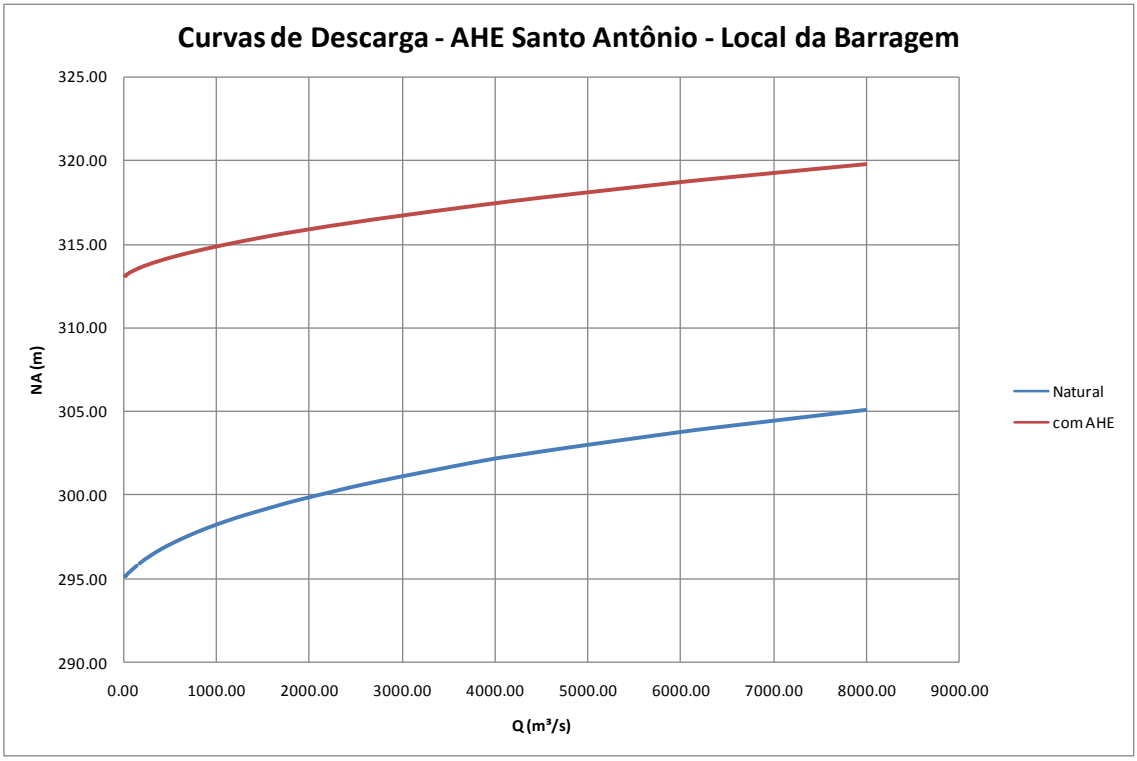
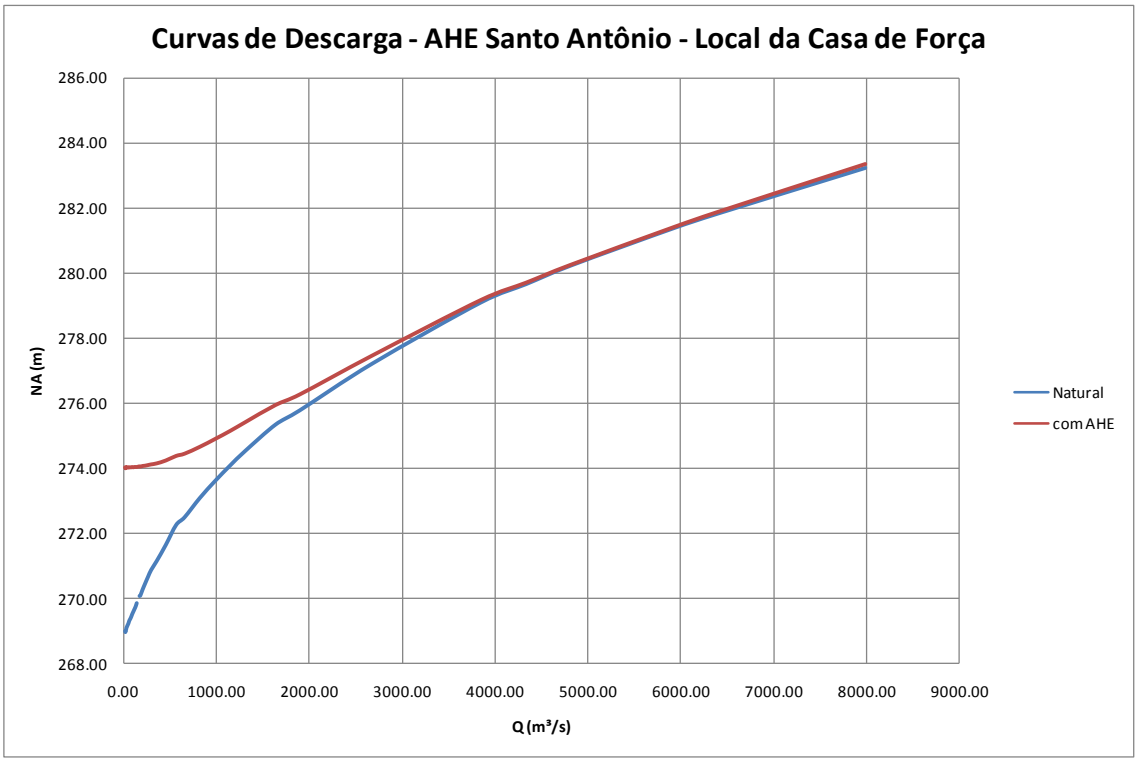


Figura 8.10.16 – Curvas de Descarga no Local da Casa de Força – AHE Santo Antônio.



Percebe-se que há influência do remanso do reservatório do AHE Nova Erechim no trecho da curva de descarga até a El. 278,00 m da curva de descarga do AHE Santo Antônio no local da casa de força, o que prejudicará na geração energética deste aproveitamento pela diminuição da queda prevista. Deve-se rever a locação da casa de força deste AHE mais para montante.

AHE Foz do Xaxim

Figura 8.10.17 – Curvas de Descarga no Local do Barramento – AHE Foz do Xaxim.

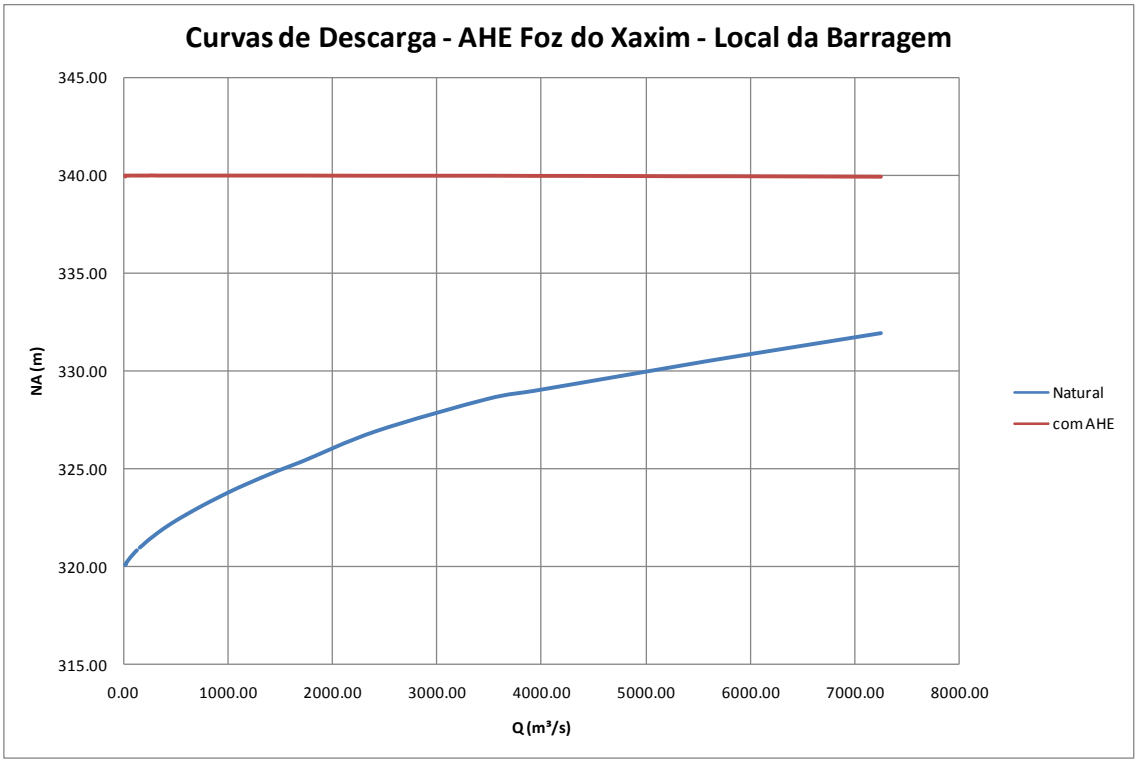
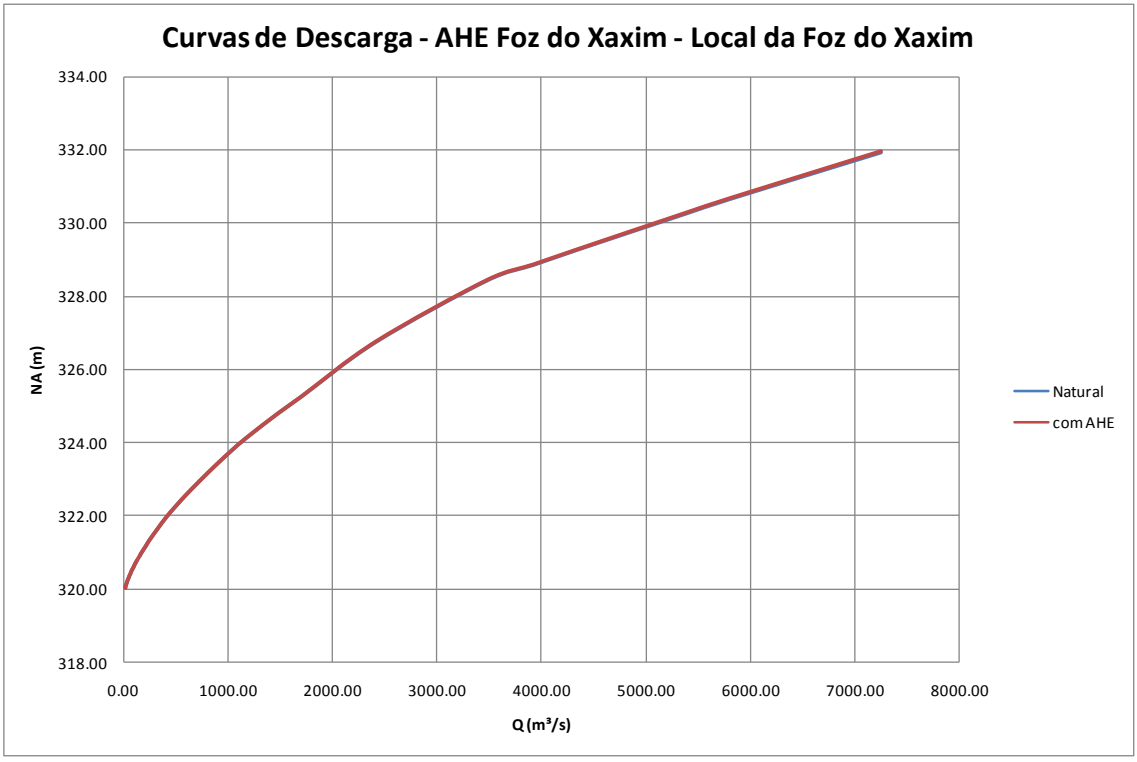


Figura 8.10.18 – Curvas de Descarga no Local da Casa de Força – AHE Foz do Xaxim.



AHE Foz do Chapecozinho

Figura 8.10.19 – Curvas de Descarga no Local do Barramento – AHE Foz do Chapecozinho.

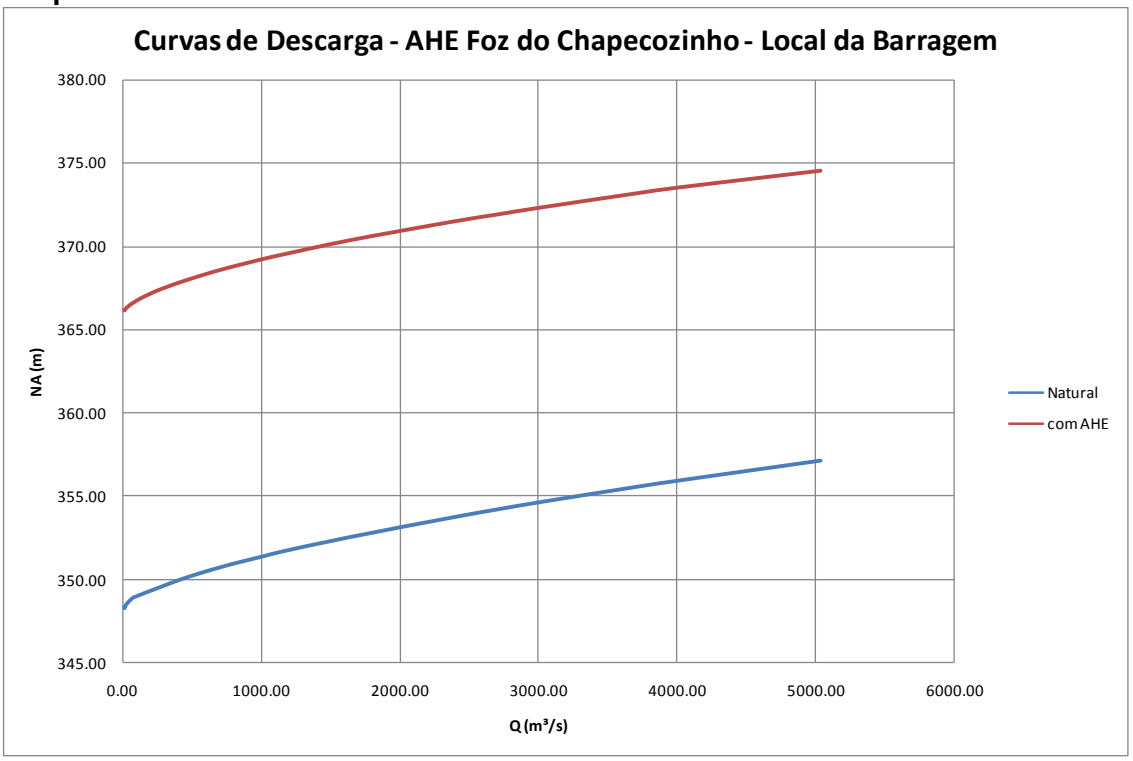
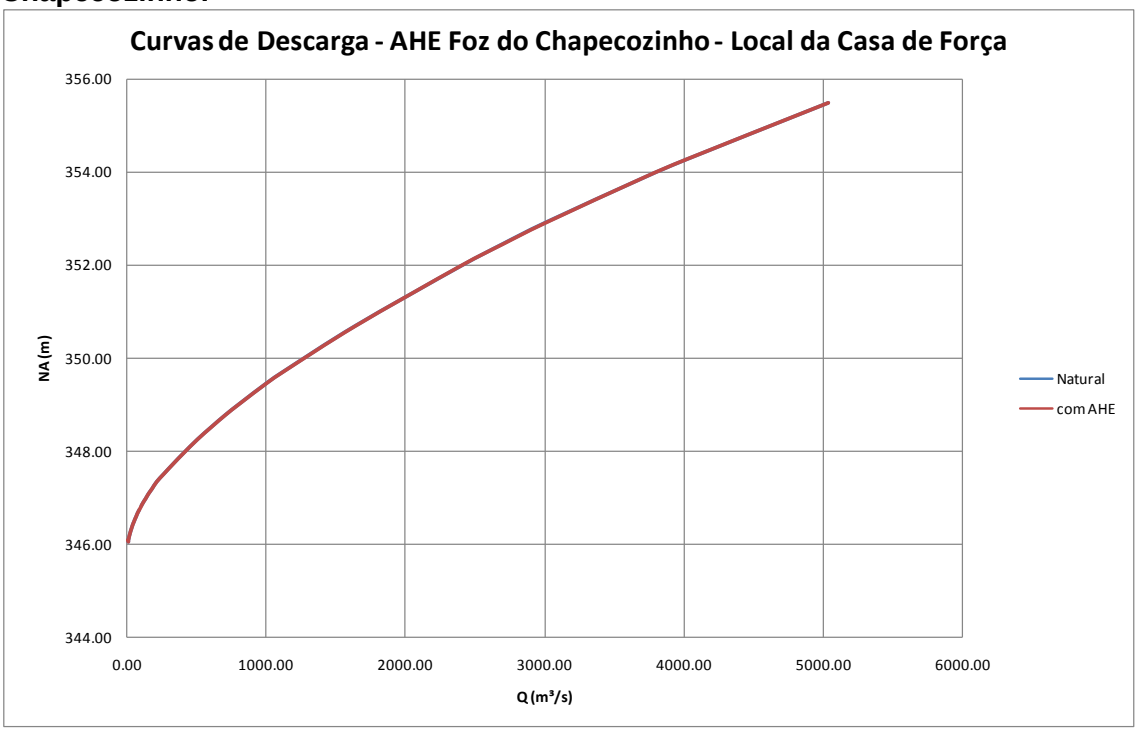


Figura 8.10.20 – Curvas de Descarga no Local da Casa de Força – AHE Foz do Chapecozinho.



AHE Saudade

Figura 8.10.21 – Curvas de Descarga no Local do Barramento – AHE Saudade.

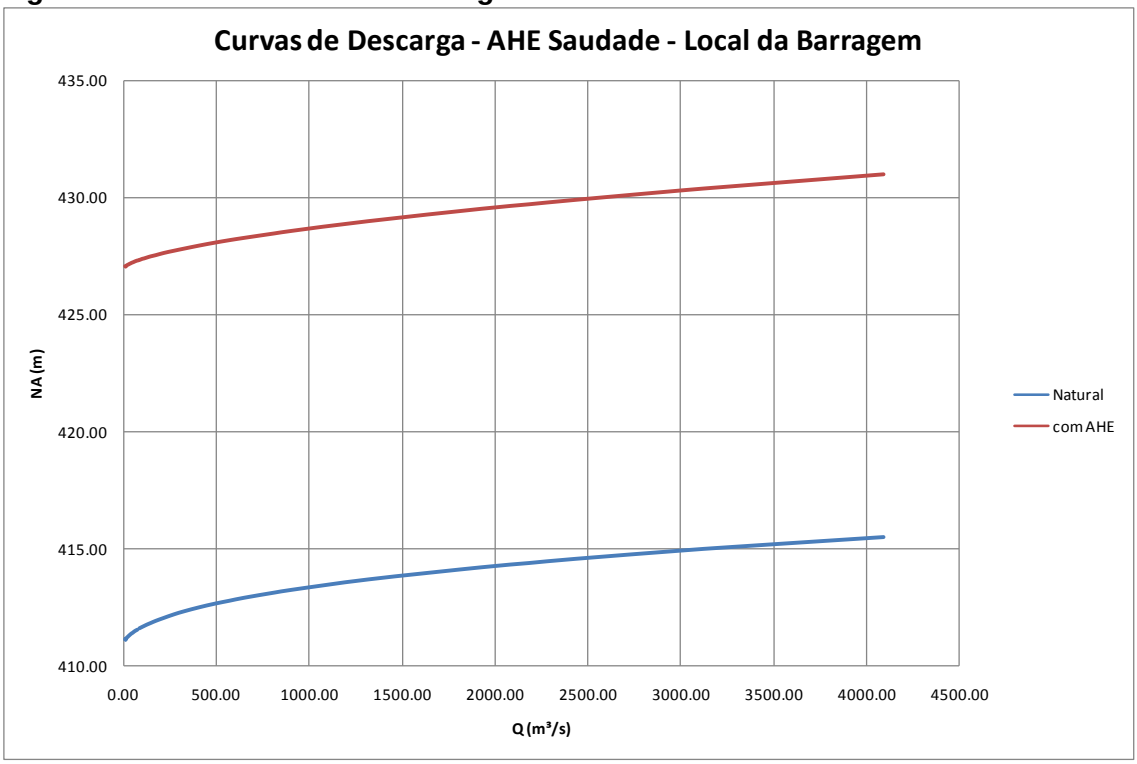
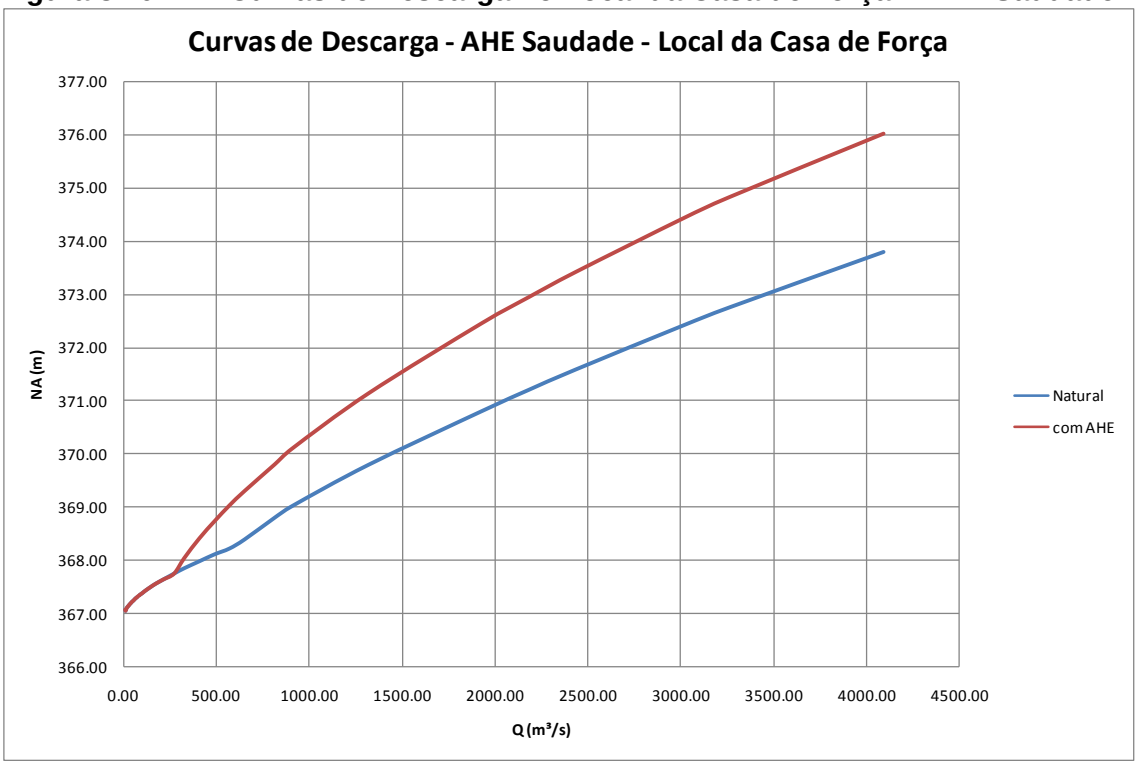


Figura 8.10.22 – Curvas de Descarga no Local da Casa de Força – AHE Saudade.



Percebe-se que há influência do remanso do reservatório do AHE Foz do Chapecozinho para a faixa acima da El. 367,80 m. Este fato, poderia afetar a geração energética do aproveitamento Saudade pela diminuição da queda prevista nas grandes cheias. Porém, deve-se verificar a real significado desta perda energética através dos estudos energéticos e avaliar a mudança ou não do local da casa de força.

AHE Marema

Figura 8.10.23 – Curvas de Descarga no Local do Barramento - AHE Marema.

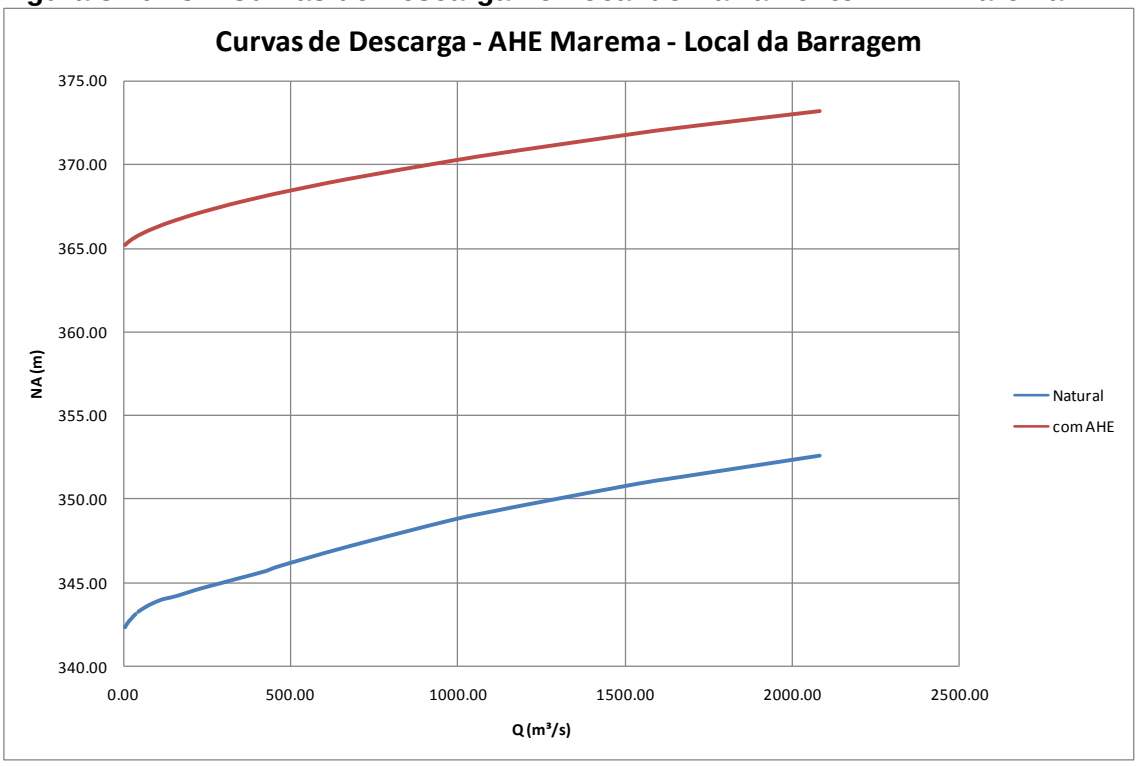
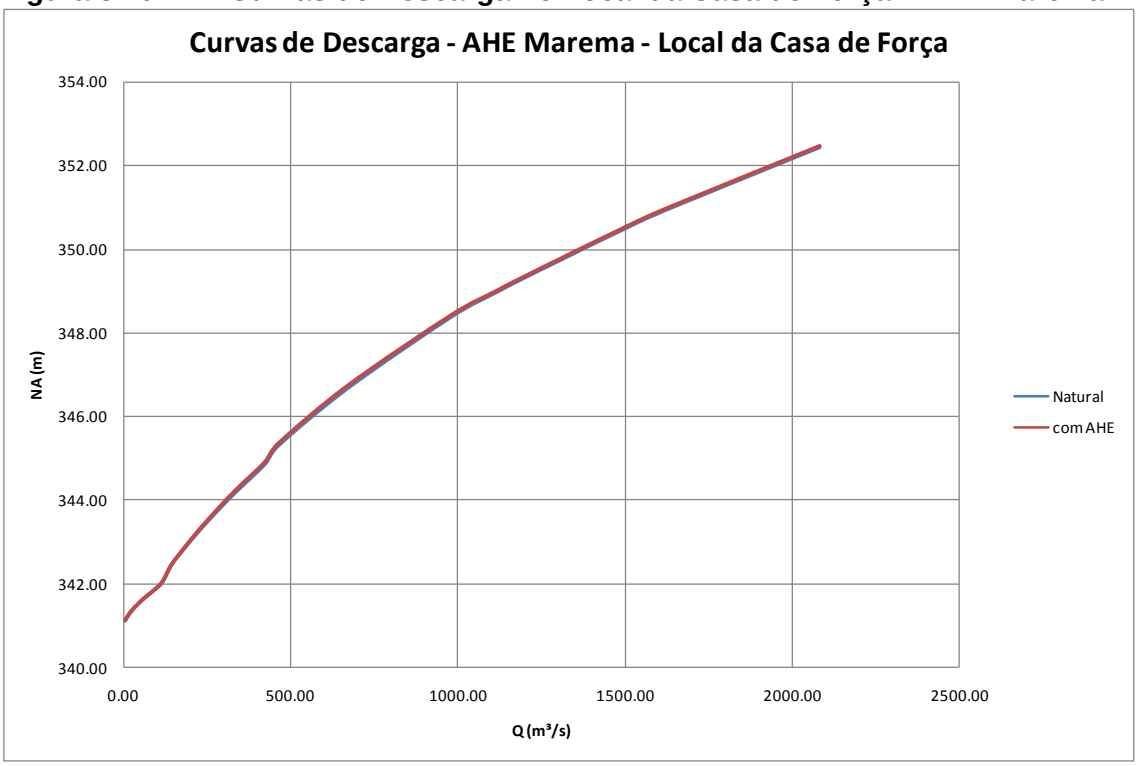


Figura 8.10.24 – Curvas de Descarga no Local da Casa de Força – AHE Marema.



AHE Nova União

Figura 8.10.25 – Curvas de Descarga no Local do Barramento – AHE Nova União.

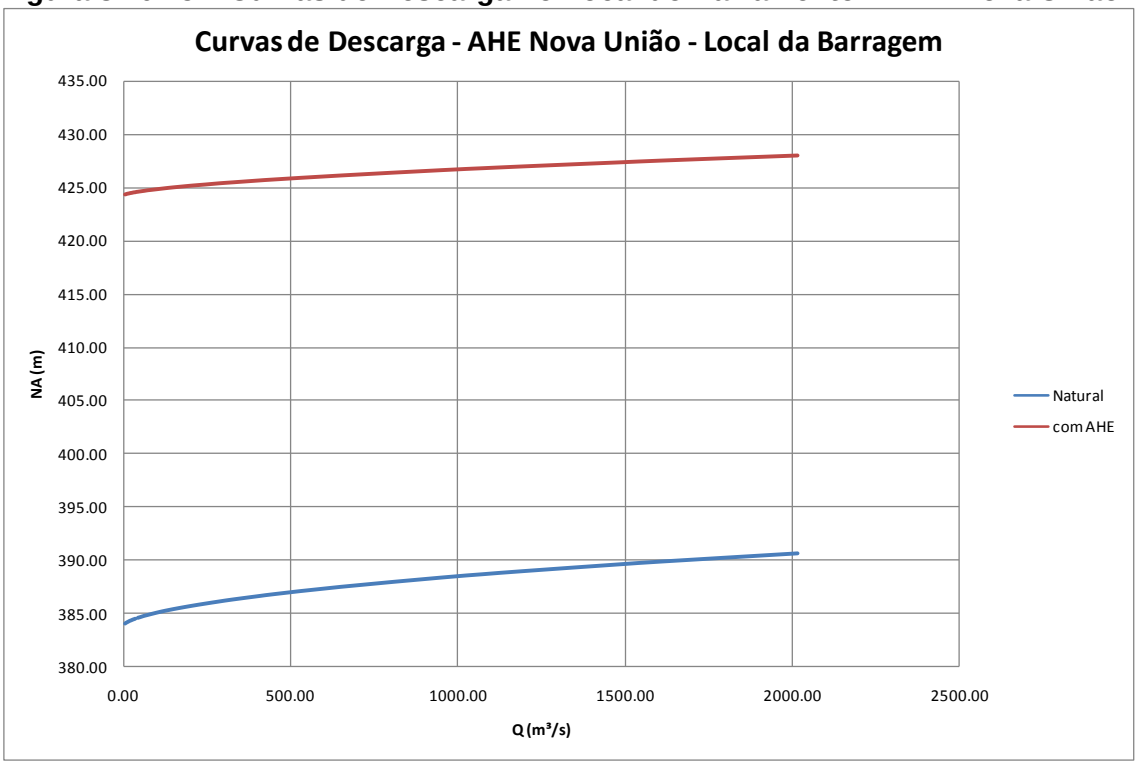
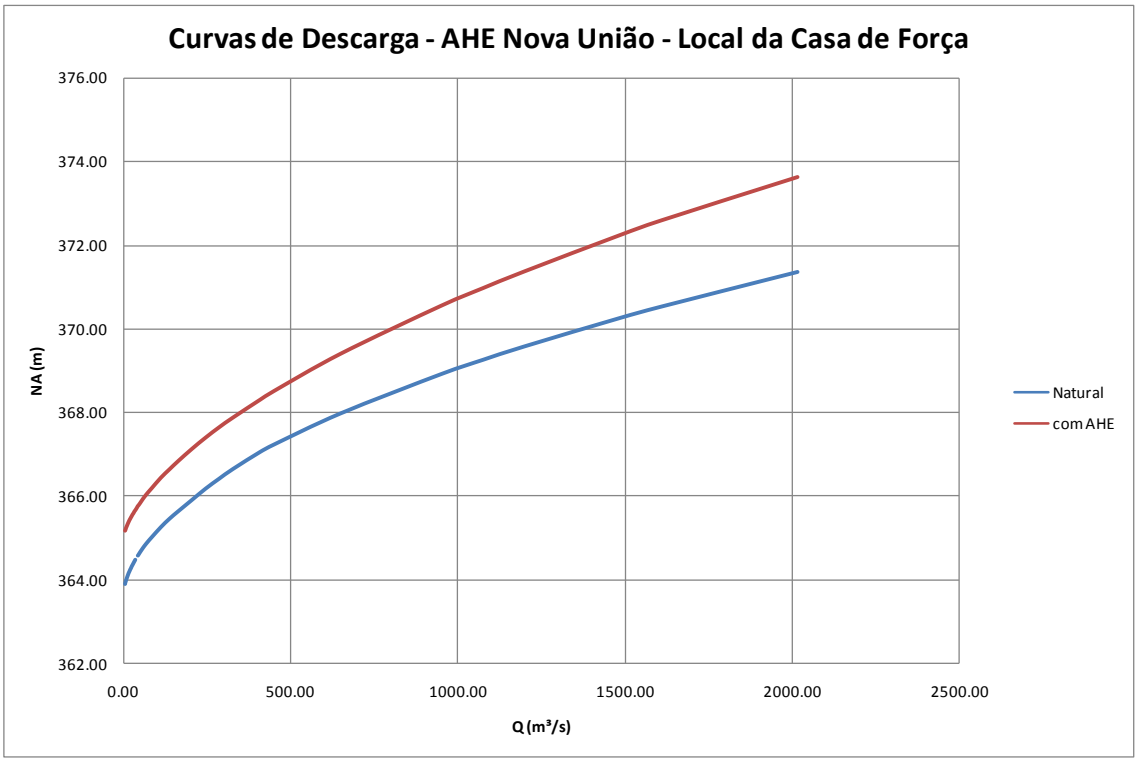


Figura 8.10.26 – Curvas de Descarga no Local da Casa de Força – AHE Nova União.



Percebe-se que há influência do remanso do reservatório do AHE Marema em toda curva de descarga do AHE Nova União, o que prejudicará na geração energética deste aproveitamento pela diminuição da queda prevista. Deve-se rever a locação da casa de força deste AHE mais para montante.

Variação das Velocidades Médias nas Seções com a Inserção dos AHEs

A fim de verificar a influência da inserção dos AHEs na velocidade média das seções, foram elaborados os gráficos a seguir. As figuras a seguir mostram a alteração de velocidades médias nas seções pela formação dos reservatórios, o que mostra a alteração na hidrodinâmica do rio natural e os trechos de maior influência sobre a biota aquática. A análise da influência da alteração na velocidade média sobre a biota aquática, qualidade de água e sedimentos está descrita em seus respectivos capítulos.

Nesta análise, estão apresentados os resultados para a vazão média de longo termo (Q_{MLT}), devido a esta ser a vazão próxima a máxima turbinável, onde os níveis dos reservatórios serão mantidos a maior parte do tempo.

Figura 8.10.27 – Variação da Velocidade Média com a Inserção dos AHES – Rio Chapecó.

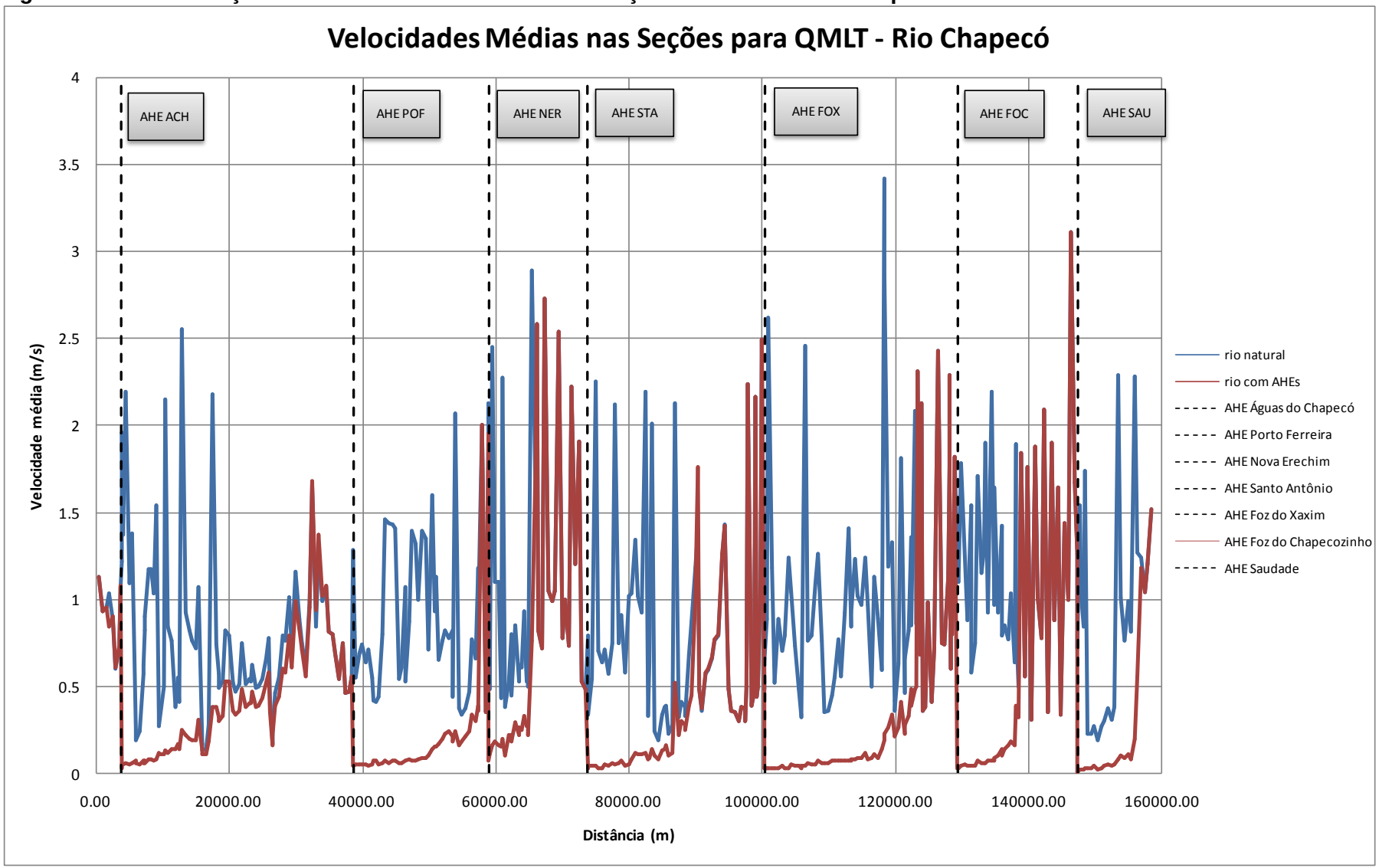
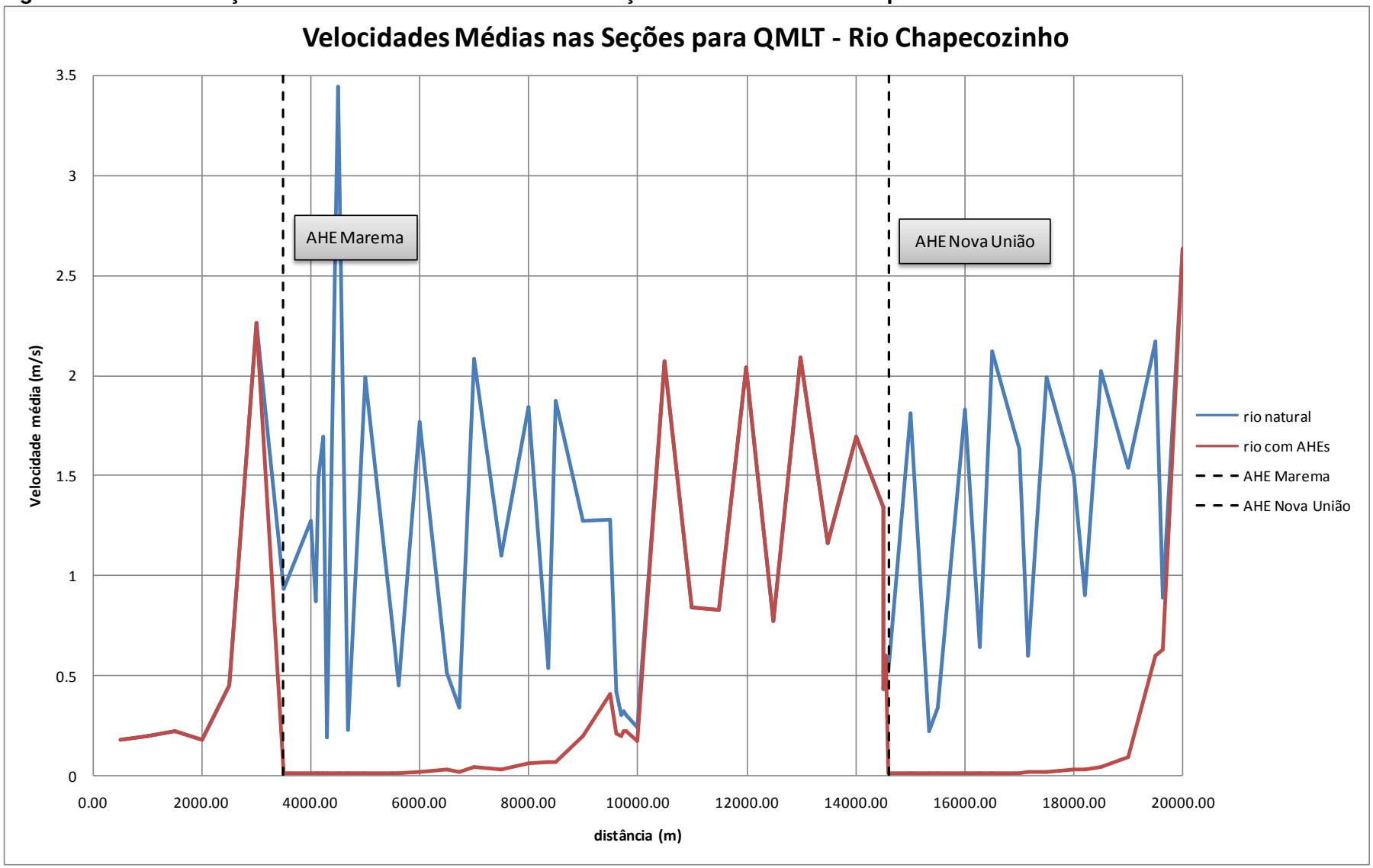


Figura 8.10.28 – Variação da Velocidade Média com a Inserção dos AHES – Rio Chapecozinho



8.11 Considerações Finais

Pelos estudos de remanso percebe-se a influência da implantação dos reservatórios nos perfis de nível de água ao longo dos rios Chapecó e Chapecozinho, conforme apresentado nos gráficos do item anterior.

O quadro a seguir, também apresentado no item anterior, descreve as distâncias de influência dos reservatórios nos rios Chapecó e Chapecozinho. Verifica-se que os AHEs que mais influenciam são Águas do Chapecó, Foz do Xaxim, Santo Antônio e Porto Ferreira. A extensão dos reservatórios depende diretamente da altura do barramento e relevo da região.

Tabela 8.11.1 - Extensão dos reservatórios.

Extensão da Influência do Reservatório pelo Estudo de Remanso (m)		
AHE	**Extensão (m) - QMLT**	**Extensão – Q (TR 100 anos)**
Saudade	10000.00	10000.00
Nova União	5395.76	4895.76
Marema	7000.00	8500.00
Foz do Chapecozinho	9542.12	12542.12
Foz do Xaxim	23018.94	27498.08
Santo Antônio	16605.88	26105.88
Nova Erechim	7000.00	7500.00
Porto Ferreira	19308.63	19910.35
Águas de Chapecó	28634.59	30635.94

A extensão dos reservatórios, assim como a altura do barramento e relevo (batimetria do reservatório), indicará a interferência nas velocidades médias nas seções topobatimétricas. Barramentos altos que afogam muitas quedas de água têm um impacto maior do que aqueles que utilizam barragens baixas e desníveis mais suaves.

Salienta-se que foi diagnosticada a influência dos remansos de cada reservatório sobre o local da casa de força de seu respectivo empreendimento a montante. Com base neste estudo, verificaram-se interferências do remanso nas curvas de descarga nos locais das casas de força dos seguintes AHEs:

- Saudade
- Nova União
- Santo Antônio
- Nova Erechim

- Porto Ferreira

Contudo, considerando que este estudo não possui caráter da análise energética dos aproveitamentos hidrelétricos, as possíveis adequações de projetos em função desta interferência, serão realizadas em etapas subsequentes.

9 MODELAGEM AMBIENTAL

O estudo de modelagem abordará os aspectos de circulação hidrodinâmica, sedimentológica e de qualidade de água obtidos a partir da aplicação de um sistema de modelagem, a fim de verificar as condições futuras para o trecho onde estão previstos os 9 (nove) aproveitamentos hidrelétricos – AHEs.

O estudo tem como objetivo apresentar análises de prognóstico dos empreendimentos hidrelétricos, destacando os seguintes aspectos:

1. Avaliar os padrões hidrodinâmicos futuros no Trecho Baixo Chapecó considerando a implantação de todos os empreendimentos. Determinação dos campos de velocidade. Apontar as regiões com alta e baixa velocidade, bem como as correntes residuais para cada reservatório. Este modelo subsidia os demais.
2. Avaliar a capacidade potencial de transporte de sedimento nas condições hidrodinâmicas obtidas, indicando as regiões dos reservatórios com propensão à erosão ou à sedimentação.
3. Avaliar a concentração dos seguintes parâmetros de qualidade de água após a implantação dos empreendimentos: OD, DBO, Fósforo e Nitrogênio.

9.1 Sistema de Modelagem

Os modelos utilizados no desenvolvimento dos trabalhos fazem parte do SisBaHiA® - Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental, o qual se encontra continuamente sendo ampliado e aperfeiçoado na COPPE/UFRJ desde 1987, através de várias teses de mestrado e doutorado, além de projetos de pesquisa. O sistema tem sido adotado em dezenas de estudos e projetos envolvendo modelagem de corpos de água naturais.

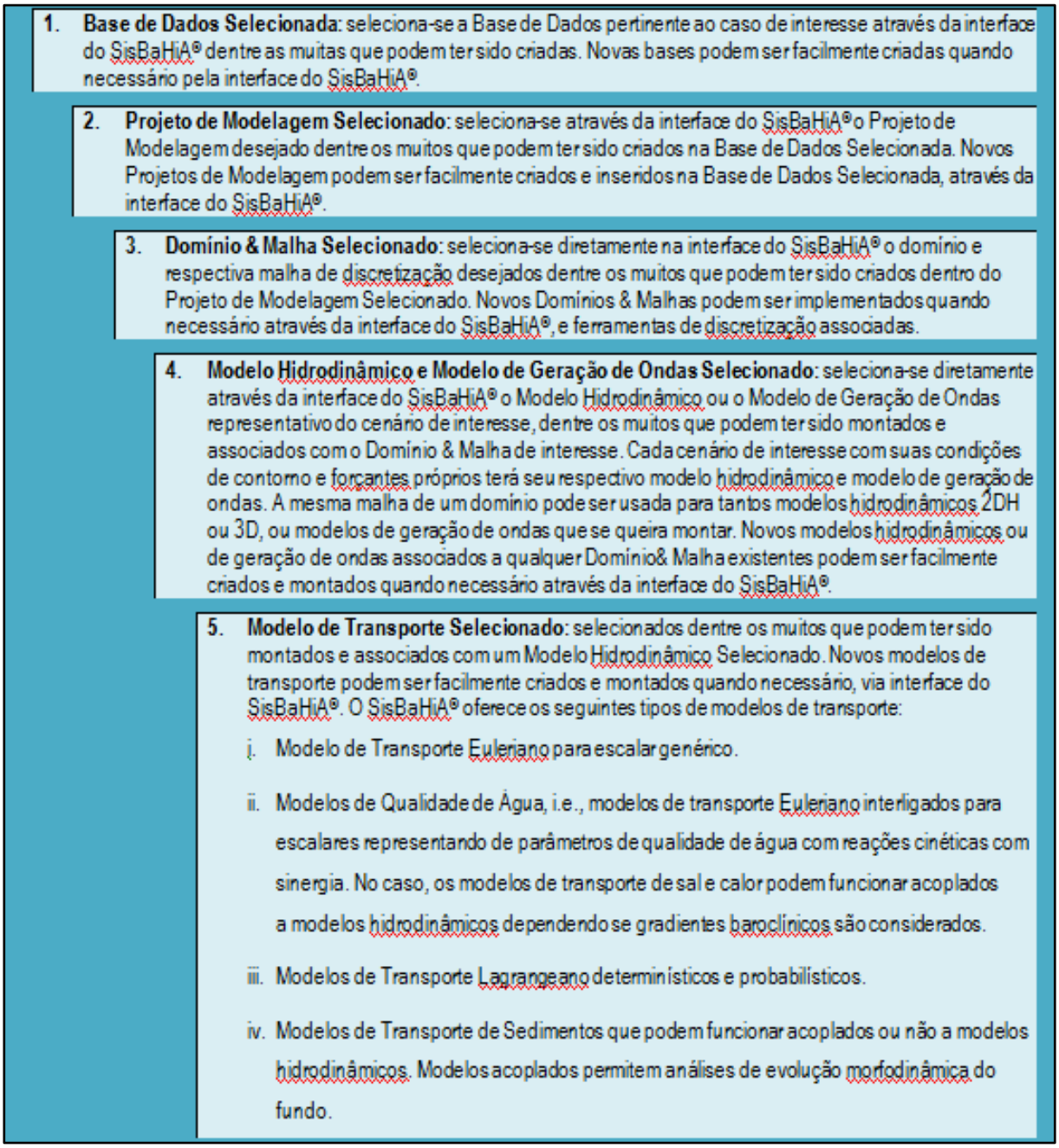
A Engera – Energia e Gerenciamento de Recursos Ambientais, responsável pelos estudos de modelagem, possui um acordo de cooperação técnica com a Fundação Coppetec para o desenvolvimento deste estudo, que inclui a aplicação e análise dos modelos hidrodinâmicos, sedimentológicos e de qualidade de água para o Complexo Hidrelétrico do Sepotuba. A seguir está apresentada uma descrição sucinta de cada um dos modelos.

- Modelos Hidrodinâmicos: são modelos de circulação hidrodinâmica 2DH para corpos de água naturais, com ótima representação de escoamentos em domínios naturais com geometria complexa. Os processos de calibração são minimizados devido a fatores como: discretização espacial via elementos finitos quadráticos e transformação S, permitindo ótimo mapeamento de corpos de água com linhas de costa e batimetrias complexas, campos de vento e atrito do fundo podendo variar dinamicamente no tempo e no espaço, e modelagem de turbulência multi-escala baseada em Simulação de Grandes Vórtices (*LES*).
- Modelos de Transporte de Sedimentos tratam-se de modelos que computam o transporte de sedimentos (estimativa de descargas sólidas) e apresentam as tendências de erosão e sedimentação no fundo ao longo do reservatório. O modelo permite múltiplas opções de formulações de transporte, tais como Van Rijn, Engelund-Hansen, Myer-Peter Müller, Nielsen e Yalin.
- Modelos de Qualidade de Água e Eutrofização tratam-se de um conjunto de modelos de transporte Euleriano, para simulação acoplada de alguns parâmetros de qualidade de água: OD-DBO, nutrientes compostos de nitrogênio e de fósforo.

Maiores detalhes técnicos sobre o SisBaHiA® pode ser visualizado no site *www.sisbahia.coppe.ufrj.br.* Ainda na mesma página da internet estão apontados os principais atributos do modelo que minimizam o processo de calibração, além de conter discussões quanto à confiabilidade do modelo. Este sistema de modelagem já foi utilizado anteriormente, e com sucesso, em alguns trabalhos semelhantes a este.

O SisBaHiA® possui uma estrutura característica que atribui confiabilidade e facilidade de manipulação de dados e resultados. O sistema hierárquico de vinculação de dados e modelos é apresentado na Figura 9.1.1.

Figura 9.1.1 – Estrutura hierárquica de base de dados, projetos e modelos no SisBaHiA®.



A estrutura hierárquica apontada na Figura acima evidencia o vínculo existente entre malhas e modelos associados. Fica claro perceber que qualquer alteração na malha, como contornos e dados topobatimétricos, anula modelos hidrodinâmicos e consequentemente modelos de transporte já associados à malha.

9.2 Cenários

A definição dos cenários de modelagem é parte crucial dos estudos de modelagem numérica. Os cenários utilizados devem apresentar uma série de características para que não somente o desenvolvimento da modelagem seja correto, mas também que os resultados sejam úteis para a avaliação de condições onde outros métodos de previsão de impactos (checklists, matrizes de interação, avaliação multicritério) apresentem resultados imprecisos ou passíveis de alterações, dada a subjetividade dos avaliadores ou mesmo dos leitores.

Após uma discussão com a coordenação técnica da AAI e visando atender aos objetivos dos estudos foram simulados dois cenários distintos:

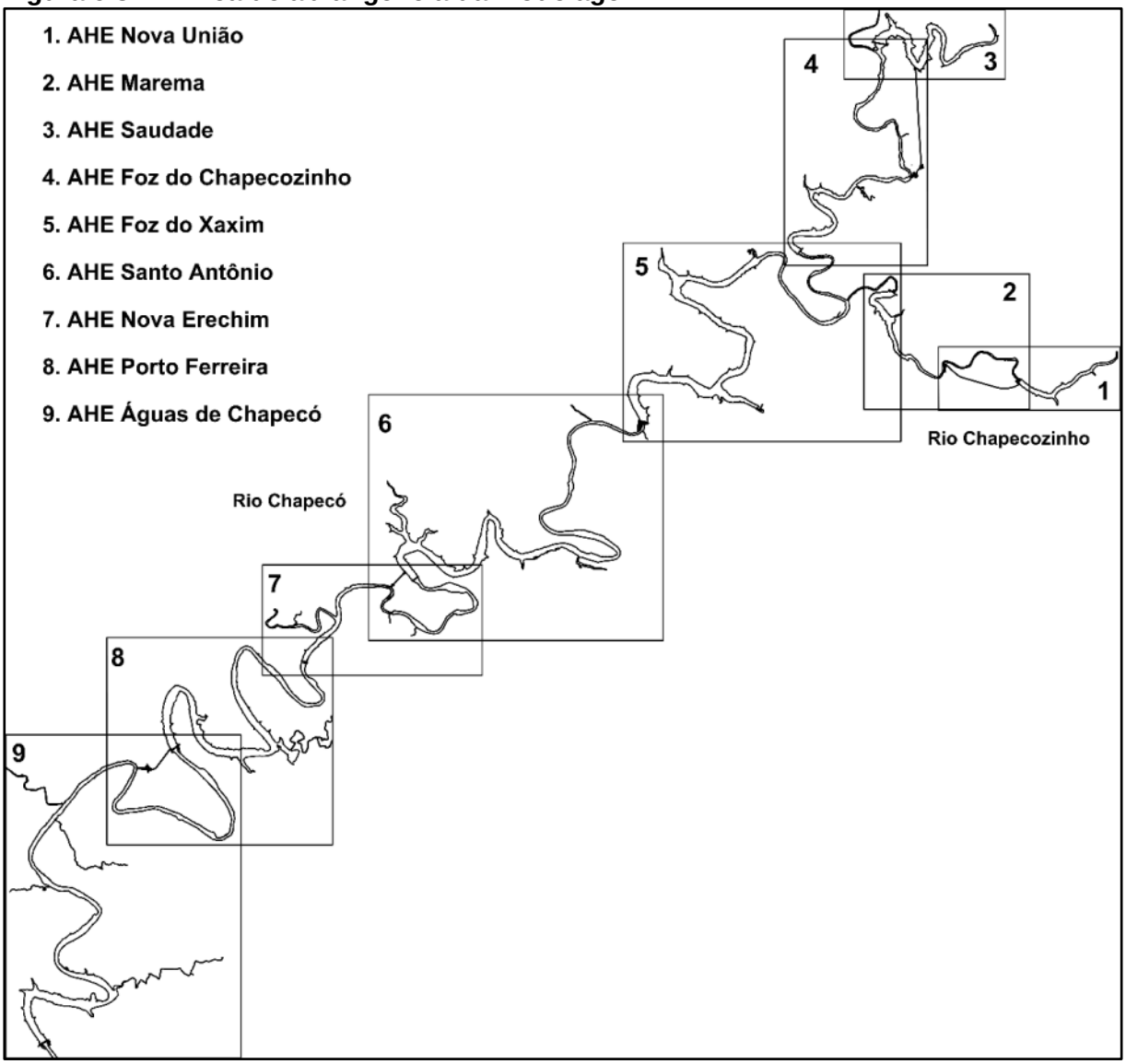
- Qmlt: Cenário com vazão equivalente a vazão média de longo termo, Qmlt. Este cenário tem por objetivo avaliar o padrão de circulação hidrodinâmica, de qualidade de água e sedimentológica para a condição normal de operação das hidrelétricas.
- Q7,10: Cenários com vazão de estiagem, Q7,10. Este cenário tem por objetivo avaliar as condições hidrodinâmicas, de qualidade de água e sedimentológica durante a estiagem, ou seja, um cenário crítico para a qualidade de água.

9.3 Domínio de Modelagem

A área de abrangência da modelagem compreende o Trecho Baixo Chapecó, com 7 aproveitamentos hidrelétricos, e o rio Chapecozinho, afluente do rio Chapecó, com 2 aproveitamentos hidrelétricos, como mostra a figura a seguir.

Para cada um dos empreendimentos foi desenvolvido um domínio de modelagem conforme delimitação de cada um das AHEs marcadas na Figura 9.3.1.

Figura 9.3.1 – Área de abrangência da modelagem



As figuras a seguir apresentam o domínio de modelagem de cada aproveitamento hidrelétrico e a malha de cálculo utilizada em seus modelos.

Os domínios de modelagem do AHE Saudade e AHE Nova União compreenderam apenas a área do reservatório por serem empreendimentos de montante dos rios Chapecó e Chapecozinho (Trecho Baixo Chapecó) respectivamente. Os domínios de modelagem dos demais aproveitamentos contemplaram a área do seu reservatório e o trecho livre de rio a montante do reservatório até a barragem do empreendimento de montante. Para esses domínios que contemplam reservatório e trecho livre de rio a montante, as figuras a seguir apresentam destacados em vermelho a área exclusivamente do reservatório.

Entretanto, para o efeito o domínio de modelagem não foi realizada essa separação entre reservatório e trecho livre de rio, e sim colocado tudo no mesmo domínio.

Figura 9.3.2 – Malha de cálculo do AHE Nova União – Rio Chapecozinho.

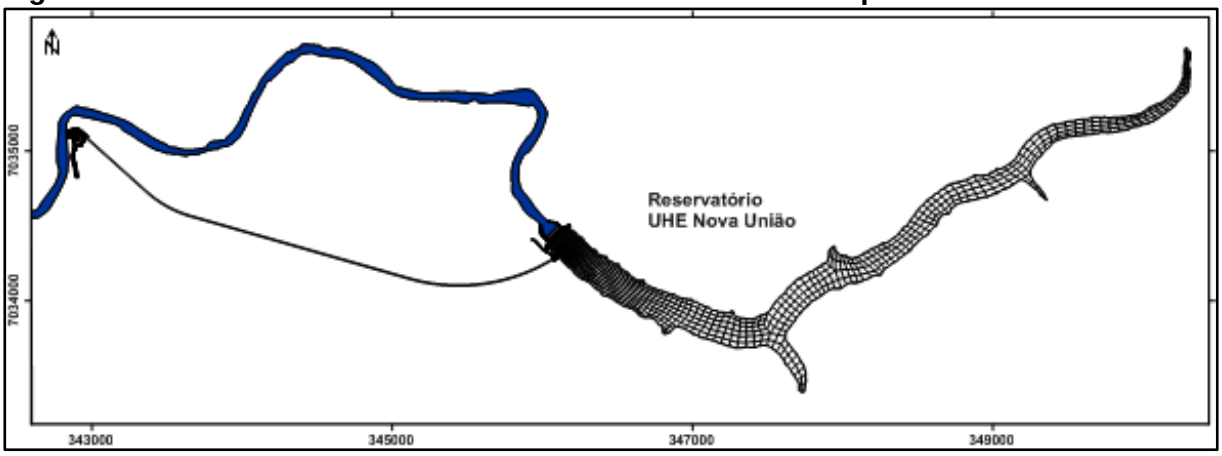


Figura 9.3.3 – Malha de cálculo do AHE Marema - Rio Chapecozinho.

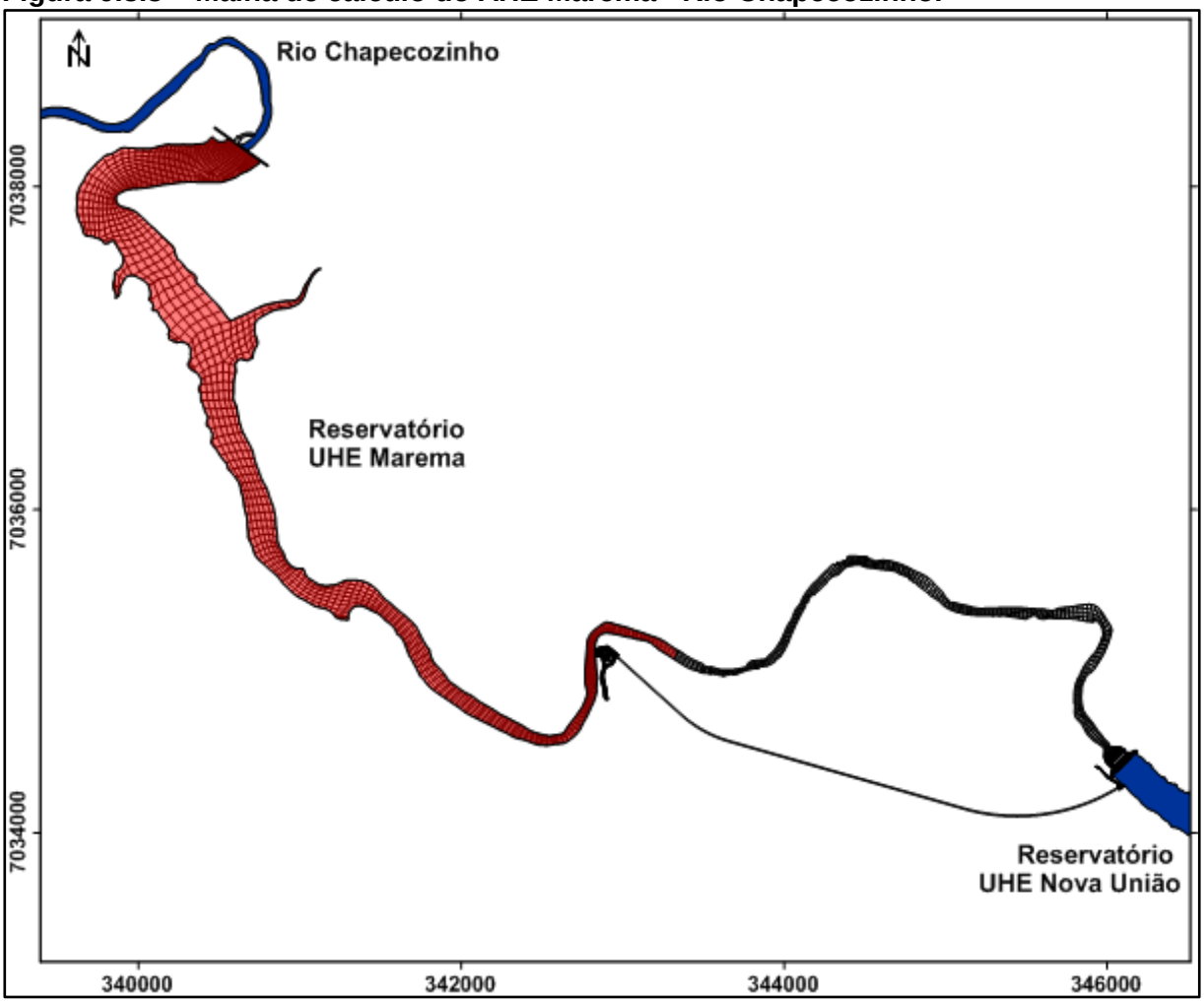


Figura 9.3.4 – Malha de cálculo do AHE Saudade – Trecho Baixo Chapecó.

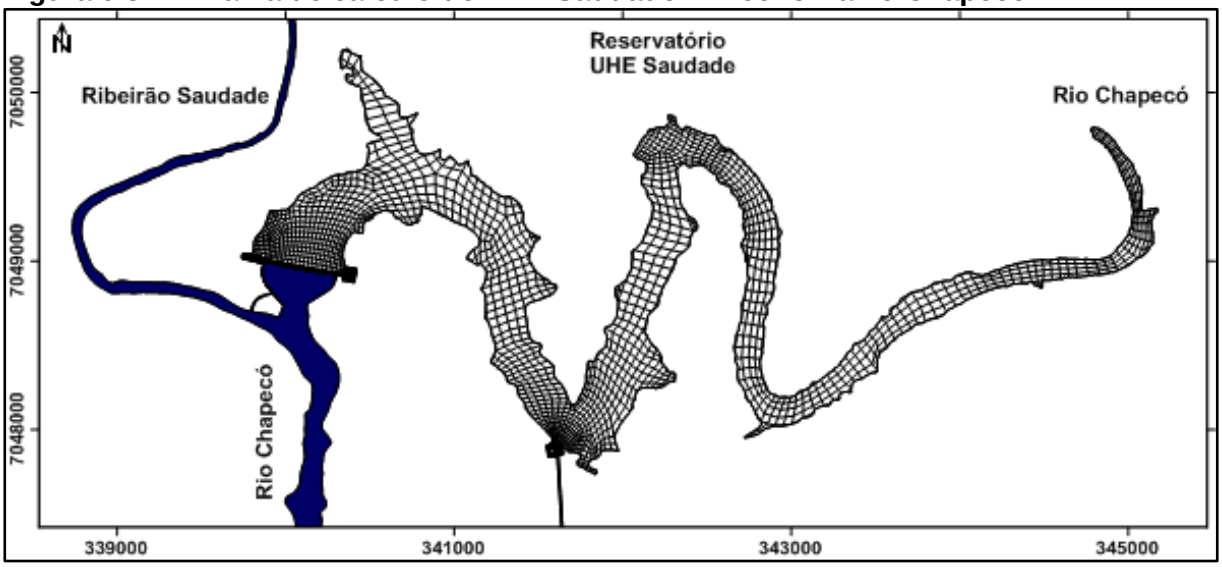


Figura 9.3.5 – Malha de cálculo do AHE Foz do Chapecozinho - Trecho Baixo Chapecó.

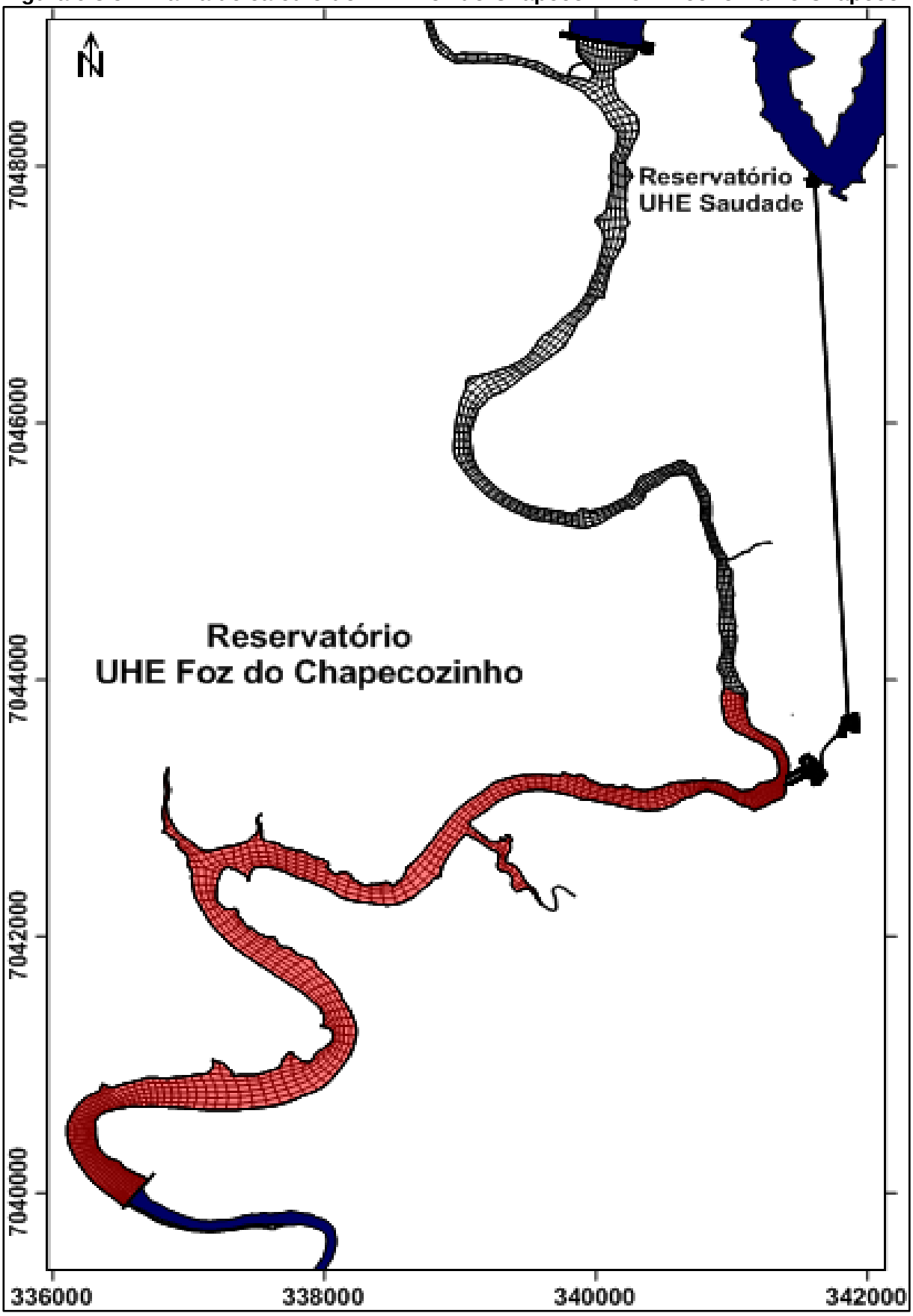


Figura 9.3.6 – Malha de cálculo do AHE Foz do Xaxim - Trecho Baixo Chapecó.

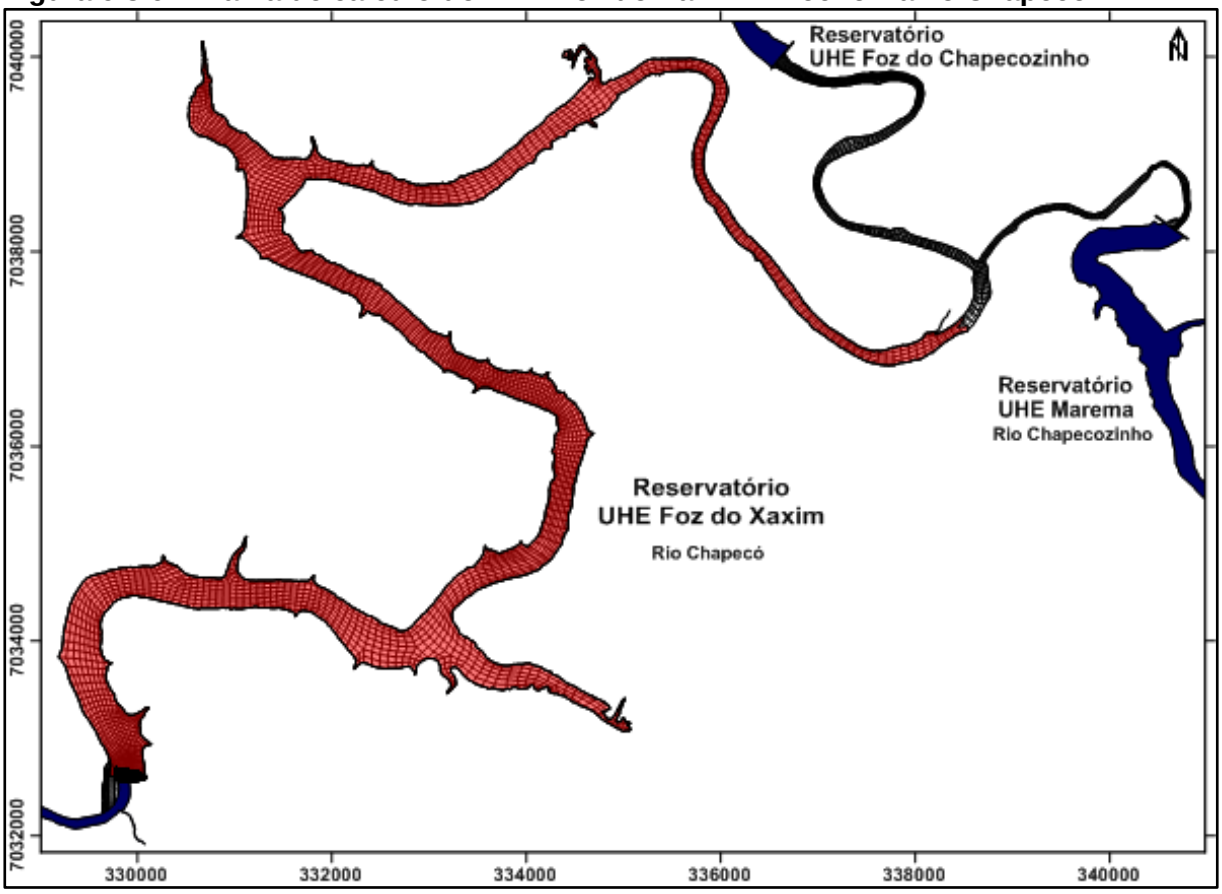


Figura 9.3.7 – Malha de cálculo do AHE Santo Antônio - Trecho Baixo Chapecó.

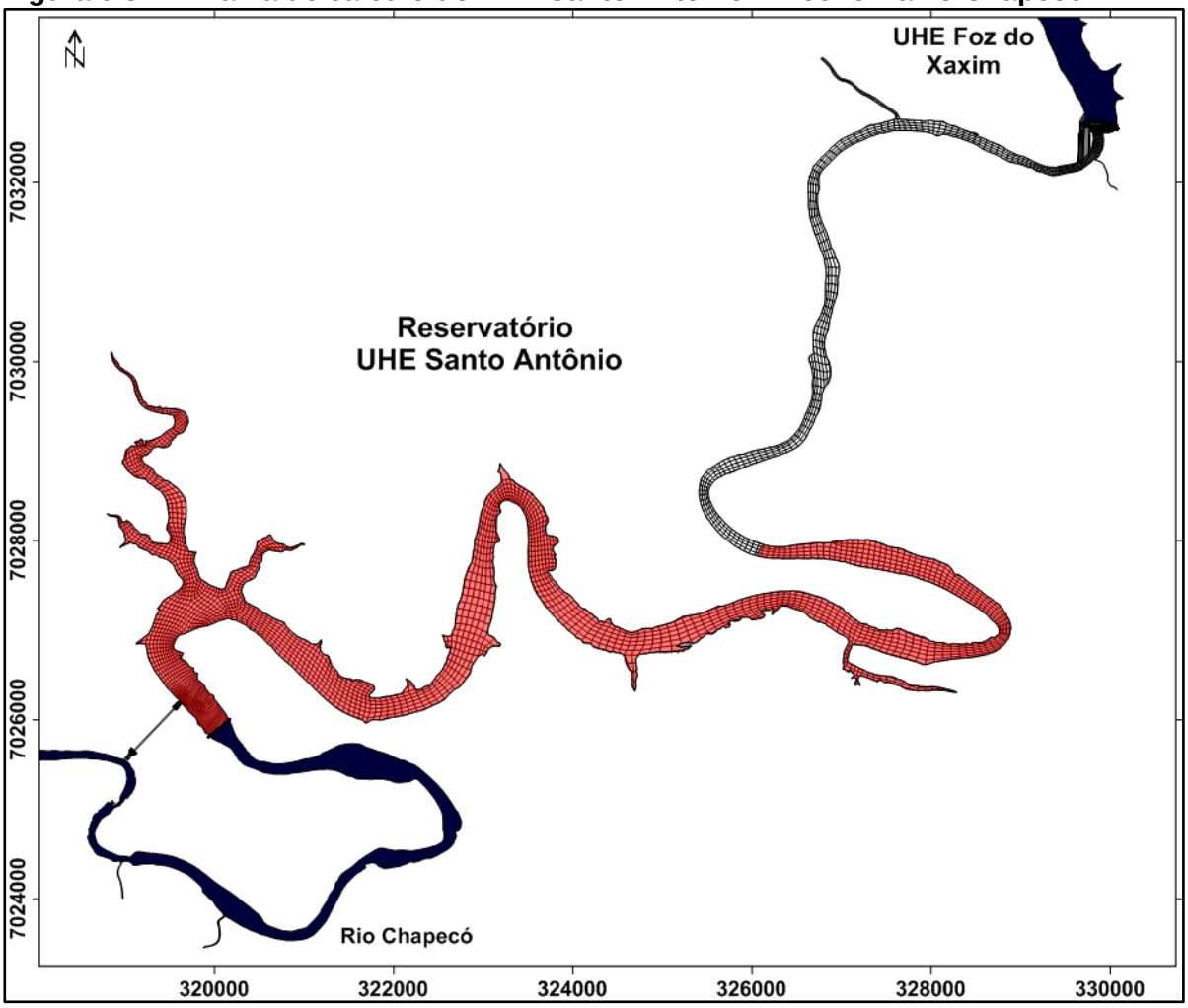


Figura 9.3.8 – Malha de cálculo do AHE Nova Erechim - Trecho Baixo Chapecó.

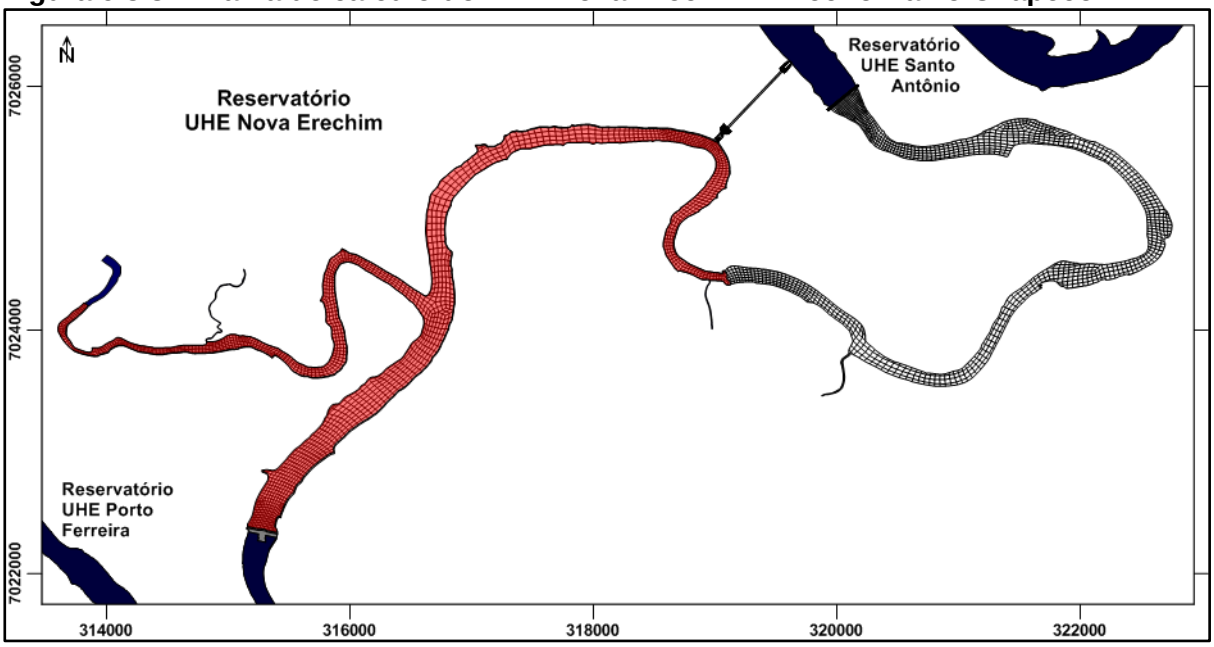


Figura 9.3.9 – Malha de cálculo do AHE Porto Ferreira - Trecho Baixo Chapecó.

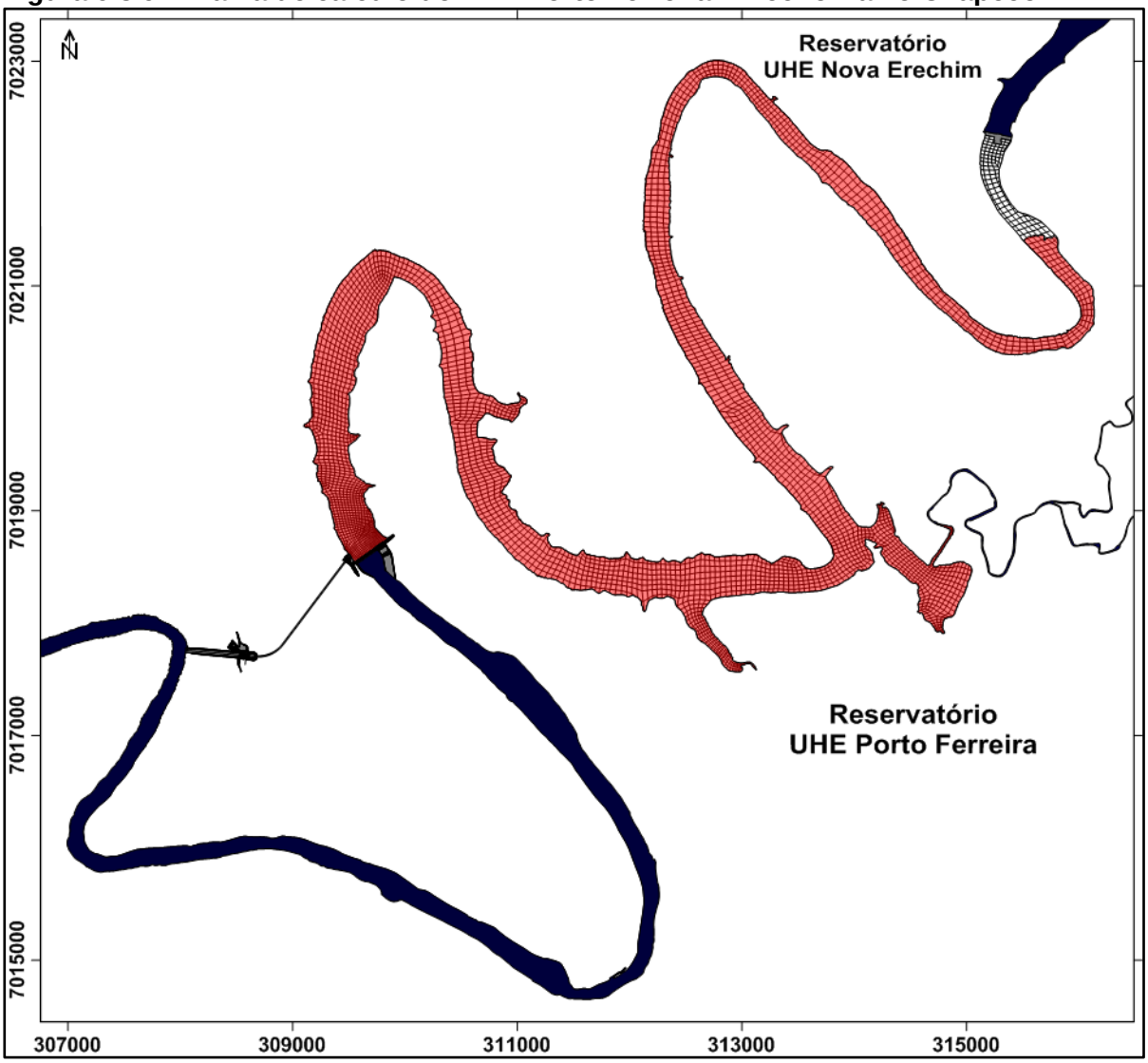
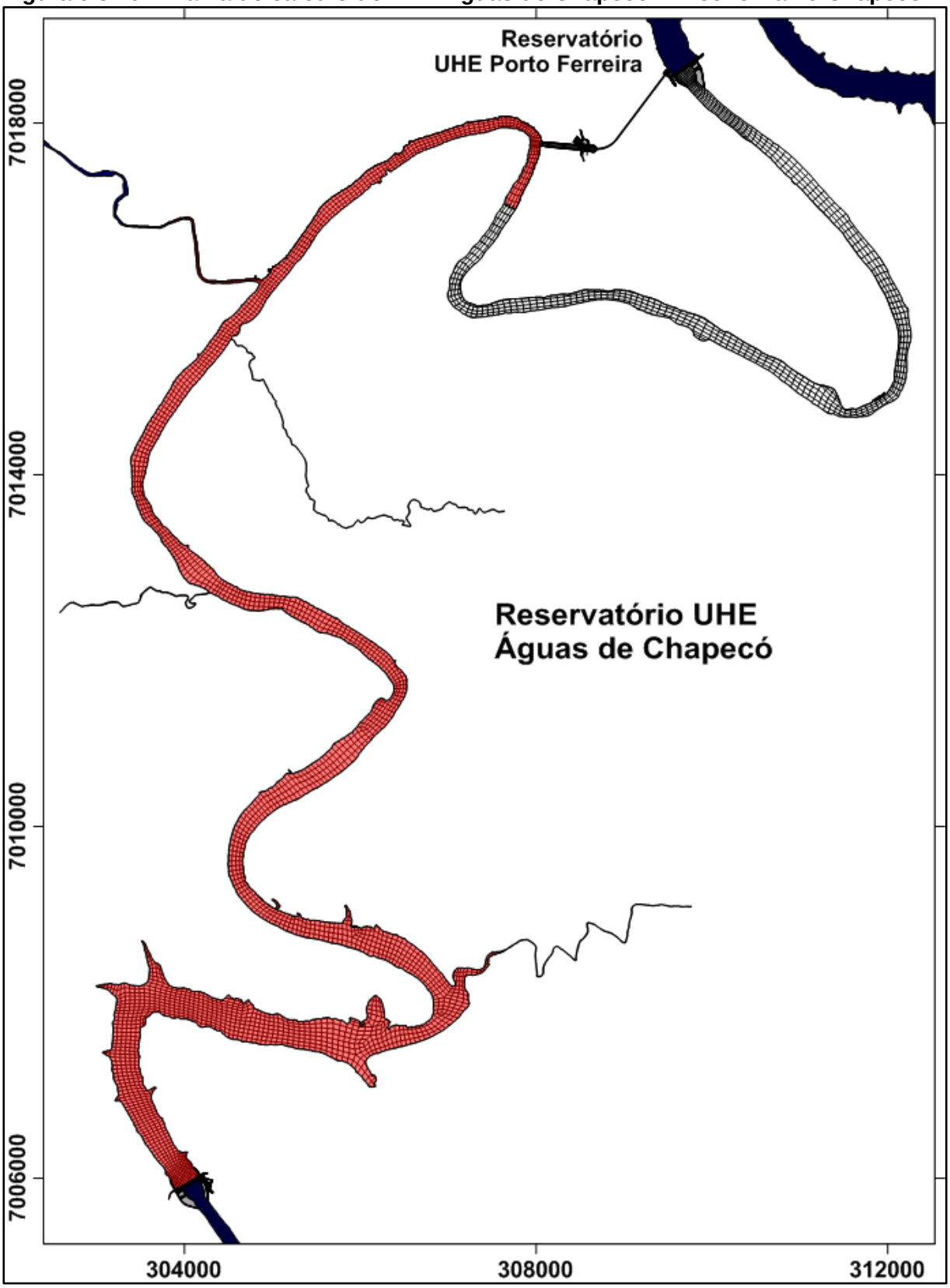


Figura 9.3.10 – Malha de cálculo do AHE Águas de Chapecó – Trecho Baixo Chapecó.



A Tabela 9.3.1 apresenta o número de nós, a área total do domínio de modelagem e a área média dos elementos de cada malha. As malhas ao longo do rio Chapecozinho foram construídas com elementos menores pela necessidade de representar o contorno do rio Chapecozinho e este possui dimensões inferiores em relação ao Trecho Baixo Chapecó.

Tabela 9.3.1 - Descrição das malhas de cálculo.

AHE	Rio	N° de nós	Área da modelagem (m²)	Área média dos elementos (m²)
Nova União	Chapecozinho	1347	843190	2888
Marema	Chapecozinho	3031	1498184	2334
Saudade	Chapecó	1993	2336586	5537
Foz do Chapecozinho	Chapecó	2697	2995037	5339
Foz do Xaxim	Chapecó	5417	7385498	6473
Santo Antônio	Chapecó	4391	6720159	7280
Nova Erechim	Chapecó	3987	2626383	659
Porto Ferreira	Chapecó	4283	5922964	1383
Águas de Chapecó	Chapecó	4321	7572038	1752

9.4 Dados

Os dados de entrada refletem diretamente sobre os resultados obtidos em estudos de modelagem. Portanto, é necessário muito rigor durante a sua coleta, preparação e tratamento para inserção no modelo. Tendo em vista a importância dos dados para o presente estudo, este capítulo destina-se a apresentação de todos os dados que alimentaram o modelo.

9.4.1 Contornos

Os limites dos reservatórios bem como as estruturas dos aproveitamentos, como barragem, vertedouro, tomada d'água, casa de força e canal de fuga, foram fornecidos pelo projetista.

9.4.2 Batimetria

O modelo geométrico, que representa as características do terreno sobre os quais os reservatórios são projetados, é um dos passos iniciais para a modelagem. A confecção do modelo geométrico de reservatórios apresenta uma dificuldade especial por conta da necessidade de união de dados da porção emersa (a ser inundada pelos reservatórios), com dados batimétricos do leito do rio.

Para o presente estudo dois conjuntos de dados (*datasets*) estavam disponíveis para a elaboração do modelo geométrico, a saber:

- Seções topobatimétricas fornecidas pelo empreendedor, e
- Dados da restituição aerofotogramétrica.

Os dados de batimetria ao longo do rio foram obtidos tendo como base as seções topobatimétricas dos projetos dos AHEs Nova União, Foz do Xaxim, Porto Ferreira e Águas de Chapecó. A batimetria nas regiões sem levantamento de seções topobatimétricas foi interpolada e para isso foram utilizados tanto os dados das seções topobatimétricas quanto os pontos marcando o Nível da Água (NA) levantado na restituição. As seções topobatimétricas foram então propagadas de montante para jusante, a partir da construção de linhas longitudinais proporcionais à largura do rio, com interpolação entre as seções. Para conferência e correção de possíveis imprecisões na interpolação, foram utilizados pontos de NAs e as ortofotos digitais, as quais indicavam quedas, bancos de areia, ilhas fluviais e outros elementos, os quais foram ajustados para a reprodução fiel do leito do rio.

As figuras a seguir apresentam a batimetria utilizada nos modelos hidrodinâmicos de cada um dos domínios. O valor de batimetria no modelo é entendido como o valor negativo da cota.

Figura 9.4.1 – Batimetria do AHE Nova União.

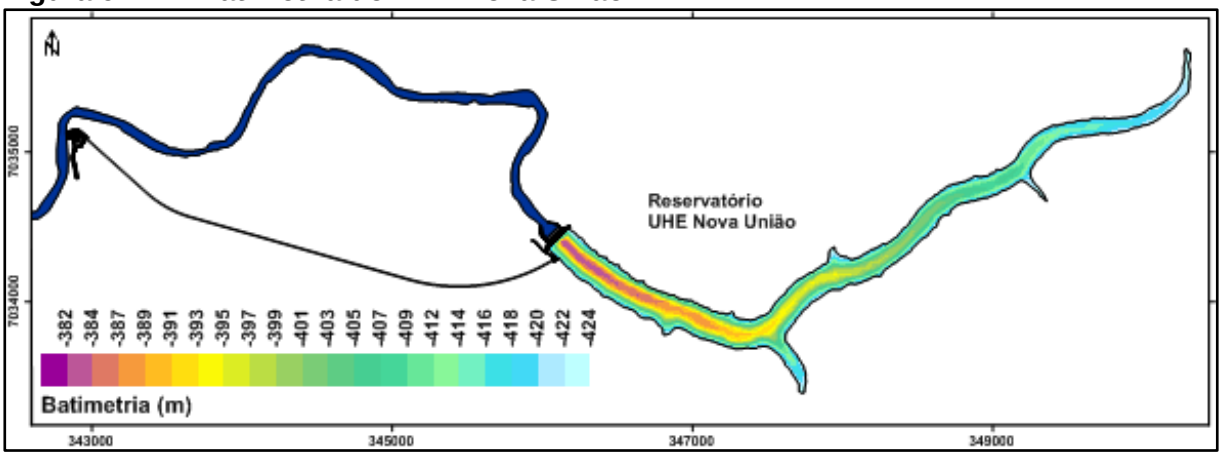


Figura 9.4.2 – Batimetria do AHE Marema.

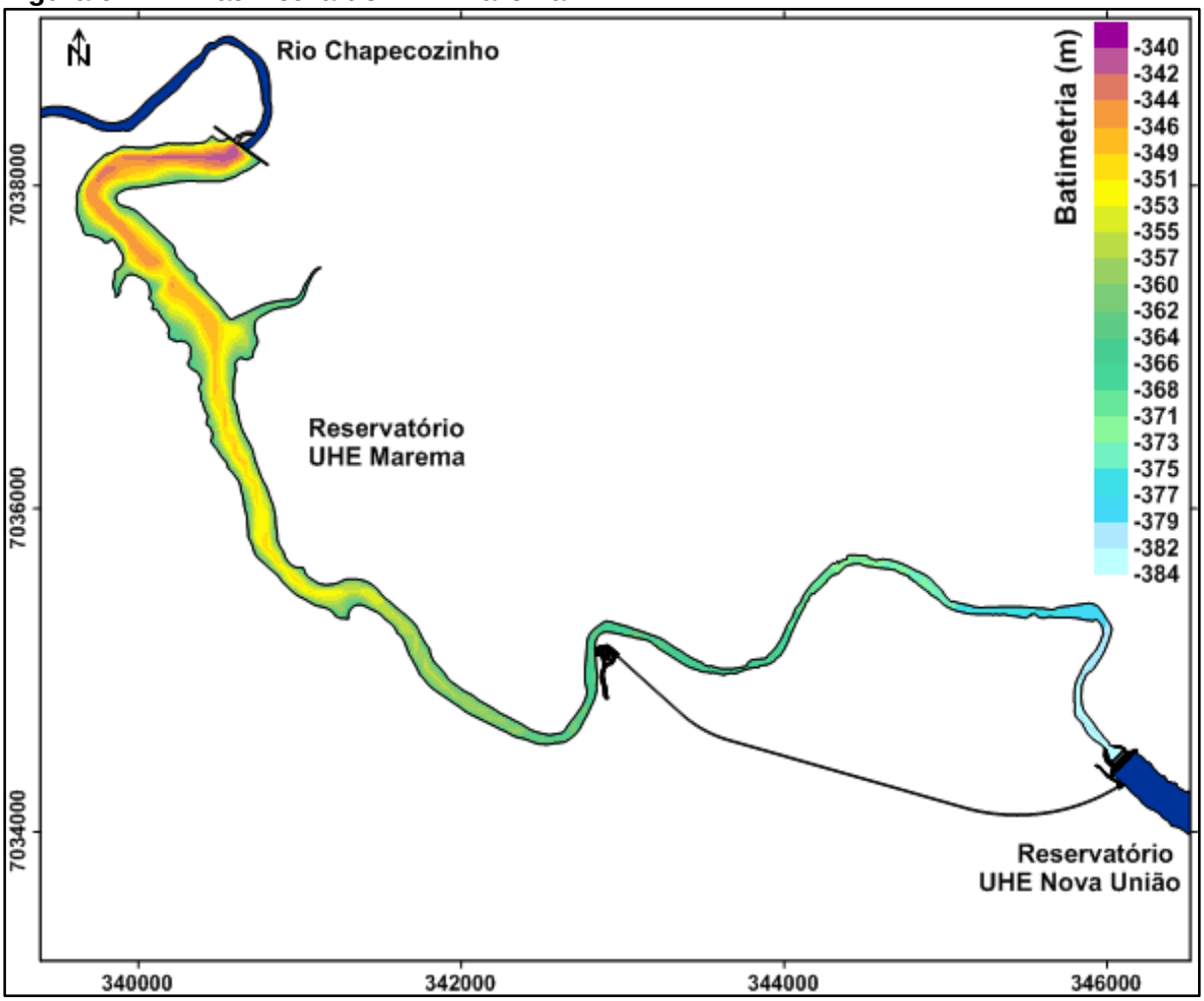


Figura 9.4.3 – Batimetria do AHE Saudade.

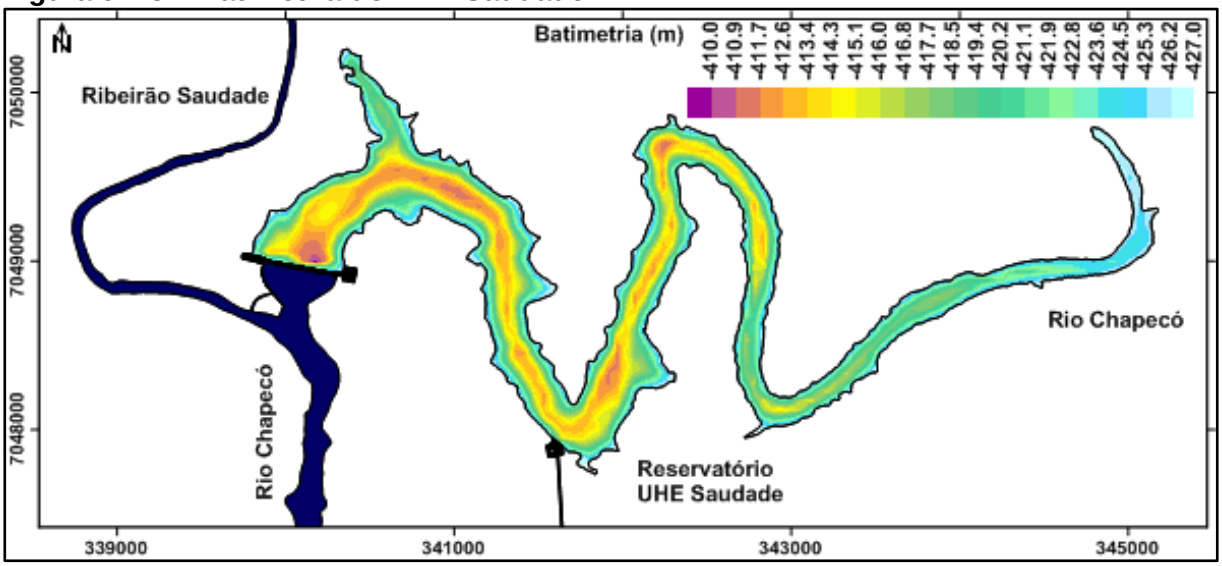


Figura 9.4.4 – Batimetria do AHE Foz do Chapecozinho.

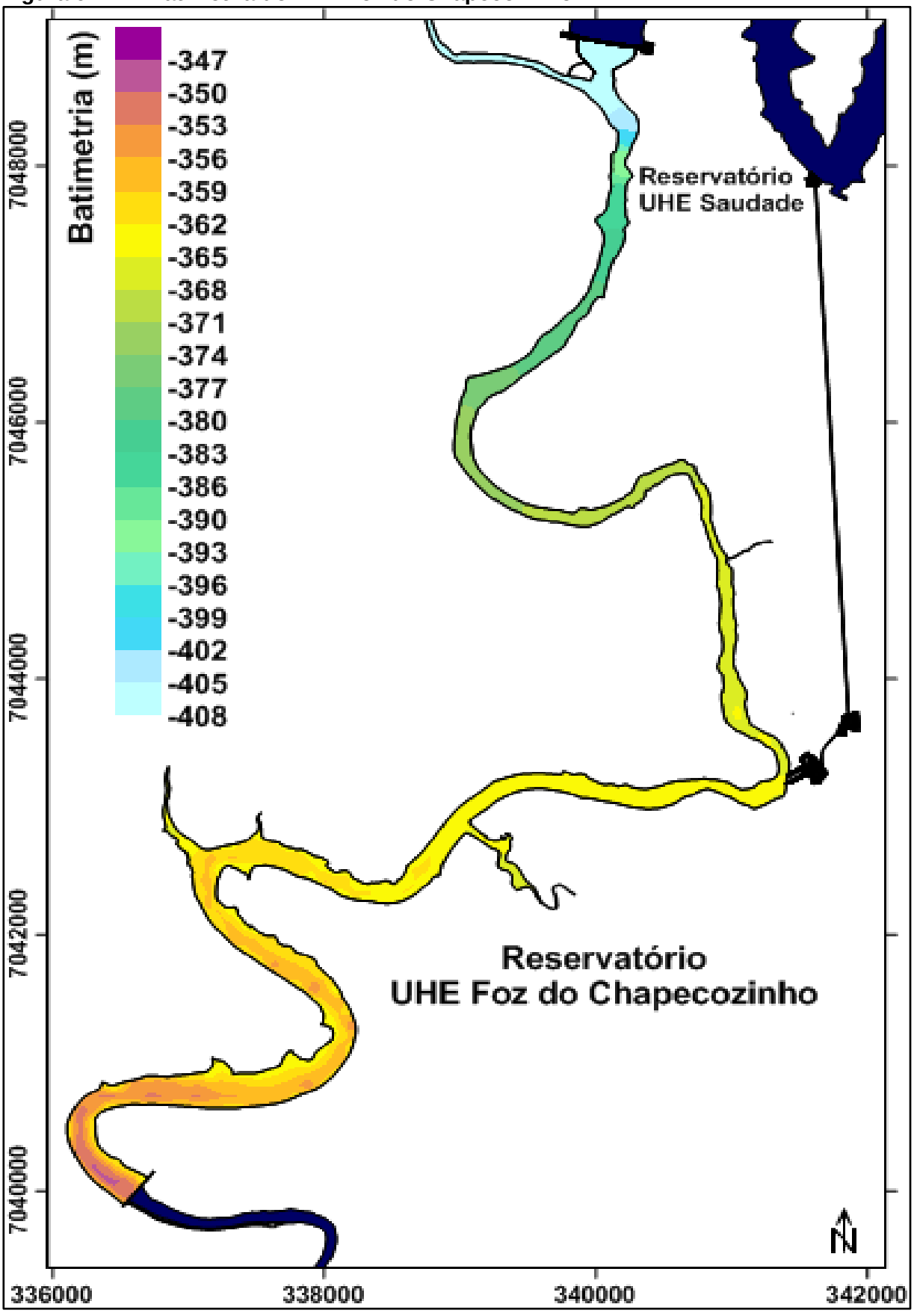


Figura 9.4.5 – Batimetria do AHE Foz do Xaxim.

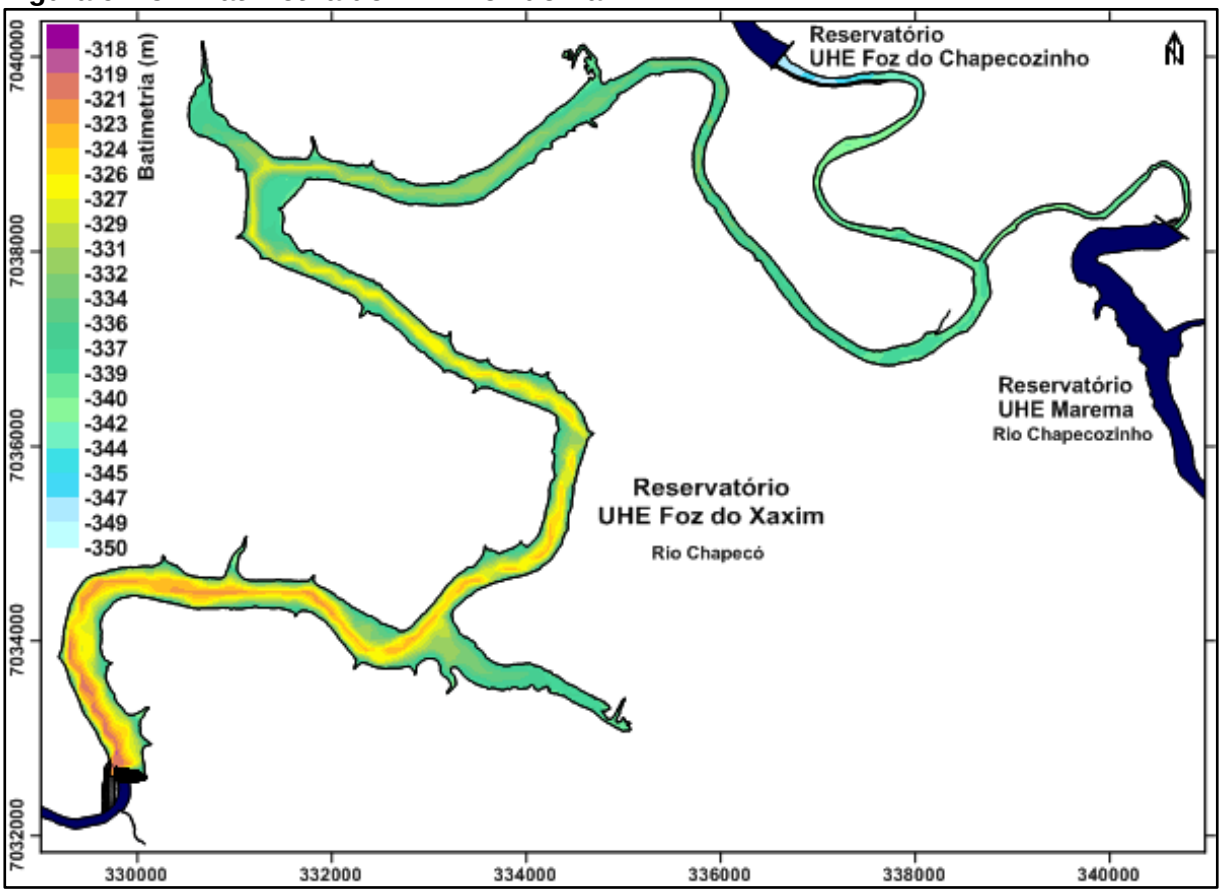


Figura 9.4.6 – Batimetria do AHE Santo Antônio.

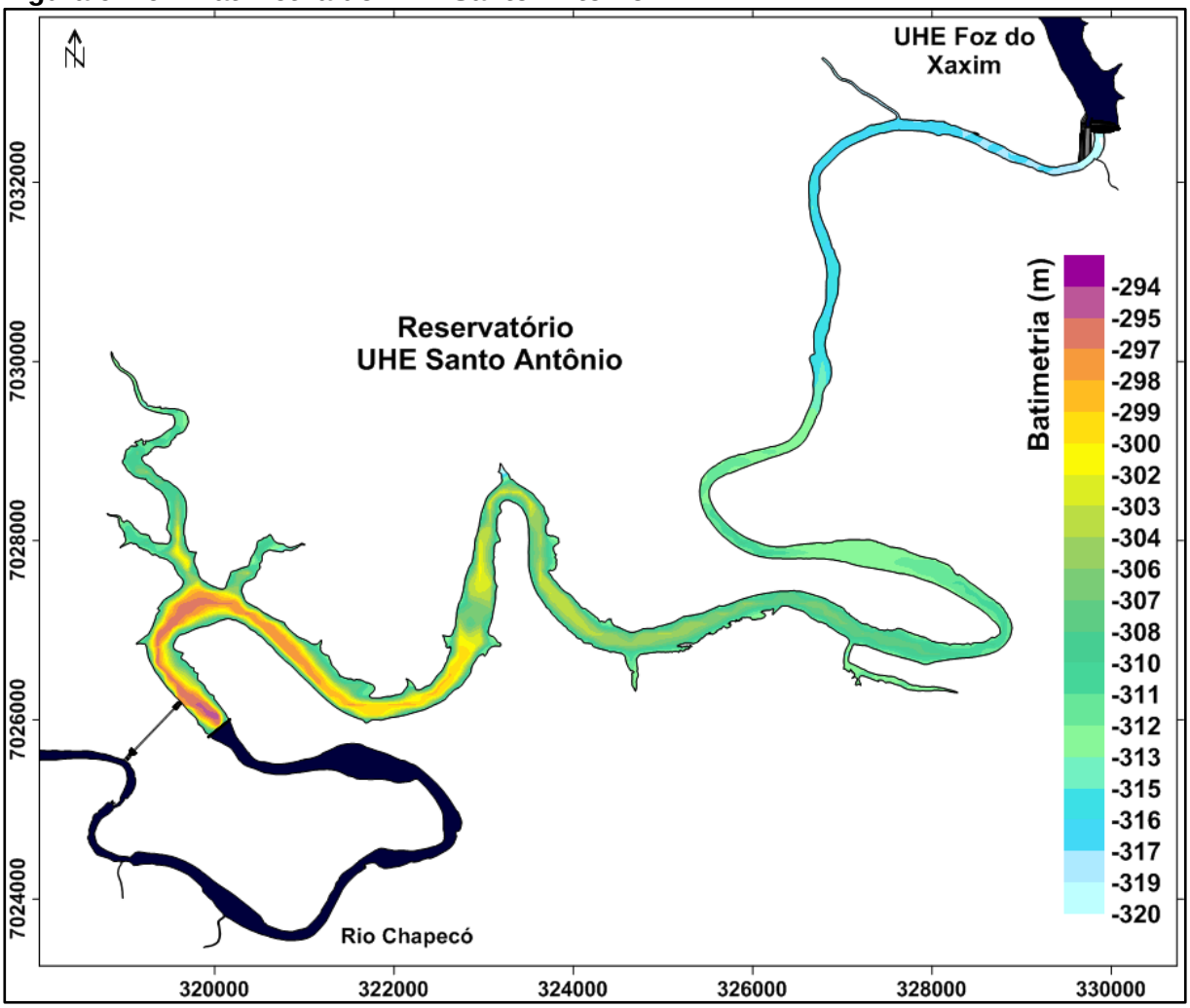


Figura 9.4.7 – Batimetria do AHE Nova Erechim.

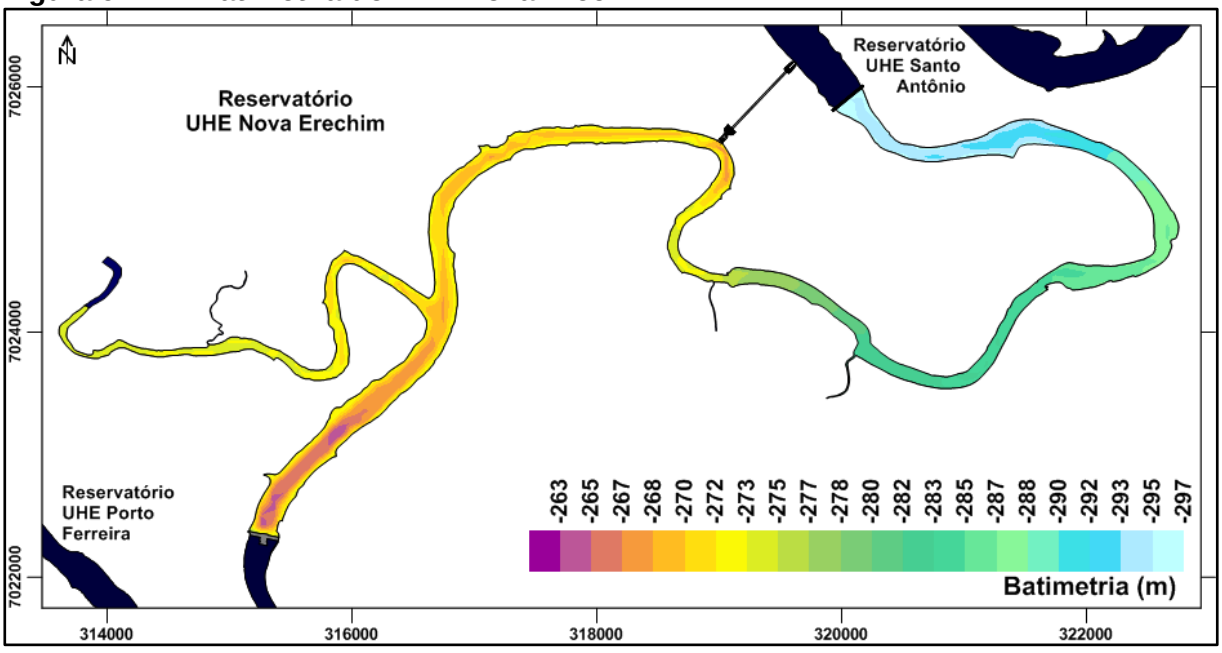


Figura 9.4.8 – Batimetria do AHE Porto Ferreira.

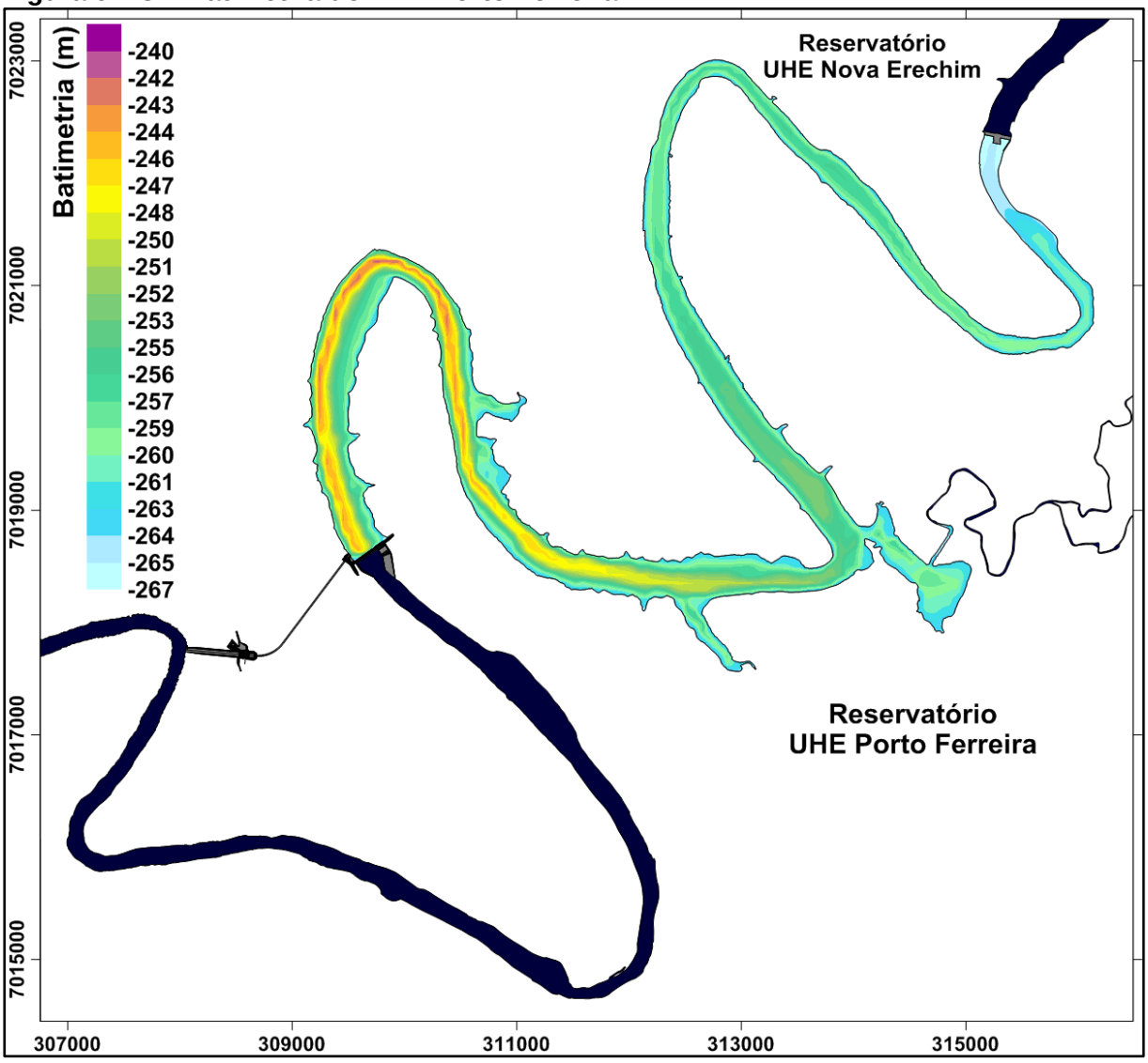
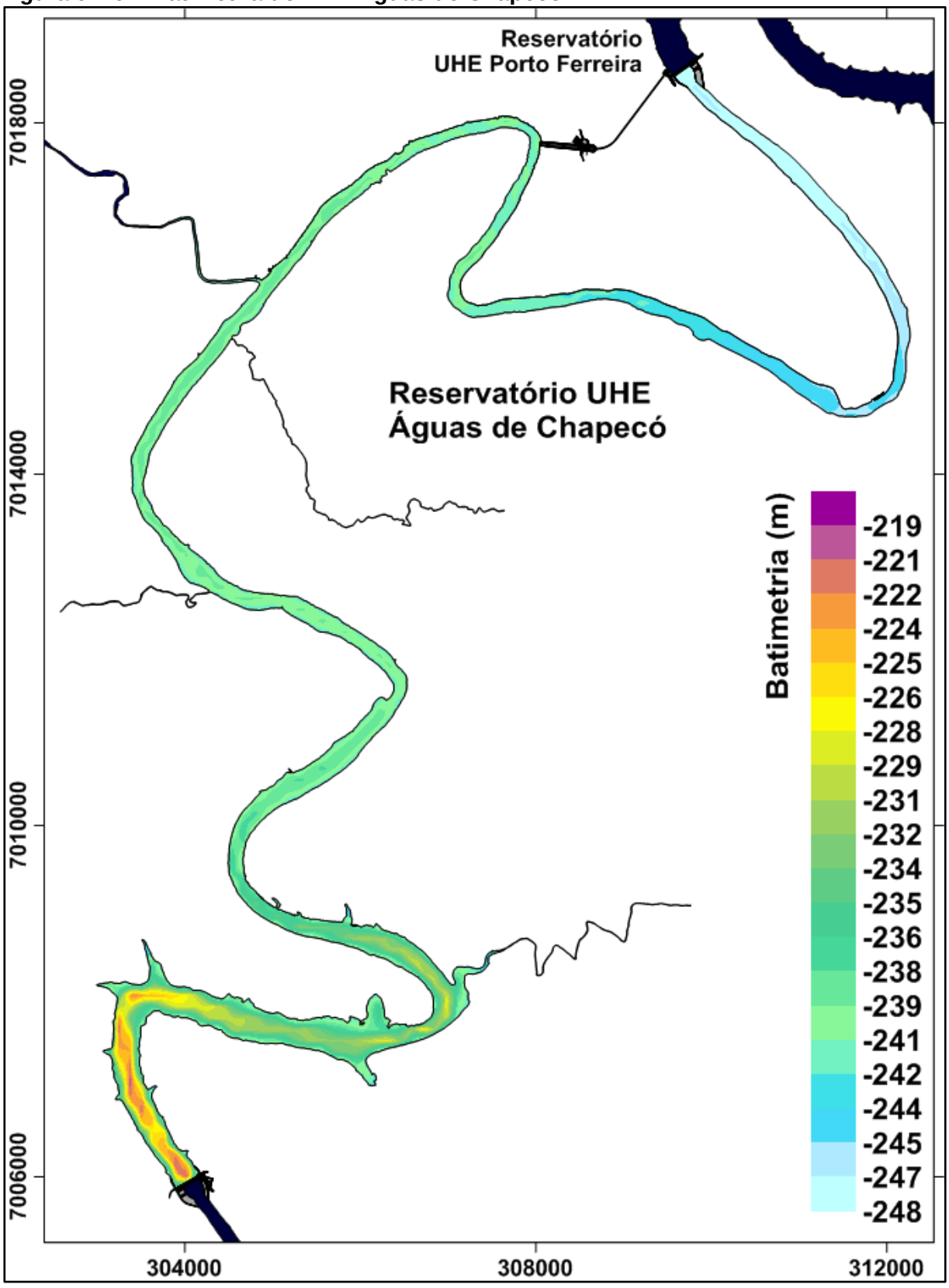


Figura 9.4.9 – Batimetria do AHE Águas de Chapecó.



A Tabela 9.4.1 apresenta os valores mais baixos e mais altos de cota de cada um dos domínios. Em alguns deles a variação de cota é superior a 20m, sendo a maior diferença de cota encontrada em Foz do Chapecozinho, como variação de aproximadamente 60m.

Tabela 9.4.1 - Variação batimétrica dos domínios de modelagem.

AHE	Cota mais baixa (m)	Cota mais alta (m)
Nova União	-383	-424
Marema	-340	-383
Saudade	-409	-427
Foz do Chapecozinho	-348	-409
Foz do Xaxim	-318	-348
Santo Antônio	-296	-318
Nova Erechim	-264	-296
Porto Ferreira	-246	-264
Águas de Chapecó	-223	-246

9.4.3 Vazões

A Tabela 9.4.2 apresenta as vazões médias de longo termo, Qmlt, e a vazão de estiagem, Q7,10, de cada aproveitamento conforme o estudo hidrológico fornecido pelo cliente.

Tabela 9.4.2 - Vazões nos eixos dos barramentos.

AHEs	Rio	Área de drenagem (km²)	Q7,10 (m³/s)	Qmlt (m³/s)
AHE Nova União	Chapecozinho	1594.7	4.45	42.47
AHE Marema	Chapecozinho	1651.0	4.61	44.06
AHE Saudade	Chapecó	2755.2	8.96	83.11
AHE Foz do Chapecozinho	Chapecó	3547.8	10.80	103.50
AHE Foz do Xaxim	Chapecó	5529.2	14.97	152.09
AHE Santo Antônio	Chapecó	6219.6	16.32	168.43
AHE Nova Erechim	Chapecó	7406.8	18.56	195.99
AHE Porto Ferreira	Chapecó	7554.0	18.83	199.36
AHE Águas de Chapecó	Chapecó	8252.0	20.10	215.25

A partir desses valores de vazões ao longo do rio foram estimadas as vazões nos tributários ao longo de todo o trecho simulado para a Q7,10 e na Qmlt. A estimativa de vazão foi obtida por regionalização de vazão utilizando a proporcionalidade de área das sub-bacias dos tributários, com a bacia hidrográfica contribuinte ao domínio de modelagem. Ao total foram incluídos nos modelos 36 (trinta e seis) tributários, sendo 30 (trinta) do Trecho Baixo Chapecó e 6 (seis) no rio Chapecozinho, como mostra a Tabela 9.4.3. As localizações dos tributários são mostradas adiante nos mapas dos resultados de modelagem de qualidade de água.

Tabela 9.4.3 - Identificação dos tributários inseridos nos modelos.

AHEs	Quantidade de tributário	Numeração dos tributários
AHE Nova União	3	1 a 3
AHE Marema	3	4 a 6
AHE Saudade	5	1 a 5
AHE Foz do Chapecozinho	5	5 a 10
AHE Foz do Xaxim	5	10 a 15
AHE Santo Antônio	5	15 a 20
AHE Nova Erechim	2	20 a 22
AHE Porto Ferreira	3	22 a 25
AHE Águas de Chapecó	5	25 a 30

9.4.4 Níveis

Os níveis são determinados pelas condições operacionais dos AHEs na ocorrência das vazões (cenários) simulados. Dessa forma, os níveis forçados nas fronteiras de montante e jusante foram provenientes dos projetos de cada empreendimento. Também foram adotados os resultados do modelo hidráulico 1D, estudo de remanso dos AHEs.

9.4.5 Sedimento

A caracterização sedimentológica foi realizada através de coleta e análise granulométrica dos sedimentos em 25 pontos amostrais ao longo do Trecho Baixo Chapecó e rio Chapecozinho. Os resultados serviram para estimar a rugosidade de fundo no modelo hidrodinâmico e também para estimar a tensão crítica de mobilidade do sedimento na análise de tendência à sedimentação. A tensão crítica de mobilidade foi estimada a partir do diâmetro mediano em cada uma das áreas de modelagem dos empreendimentos.

9.4.6 Qualidade de Água

O estudo de modelagem 2D de qualidade de água realizado teve por objetivo avaliar o impacto dos empreendimentos hidrelétricos sobre a qualidade de água. Os parâmetros analisados como indicadores de impacto foram OD, DBO, Nitrogênio Orgânico, Amônia, Nitrato, Fósforo Orgânico e Fósforo Inorgânico.

Durante a elaboração da Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó foram realizadas várias coletas e análises de qualidade de água ao longo de todo o trecho estudado. Esses resultados foram utilizados para alimentar o modelo de qualidade de água. Destaca-se que para o

estudo de modelagem, foram utilizados somente os resultados da segunda campanha de qualidade de água uma vez que esta possui todos os parâmetros estudados na modelagem e, além disso, os resultados da primeira e da segunda campanha não apresentaram diferenças significativas.

A partir do diagnóstico de qualidade de água foram estimadas as concentrações de matéria orgânica e nutriente para cada tributário incluído no modelo hidrodinâmico. Esta estimativa se deu através da utilização do modelo 1D da UFMG (Von Sperling, 2007), que aplica as mesmas equações de mistura, e conversão da matéria orgânica, nitrogênio e fósforo utilizados pelo modelo QUAL2E.

O modelo hidrodinâmico 2D teve por objetivo avaliar o cenário futuro (com a implantação de os empreendimentos) e seus valores de entrada foram as cargas de poluentes estimadas no cenário atual através da modelagem 1D.

A utilização desse modelo 1D teve por objetivo apenas estimar a concentração de cada tributário no cenário atual a partir das concentrações medidas no rio principal. Para isso, as concentrações dos tributários foram sendo ajustadas até que a resposta do modelo ao longo do rio principal fosse condizente com os valores medidos. As figuras a seguir apresentam os resultados medidos ao longo do Trecho Baixo Chapecó e rio Chapecozinho e apontam também o resultado do modelo 1D aplicado.

Figura 9.4.10 –Oxigênio dissolvido - Cenário atual modelado e medido - Trecho Baixo Chapecó.

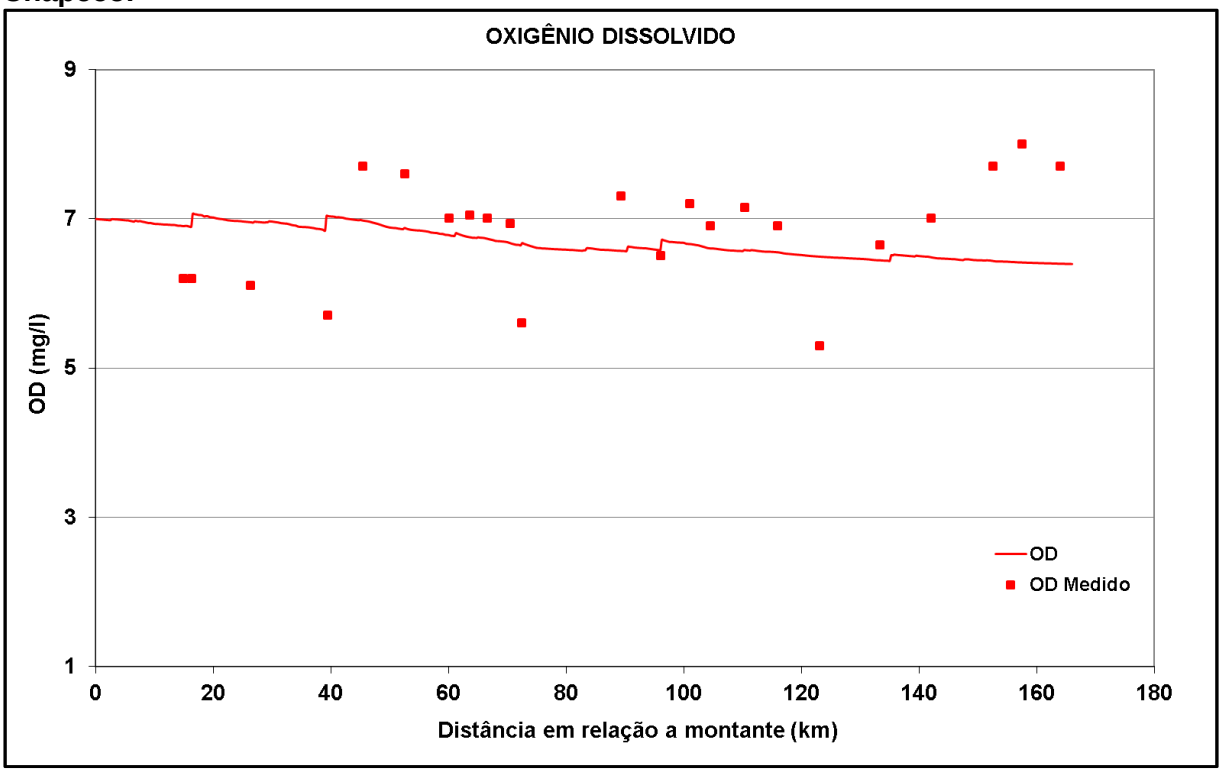


Figura 9.4.11 – DBO - Cenário atual modelado e medido - Rio Trecho Baixo Chapecó.

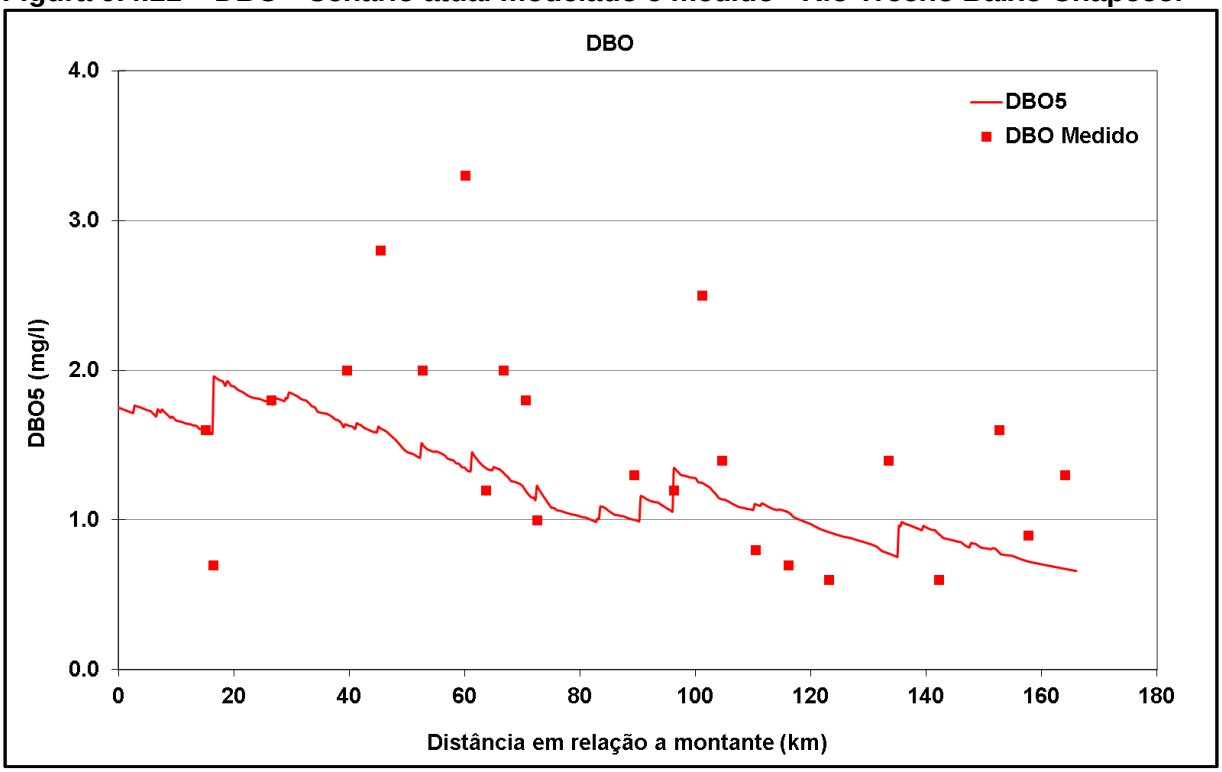


Figura 9.4.12 – Nitrogênio - Cenário atual modelado e medido - Rio Trecho Baixo Chapecó.

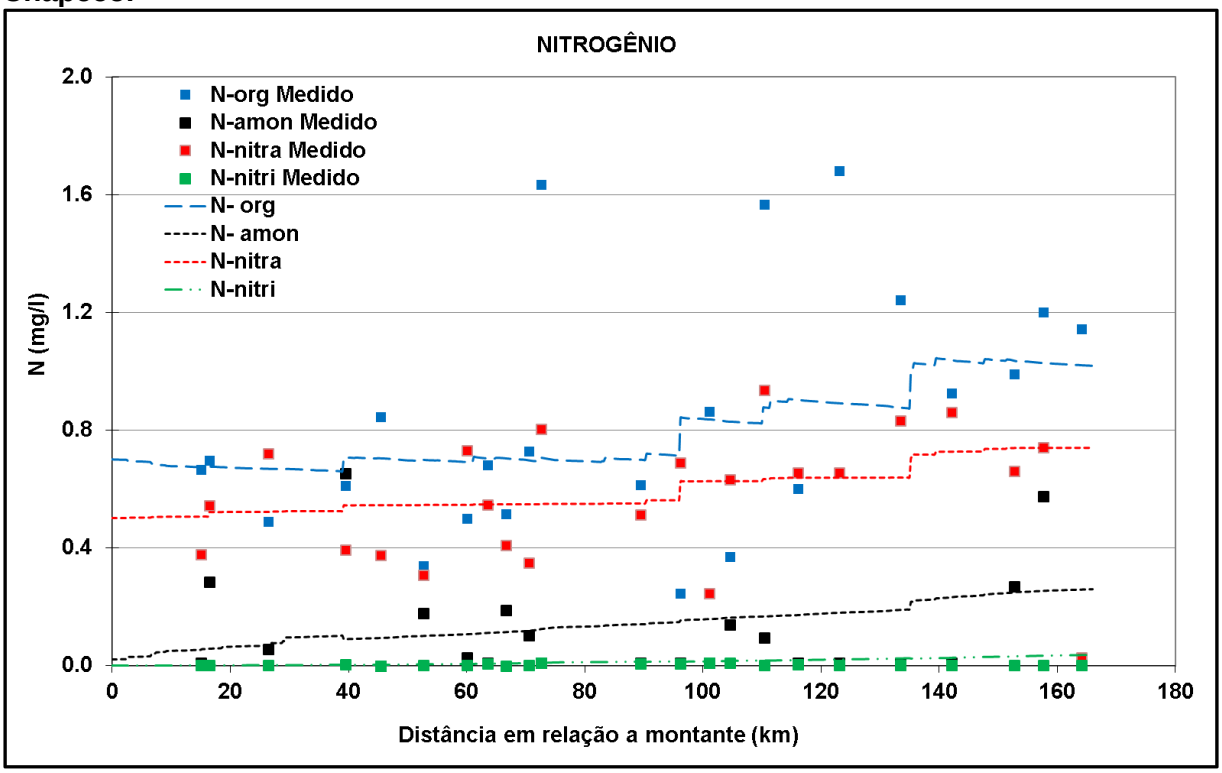


Figura 9.4.13 – Fósforo - Cenário atual modelado e medido - Rio Chapecó.

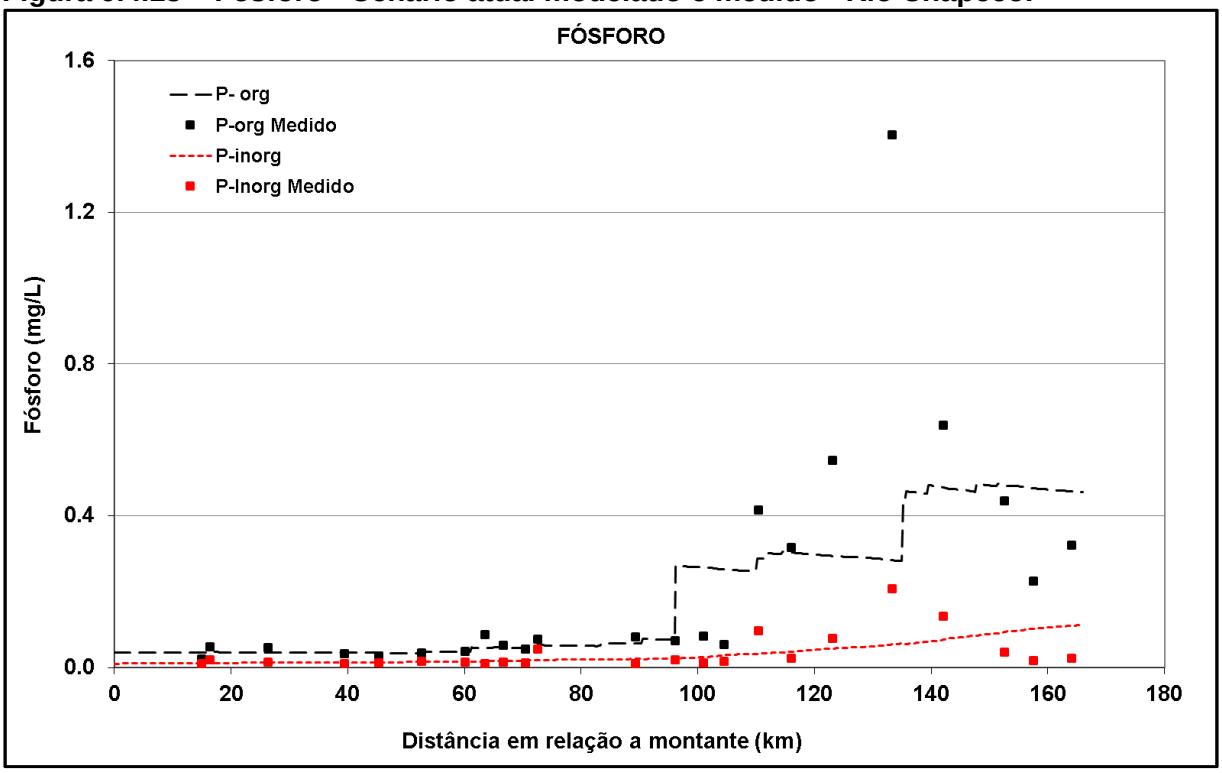


Figura 9.4.14 – Oxigênio dissolvido - Cenário atual modelado e medido - Rio Chapecozinho.

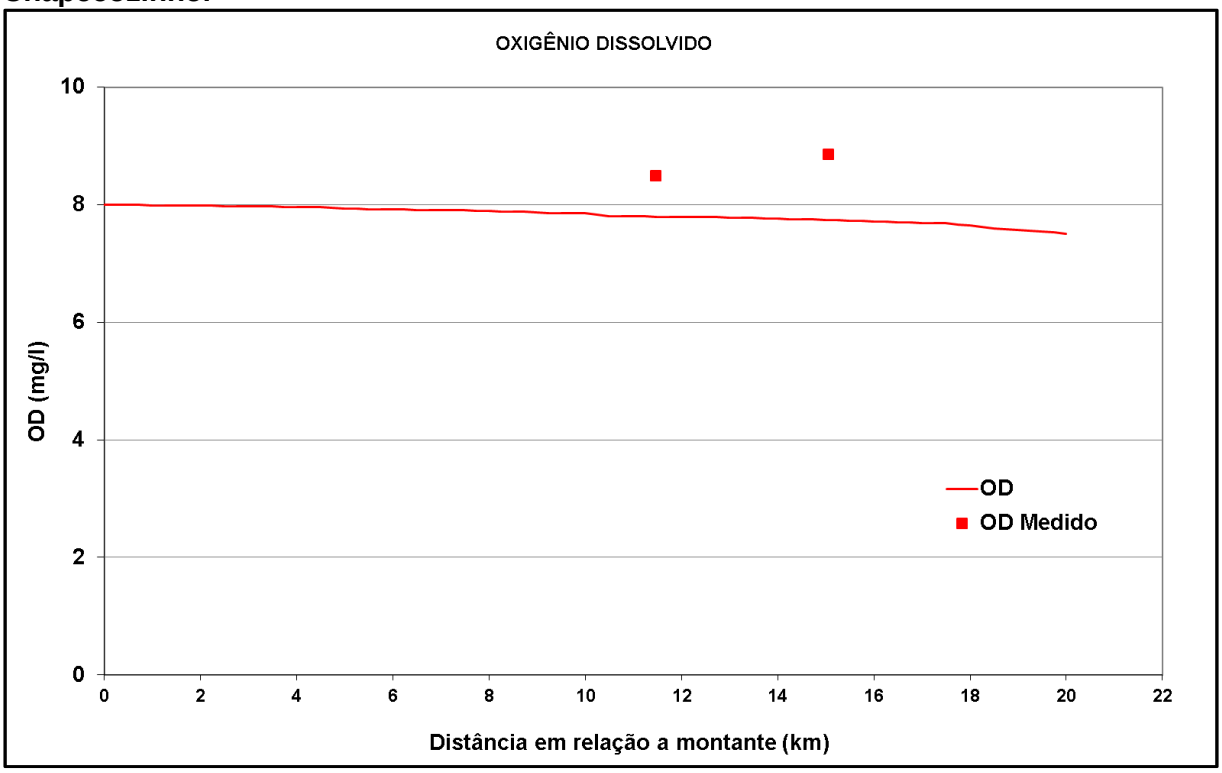


Figura 9.4.15 – DBO - Cenário atual modelado e medido - Rio Chapecozinho.

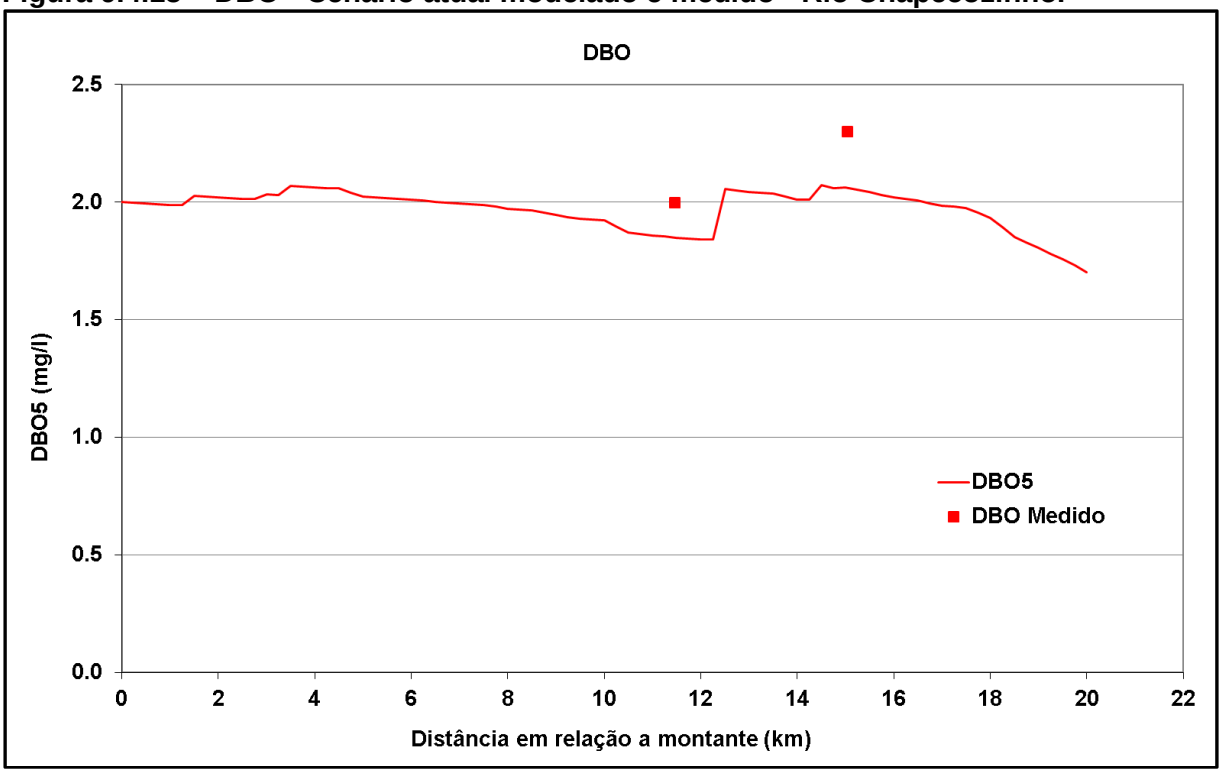


Figura 9.4.16 – Nitrogênio - Cenário atual modelado e medido - Rio Chapecozinho.

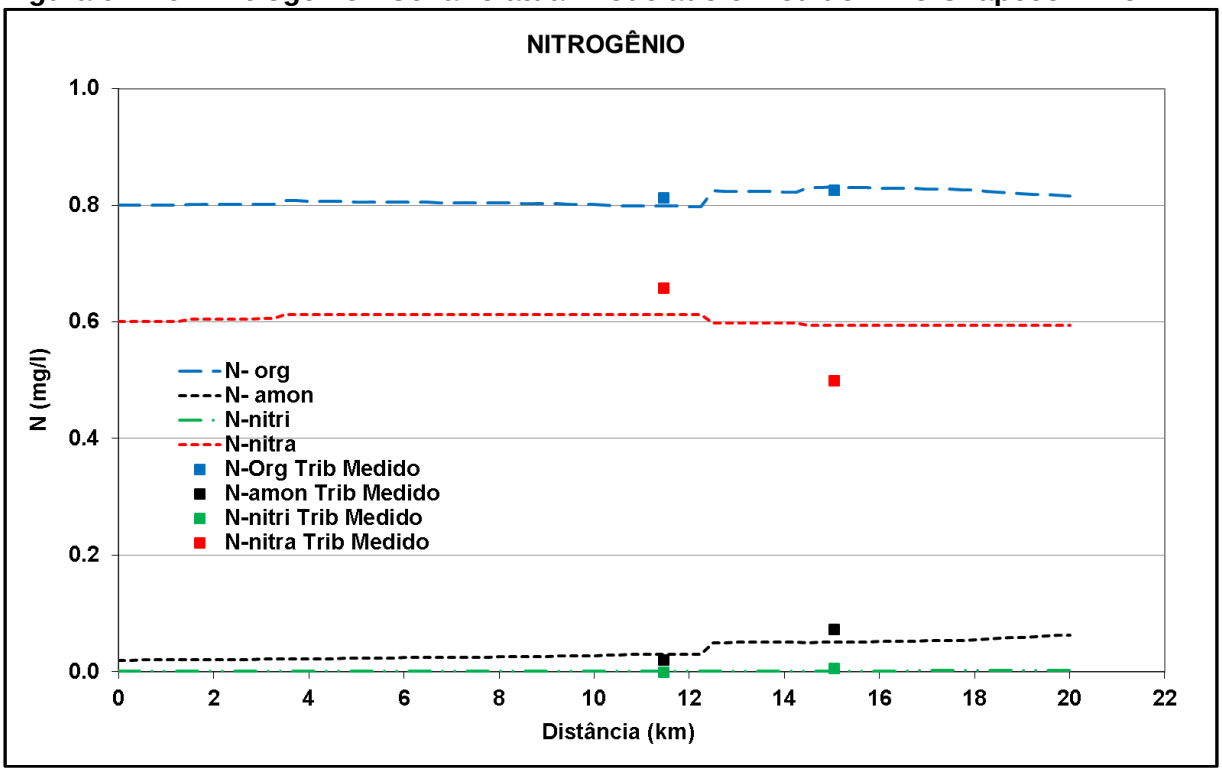
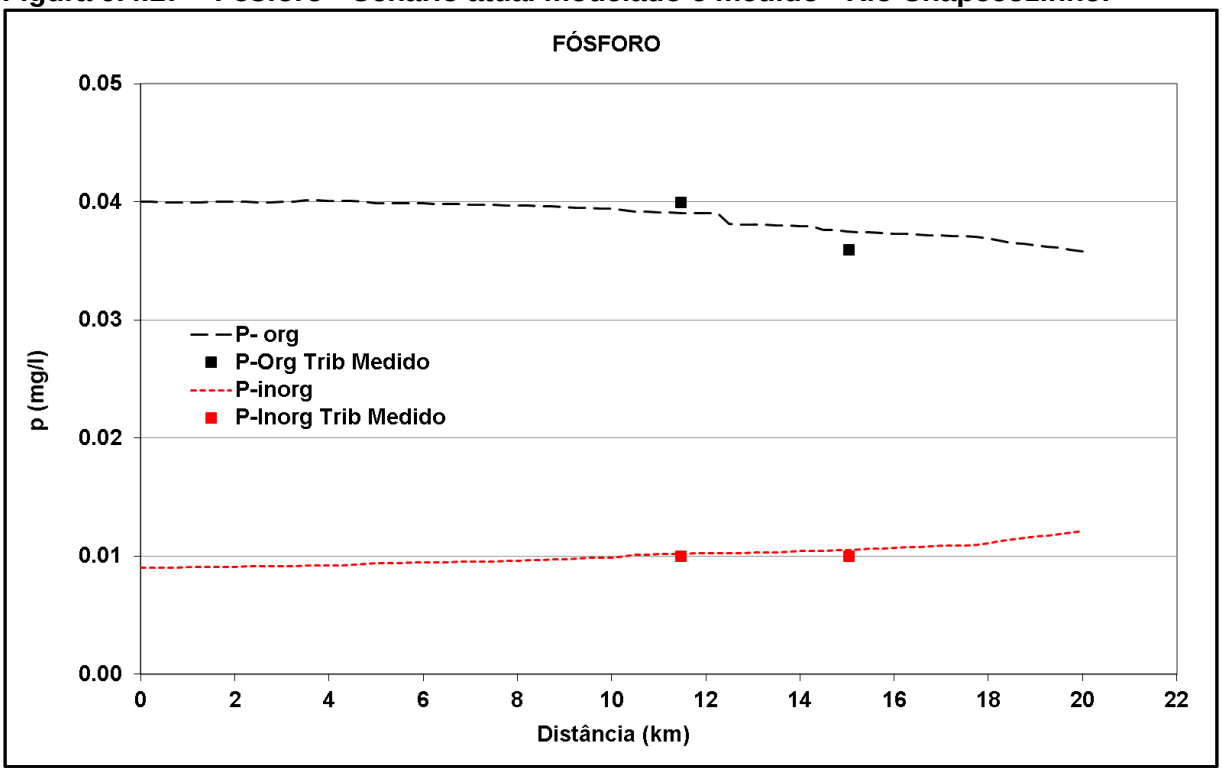


Figura 9.4.17 – Fósforo - Cenário atual modelado e medido - Rio Chapecozinho.



As Figuras acima mostram que os valores das concentrações medidas possuem grande variação em pouca distância, dificultando o ajuste das cargas de poluentes. Diante disso, os valores de concentração nos tributários foram estimados buscando encontrar resultados do modelo 1D próximos a média móvel dos resultados medidos ao longo do rio e considera-se que os resultados foram satisfatórios.

Esta metodologia permitiu estimar a concentração média dos tributários e também a concentração média do rio principal no cenário atual, que posteriormente serviu de parâmetro para avaliação do impacto através da comparação dos resultados dos modelos 1D (cenário atual) com os resultados do modelo 2D (cenário futuro). Para que fosse válida a comparação dos resultados dos dois modelos, 1D e 2D, foram utilizados dos mesmos valores dos coeficientes em ambos os modelos.

Como resultado da utilização do modelo 1D foram obtidas as concentrações dos tributários ao longo do rio Chapecozinho e Trecho Baixo Chapecó. Primeiramente foi elaborado o modelo 1D do rio Chapecozinho e o resultado na sua foz foi inserido no modelo 1D do Trecho do Chapecó. As tabelas a seguir apresentam as concentrações de cada parâmetro estimadas para os tributários ao longo do rio Chapezinho e Trecho do Baixo Chapecó, as quais foram utilizadas posteriormente no modelo do cenário futuro (modelo 2D).

Tabela 9.4.4 - Concentração de entrada dos tributários - Rio Chapecozinho.

AHE	Tributário	DBO	OD	Norg	Amônia	Nitrato	Porg	Pinorg
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Nova União	1	6	8	1	0,05	1	0,05	0,01
	2	6	8	1	0,05	1	0,05	0,01
	3	5	8	1,2	0,05	1	0,05	0,01
Marema	4	10	8	1,8	5	0,1	0,005	0,01
	5	10	8	1,8	3	0,1	0,005	0,01
	6	10	8	1,8	3	0,1	0,005	0,01

Tabela 9.4.5 - Concentração de entrada dos tributários - Trecho Baixo Chapecó.

AHE	Tributário	DBO	OD	Norg	Amônia	Nitrato	Porg	Pinorg
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Saudade	1	5	8	0.4	0.5	0.6	0.05	0.01
	2	5	8	0.4	0.5	0.6	0.05	0.01
	3	5	8	0.4	0.5	0.6	0.05	0.01
	4	4	8	0.4	0.5	0.6	0.05	0.01
	5	4	8	0.4	0.5	0.6	0.05	0.01
Foz do Chapecozinho	6	4	8	0.7	0.06	0.6	0.05	0.01
	7	6	8	0.7	0.6	0.6	0.05	0.01
	8	5	8	0.7	0.6	0.6	0.05	0.01

AHE	Tributário	DBO	OD	Norg	Amônia	Nitrato	Porg	Pinorg
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	9	5	8	0.7	1	0.6	0.05	0.01
	10	5	8	0.7	1	0.6	0.05	0.01
Foz do Xaxim	Foz do rio Chapecozinho	1.7	7.52	0.82	0.06	0.59	0.04	0.01
	11	8	8	0.9	0.1	0.59	0.05	0.01
	12	8	8	0.9	0.1	0.59	0.05	0.01
	13	8	8	0.9	0.1	0.59	0.07	0.01
	14	8	8	1	0.1	0.59	0.35	0.01
	15	8	8	1	0.1	0.59	0.35	0.01
Santo Antônio	16	5	8	1.2	0.1	0.59	0.35	0.01
	17	5	8	1.2	0.2	0.59	0.35	0.01
	18	5	8	1.2	0.2	0.59	0.35	0.01
	19	5	8	1.2	0.2	0.59	0.35	0.01
	20	5	8	1.2	0.2	0.59	0.35	0.01
Nova Erechim	21	5	8	1.2	0.2	0.8	0.35	0.01
	22	4	8	2	0.2	1.2	2	0.01
Porto Ferreira	23	5	8	6	0.2	1.3	3.5	0.015
	24	5	8	6	0.2	1.3	3.5	0.015
	25	5	8	6	0.2	1.3	3.5	0.015
Águas de Chapecó	26	5	8	3.5	0.7	2	3.5	0.02
	27	5	8	4	0.7	2	3.5	0.02
	28	5	8	4	0.7	2	3.5	0.02
	29	5	8	3	0.7	2	3.5	0.02
	30	5	8	3	0.7	2	3.5	0.02

9.5 Calibração

A calibração é um processo que visa aproximar os resultados dos modelos obtidos com a resposta real do sistema em analise para as mesmas condições de forçantes, como vazão afluente e concentrações dos parâmetros de qualidade de água. O processo de calibração possui três níveis, tais como segue.

- **Nível 1 – Calibração geométrica do modelo**

Esta etapa visa averiguar se o modelo digital do terreno representa de forma satisfatória o relevo emerso e submerso e os contornos do domínio de modelagem (região em análise). Para isso é necessário, no caso deste estudo, os dados batimétricos, topográficos, contorno das margens e caracterização dos sedimentos de fundo.

O levantamento batimétrico é realizado através de seções transversais na calha do rio e visa aferir o relevo submerso do rio. Já os dados topográficos definem o relevo emerso atualmente, porém parte será submerso após a implantação das AHEs.

Os dados topográficos utilizados são provenientes da restituição aerofotogramétrica.

- **Nível 2 – Calibração Hidrodinâmica**

A calibração hidrodinâmica visa verificar se os modelos hidrodinâmicos representam adequadamente a variação dos níveis de água e correntes sob diferentes condições. Para garantir uma representação adequada da circulação hidrodinâmica deve-se inserir no modelo informações corretas sobre as forçantes da circulação hidrodinâmica, como níveis, ventos e vazões afluentes. Porém, obter uma boa calibração da circulação hidrodinâmica só é possível se o modelo digital de terreno estiver calibrado, uma vez que as correntes são fortemente afetadas pela batimetria e pela geometria complexa no caso de corpos de água rasos.

A calibração hidrodinâmica neste estudo foi realizada comparando os resultados de nível do modelo HEC-RAS fornecido, que foi elaborado com o intuito de avaliar o remanso dos reservatórios.

- **Nível 3 – Calibração dos modelos de transporte de escalares: parâmetros de qualidade de água e sedimento**

Esta calibração tem por objetivo averiguar se os modelos de transporte de escalares, usando as correntes e níveis dos modelos hidrodinâmicos, são capazes de representar adequadamente as concentrações de parâmetros de qualidade de água ou vazões sólidas ao longo do tempo. Para isso, é necessário que, além das correntes e níveis, haja informações corretas sobre as características sedimentológicas, sobre as fontes poluentes e sobre as taxas de reação de parâmetros não conservativos, como OD, DBO, velocidades de deposição.

Tanto os sedimentos quanto os constituintes que caracterizam a qualidade de água são transportados pela corrente. Logo, a calibração de transporte de escalares (Nível 3) só foi realizada após a calibração hidrodinâmica (Nível 2), que por sua vez só é realizada após a calibração geométrica (Nível 1). A complexidade e o custo de calibração são proporcionais ao seu nível de confiança do modelo. A confiabilidade do modelo também depende da coleta de dados e calibração, i.e., quanto melhor for o programa de coleta de dados em campo, melhor será a calibração e melhor será a confiabilidade da resposta dada pelo modelo (Rosman, 2011).

O foco deste trabalho está em apresentar uma análise de prognóstico quanto à implantação das AHEs ainda em estudo. Com isso, a calibração em Nível 3e uma calibração rigorosa em Nível 2 torna-se inviável, uma vez que não há possibilidade de obtenção de dados medidos in loco até o momento.

9.6 Resultados

Apesar de cada aproveitamento hidrelétrico ter sido tratado como um domínio de modelagem separado dos demais, os resultados dos modelos a montante alimentam a entrada dos modelos a jusante. Com isso é possível avaliar os impactos cumulativos e sinérgicos, atendendo assim ao objetivo de estudo de uma Avaliação Ambiental Integrada.

9.6.1 Modelos Hidrodinâmicos

Os modelos hidrodinâmicos foram forçados com vazão nas fronteiras de terra, incluindo a vazão afluente, vazão contribuinte e vazão efluente (no caso da vazão vertida).

O período de simulação de cada aproveitamento foi determinado com base na duração da sua estabilização e na sua taxa de renovação das águas. Entretanto o período de simulação inicial foi de dois dias.

Ao longo deste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados, que serão exibidos por meio de gráficos e figuras. Os resultados estão separados por aproveitamento, de montante para jusante, e por aspectos estudados, hidrodinâmico, qualitativo e sedimentológico. As discussões sobre os resultados estão expostas ao longo das suas apresentações.

9.6.1.1 AHE Nova União

A **Figura 9.6.1** e Figura 9.6.2 apresentam as cotas do nível d'água para a AHE Nova União para a Qmlt e para a Q7,10. Este aproveitamento não sofre deplecionamento e o nível permanece praticamente o mesmo nos dois cenários hidrológicos, como variação de 0,04m do NA, ou seja, variação desprezível na escala de análise do estudo.

Figura 9.6.1 – Nível d'água no AHE Nova União para Qmlt.

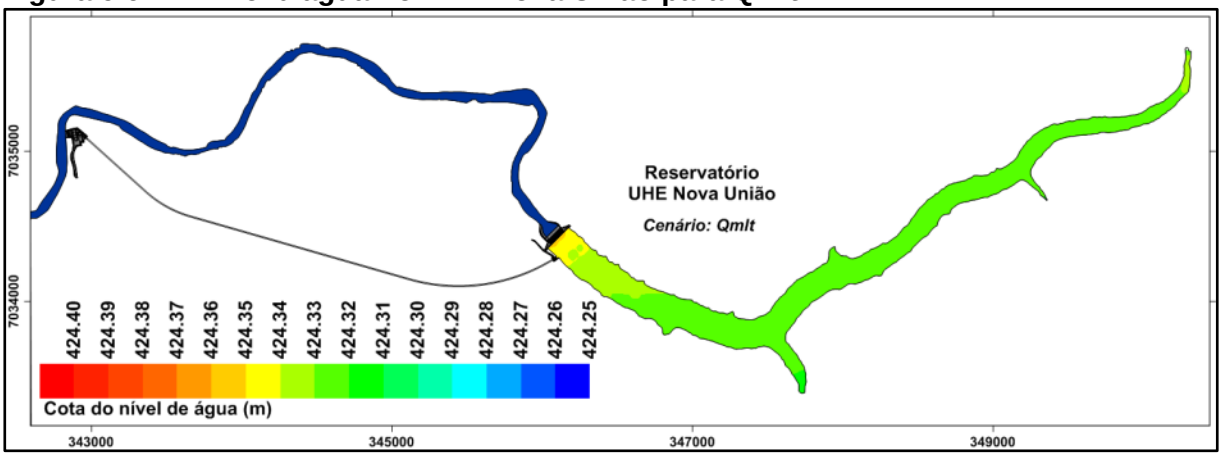
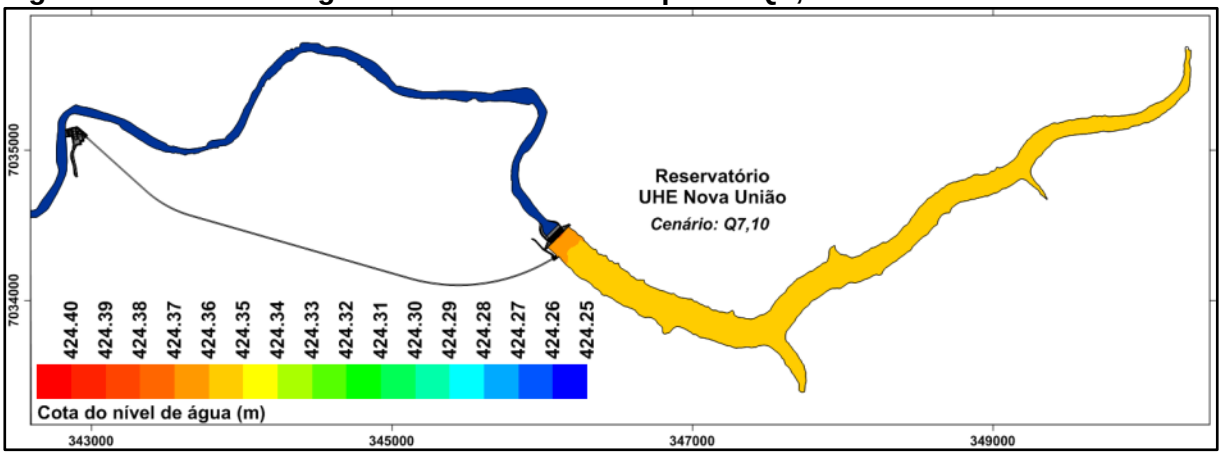


Figura 9.6.2 – Nível d'água no AHE Nova União para a Q7,10.



As figuras a seguir apresentam as intensidades e as direções de velocidade na Qmlt e na Q7,10 ao longo do reservatório do AHE Nova União. As diferenças mais significativas entre os cenários são observadas no trecho de montante e na região do barramento e tomada d'água. Na montante, as velocidades chegam a aproximadamente 0,25 m/s na Qmlt e na Q7,10 cai para 0,03 m/s.

Figura 9.6.3 – Intensidade da corrente no AHE Nova União para a Qmlt.

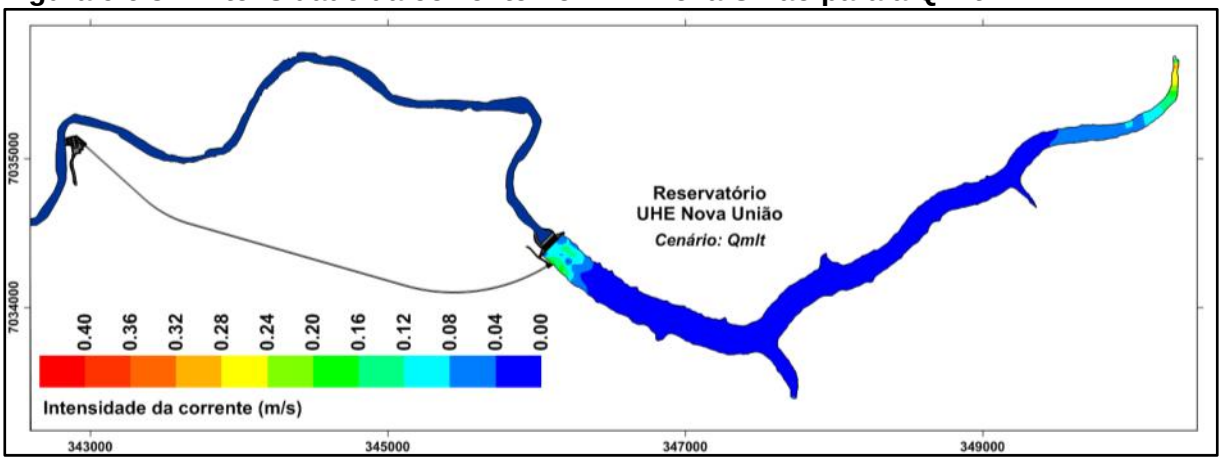


Figura 9.6.4 – Intensidade da corrente no AHE Nova União para a Q7,10.

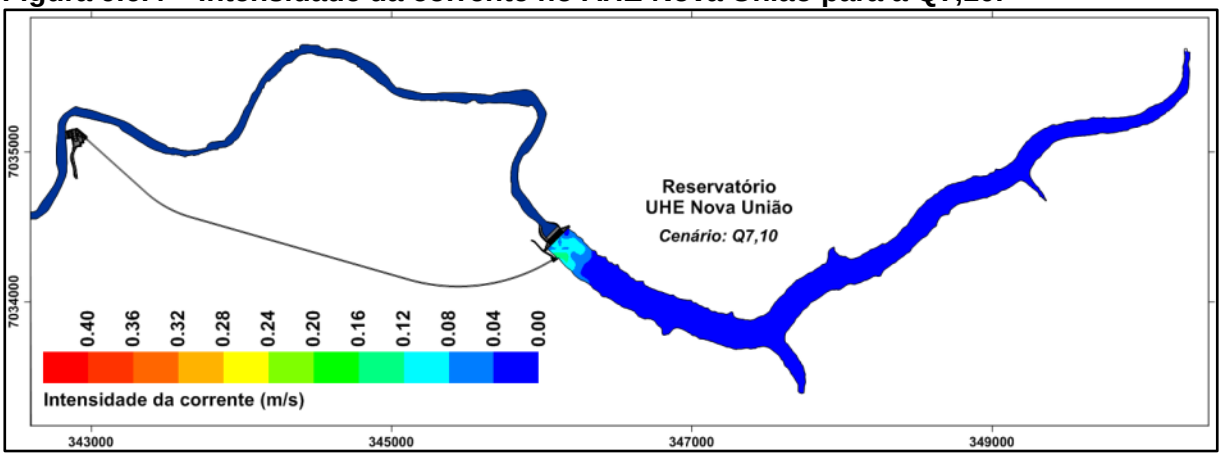


Figura 9.6.5 – Direção da corrente a montante no AHE Nova União na Qmlt.

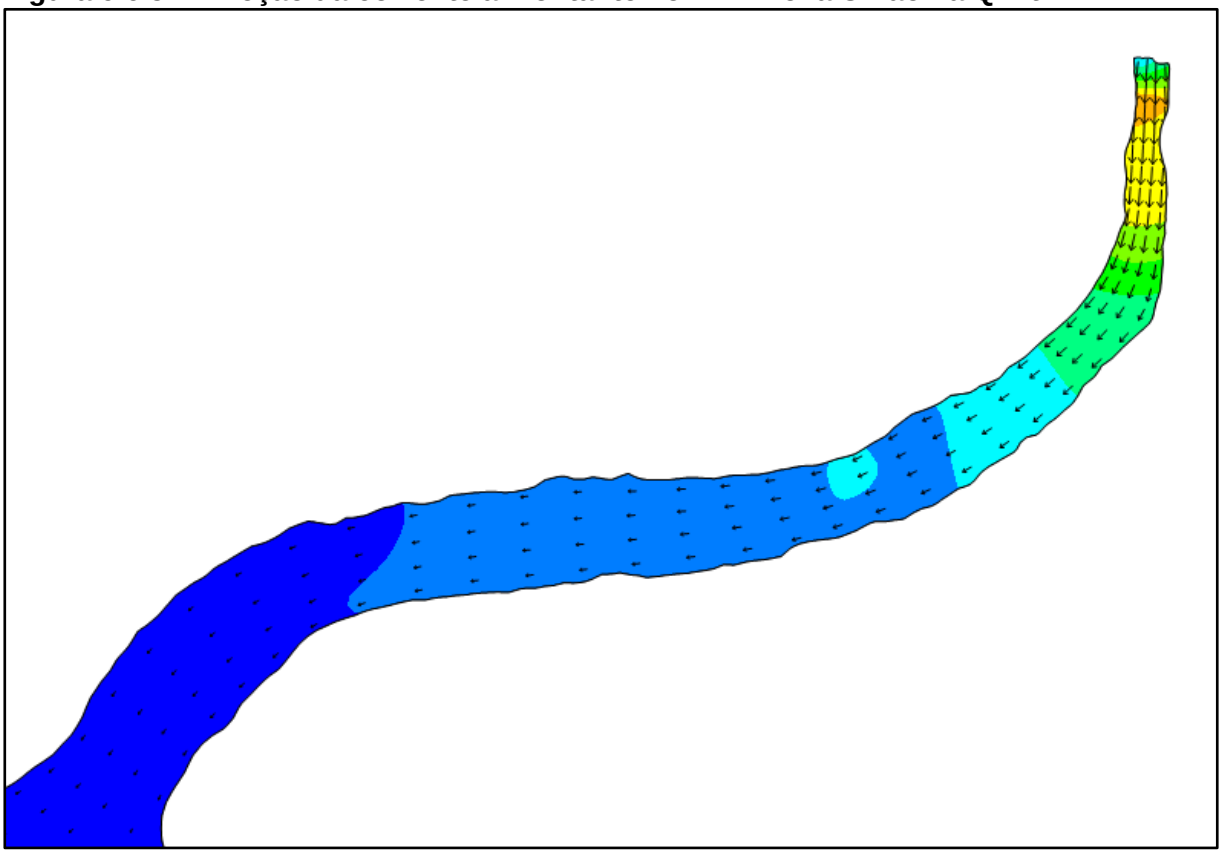
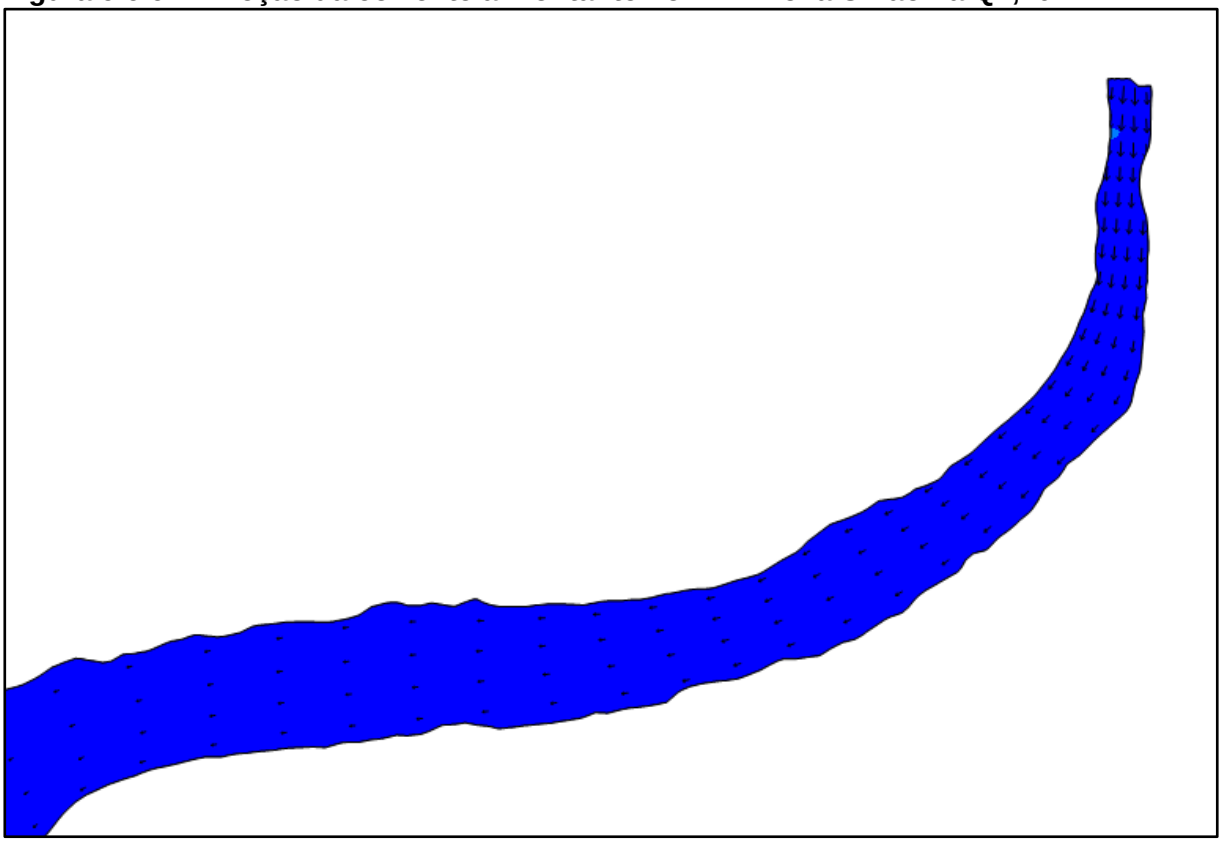


Figura 9.6.6 – Direção da corrente a montante no AHE Nova União na Q7,10.



No cenário de Qmlt, a vazão vertida é equivalente a Q7,10, ou seja, 4,45 m³/s, e o restante da vazão é desviada para geração de energia através da tomada d'água. A vazão turbinada neste caso é de 38,02 m³/s. Já na Q7,10 não há geração de energia e toda a vazão é vertida. Em função disso, há uma alteração no padrão de circulação hidrodinâmica entre os dois cenários, como pode ser visualizado nas imagens a seguir. Entretanto, nos dois cenários há formação de um vórtice estendido próximo ao barramento.

Figura 9.6.7 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Nova União na Qmlt.

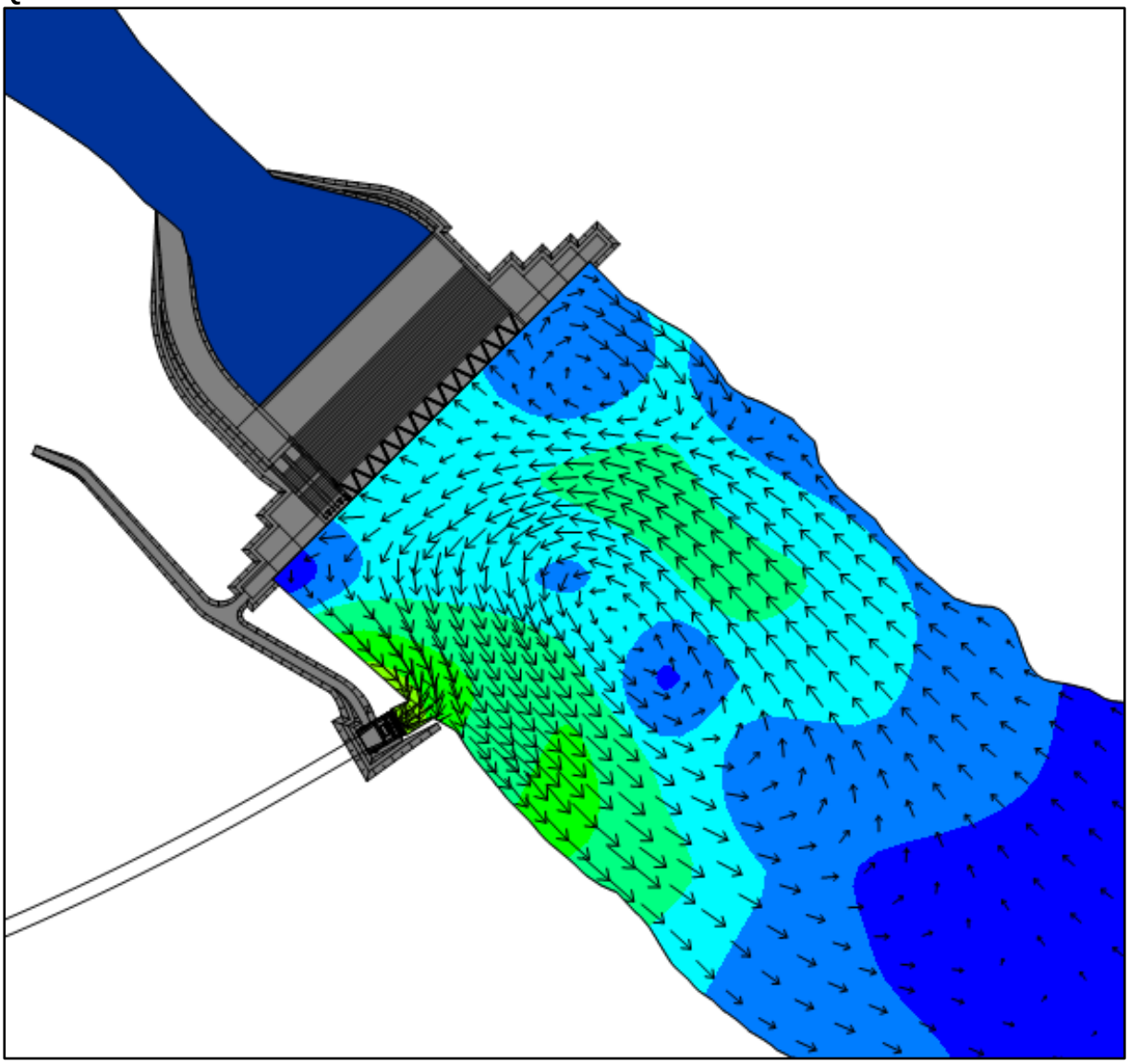
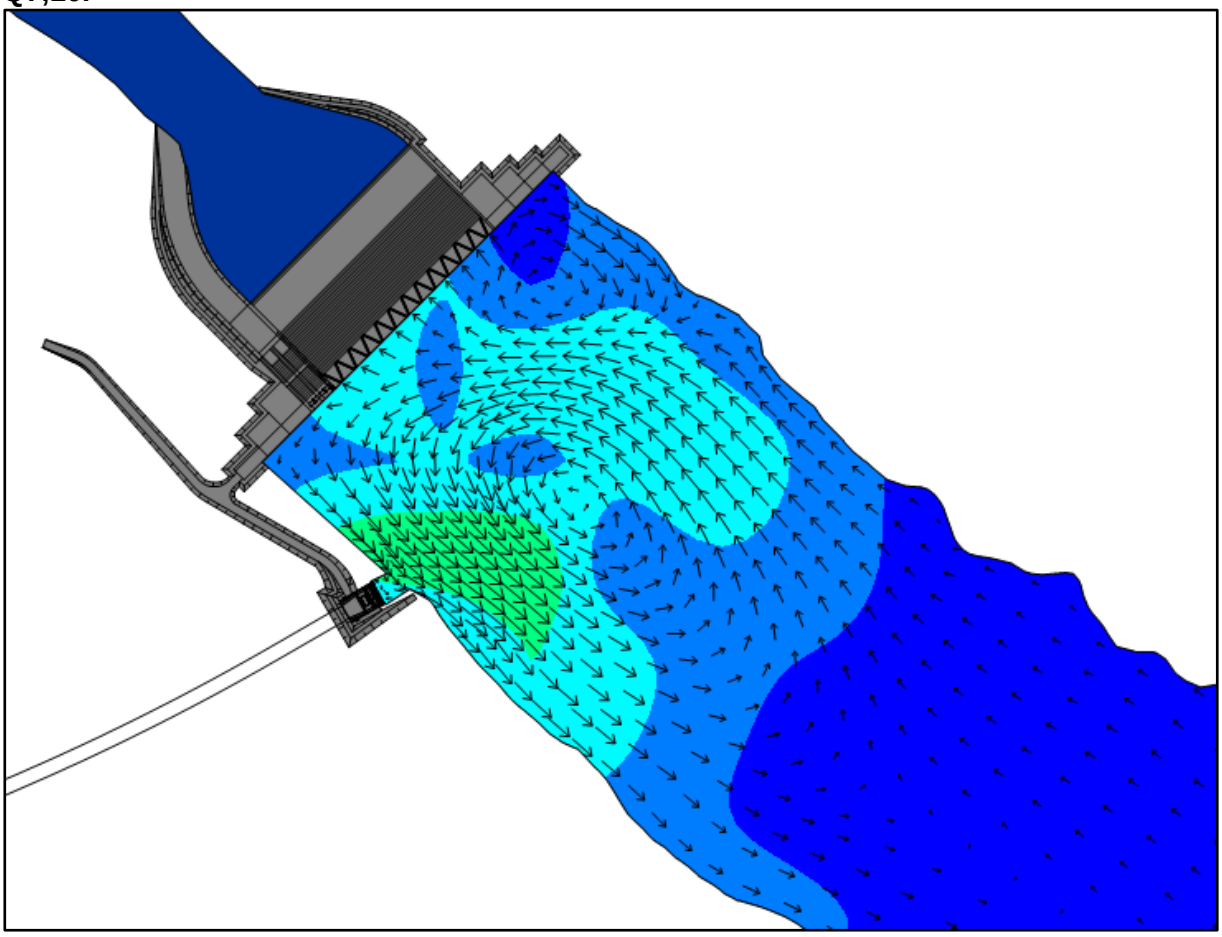


Figura 9.6.8 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Nova União na Q7,10.



9.6.1.2 AHE Marema

A Figura 9.6.9 e Figura 9.6.10 apresentam as cotas do nível d'água para a AHE Marema para a Qmlt e para a Q7,10. A variação do Nível de Água (NA) entre a fronteira de montante e jusante chega a aproximadamente 18m. Este aproveitamento também não sofre deplecionamento e o nível permanece praticamente o mesmo nos dois cenários hidrológicos tanto no reservatório como no Trecho de Vazão Reduzida - TVR do AHE Nova União já que na Qmlt a vazão ao longo do TVR é equivalente à Q7,10.

Figura 9.6.9 – Nível d'água no AHE Marema para Qmlt.

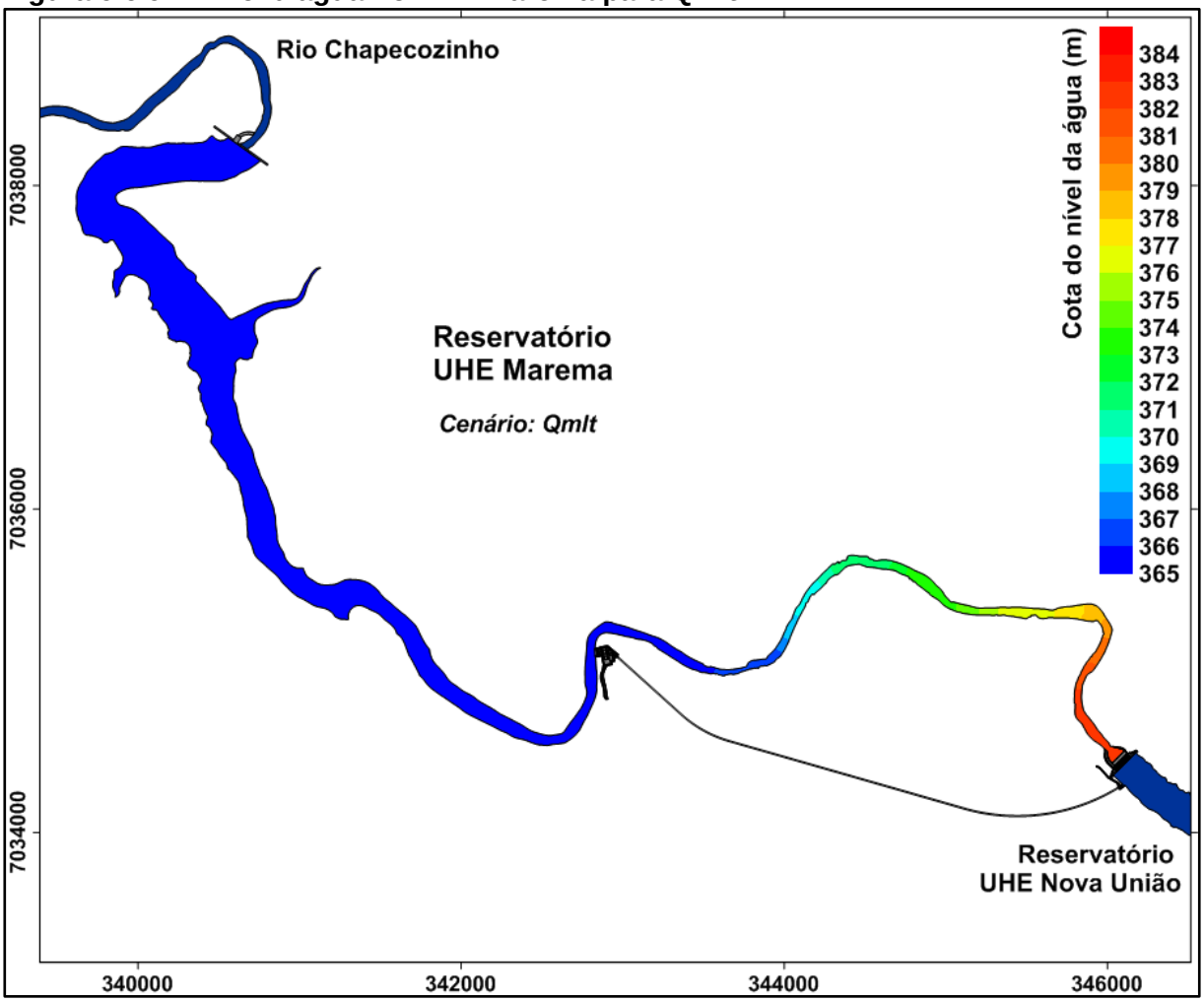
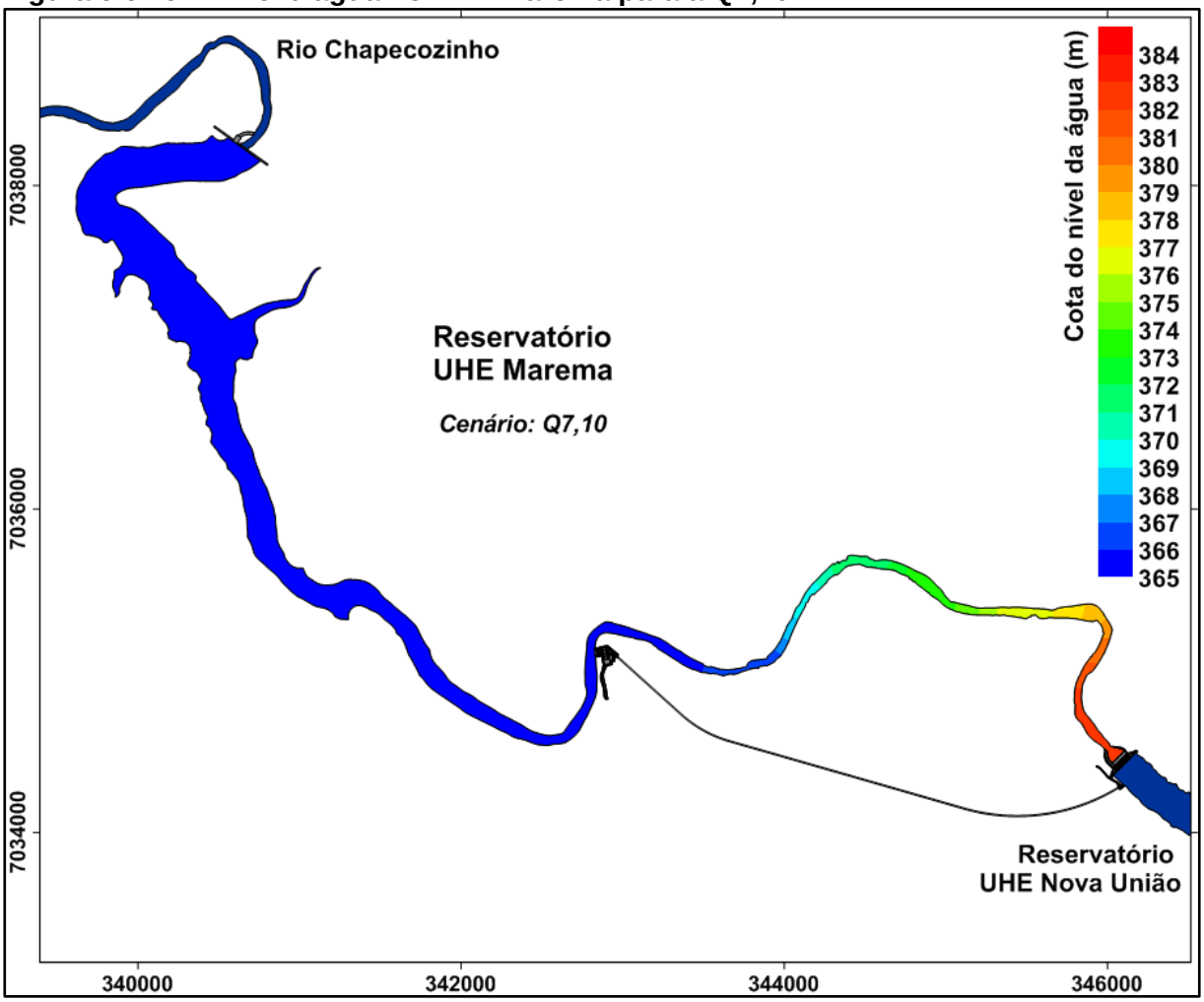


Figura 9.6.10 – Nível d'água no AHE Marema para a Q7,10.



As figuras a seguir apresentam as intensidades e as direções de velocidade na Qmlt e na Q7,10 ao longo do domínio de modelagem do AHE Marema. A região a montante da área do reservatório apresenta velocidades elevadas devido às variações de batimetria e calha do rio, chegando a 0,65m/s. Não são observadas diferenças de velocidades entre os dois cenários nesta região a montante porque trata-se do trecho de vazão reduzida de Nova União, que na Qmlt está com vazão equivalente a Q7,10. O Trecho de Vazão Reduzida - TVR do AHE Nova União tem aproximadamente 4,5 Km.

Figura 9.6.11 – Intensidade da corrente no AHE Marema para a Qmlt.

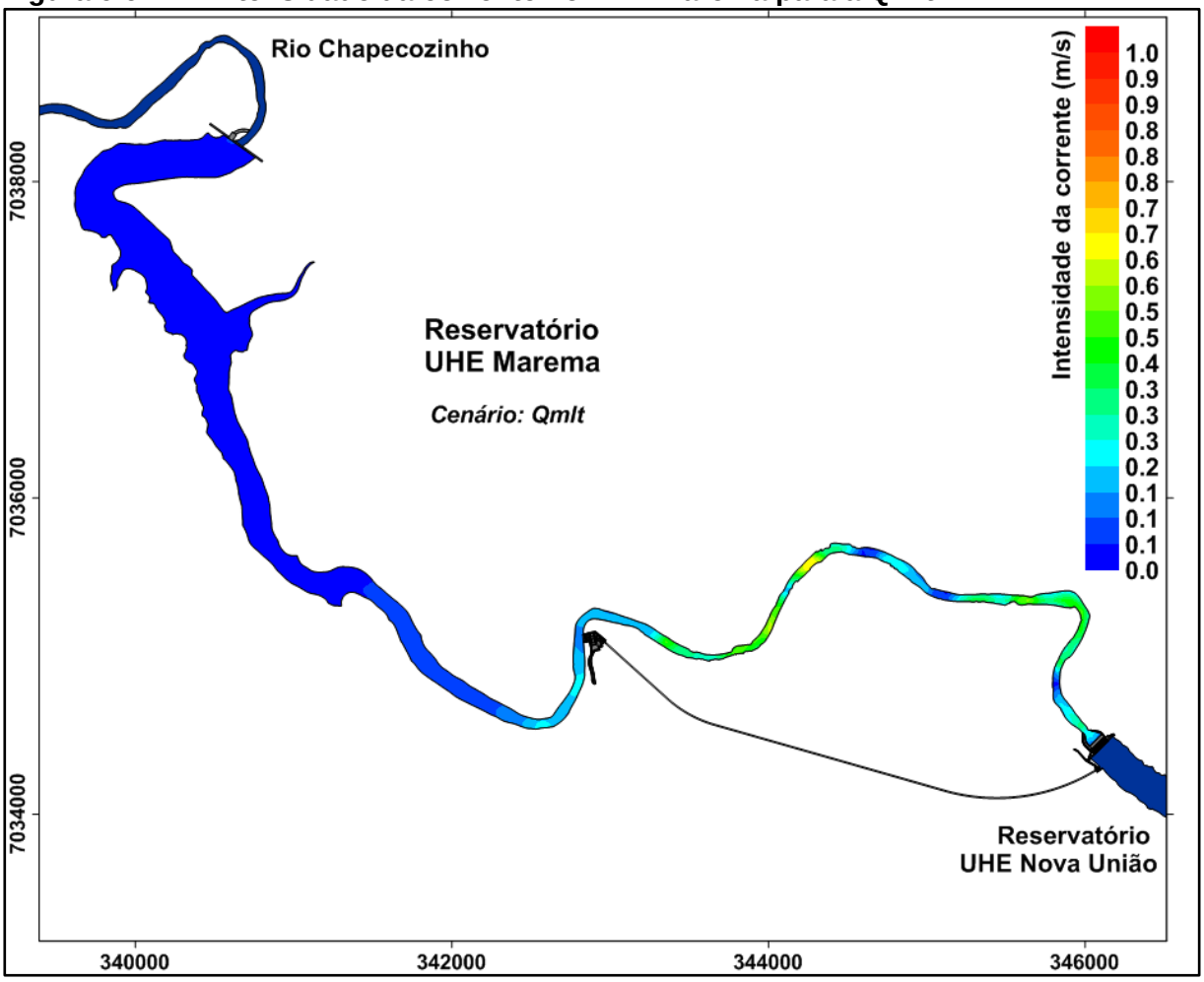
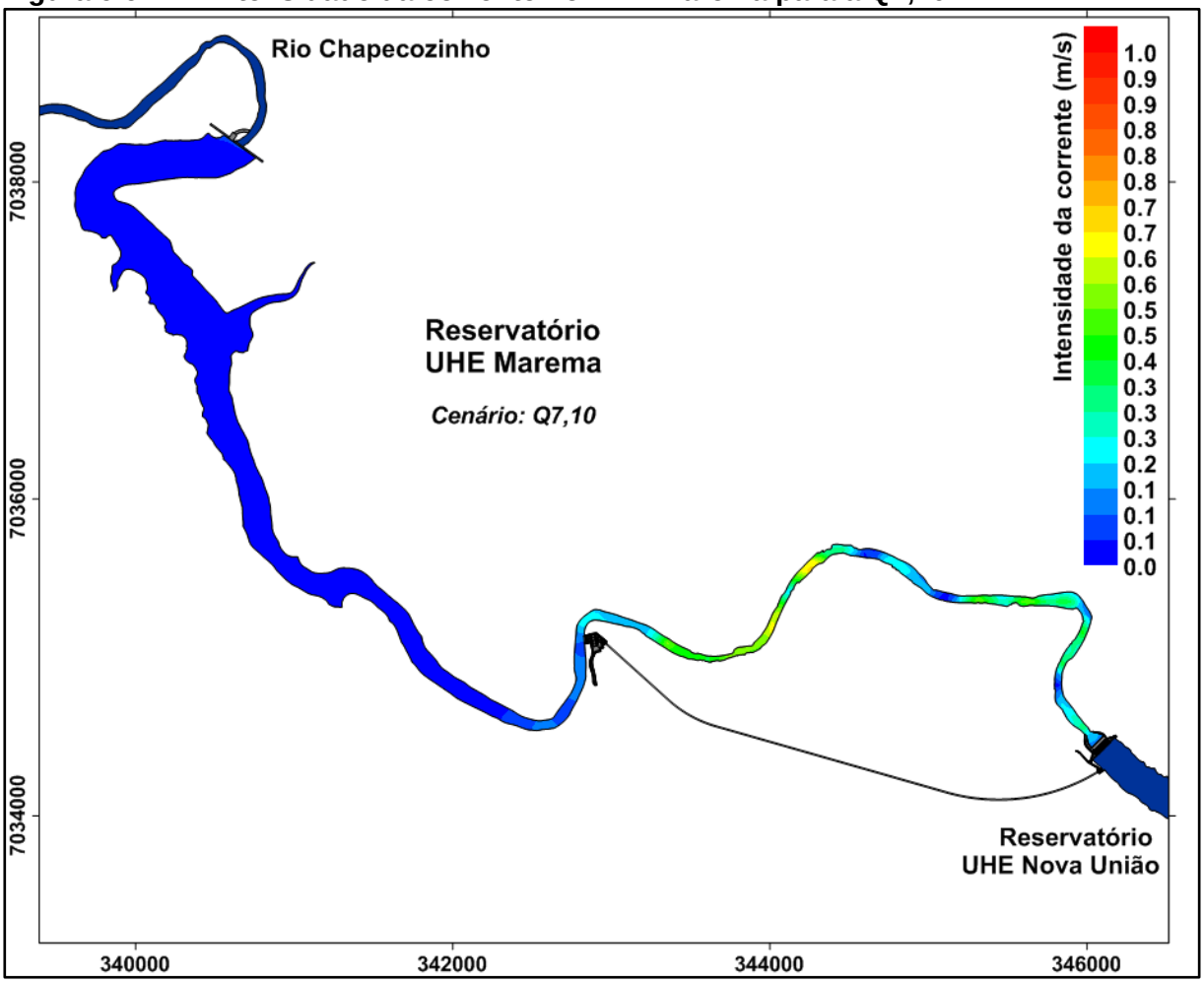


Figura 9.6.12 – Intensidade da corrente no AHE Marema para a Q7,10.



Como mencionado anteriormente, no cenário de Qmlt, grande parte da água que chega ao barramento de Nova União é desviada para geração de energia e a restituição desta vazão é realizada já na área do reservatório do AHE Marema. Como na Q7,10 não há geração de energia no AHE Nova União, toda a vazão equivalente a Q7,10 é vertida. Essas condições operativas de Nova União alteram a circulação na área do reservatório do AHE Marema e deixa um trecho de rio com vazão reduzida. As figuras a seguir apresentam a hidrodinâmica no canal de fuga do AHE Nova União já na área do reservatório do AHE Marema.

Figura 9.6.13 – Direção da corrente na região do canal de fuga do AHE Nova União na área do reservatório do AHE Marema – Qmlt.

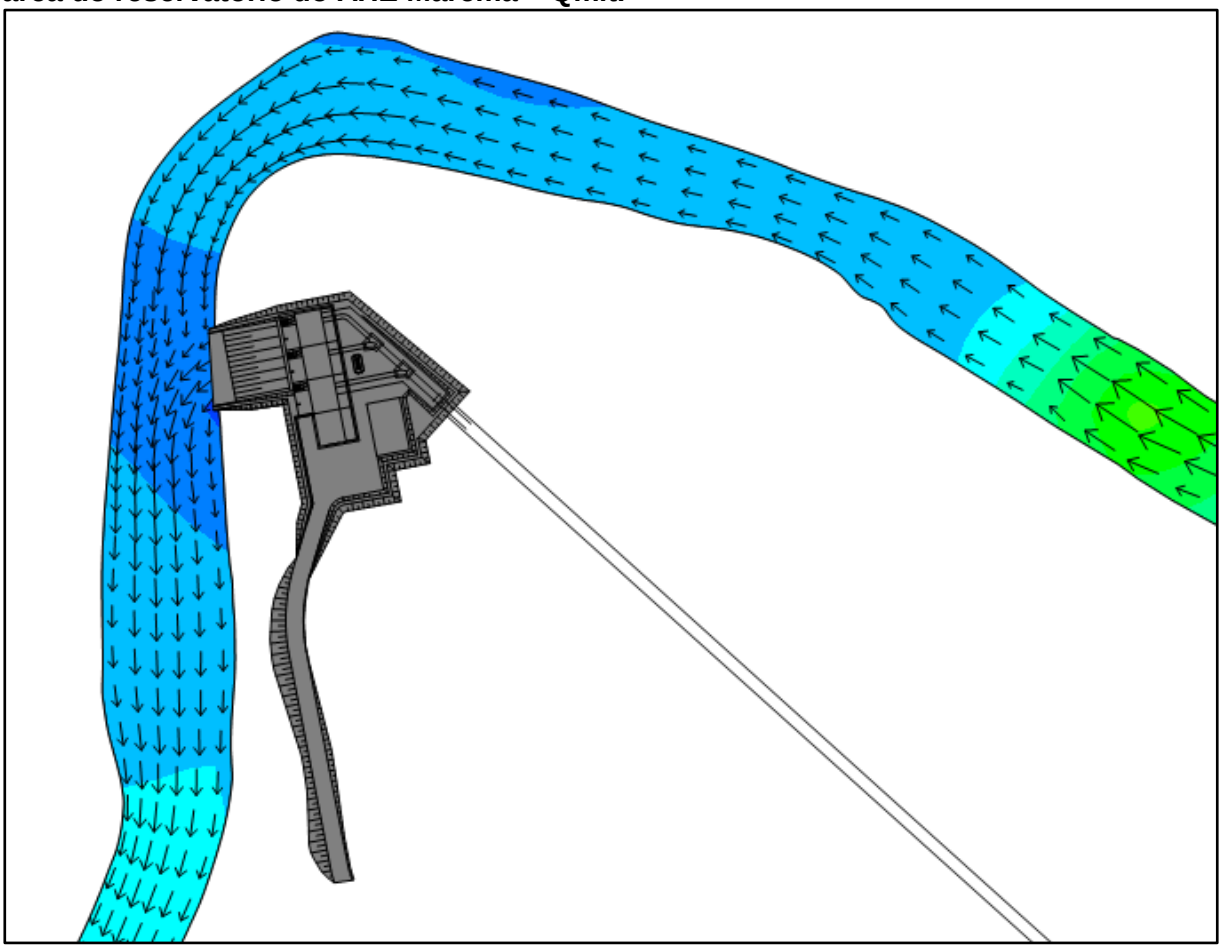
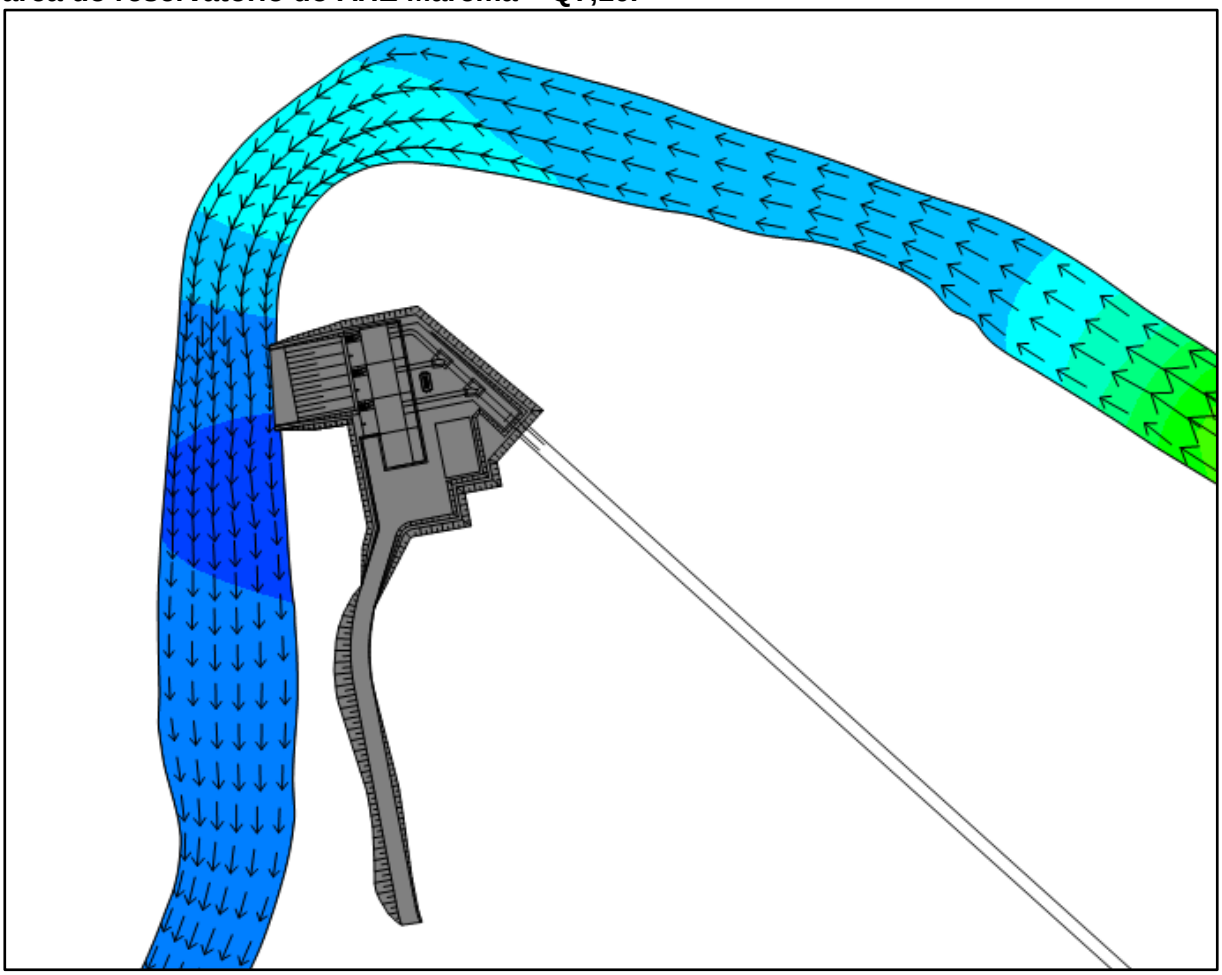


Figura 9.6.14 – Direção da corrente na região do canal de fuga do AHE Nova União na área do reservatório do AHE Marema – Q7,10.



Segundo as condições operativas simuladas do AHE Marema, no cenário de Qmlt toda a vazão é turbinada, ou seja, a vazão vertida é nula. A vazão turbinada neste caso é de 44,06m³/s. Já na Q7,10 não há geração de energia e toda a vazão equivalente a Q7,10, 4,61 m³/s, é vertida. Em função disso, há alteração no padrão de circulação hidrodinâmica entre os dois cenários, como pode ser visualizado nas imagens a seguir. No caso da Qmlt há formação de um grande vórtice no sentido horário, enquanto que na Q7,10 há formação de dois vórtices menores, um no sentido horário na margem direita e outro no sentido anti-horário na margem esquerda.

Figura 9.6.15 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Marema na Qmlt.

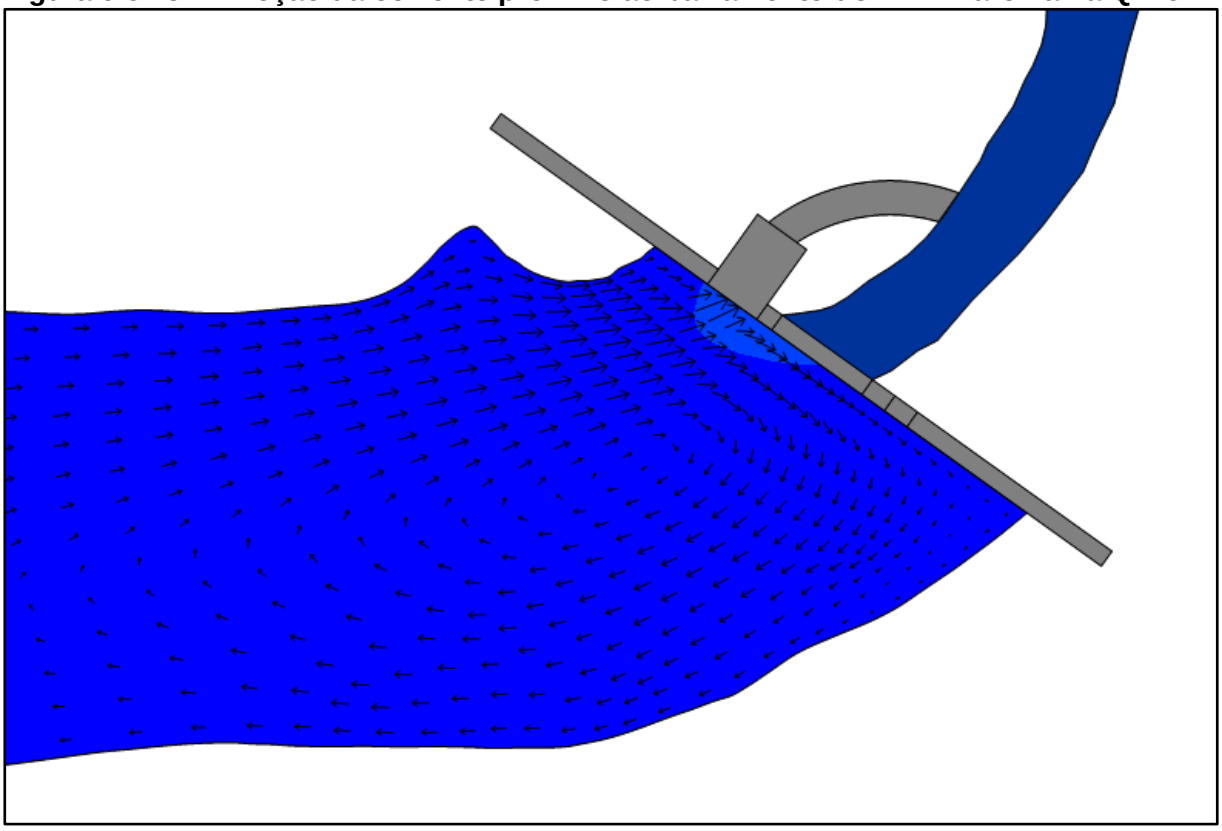
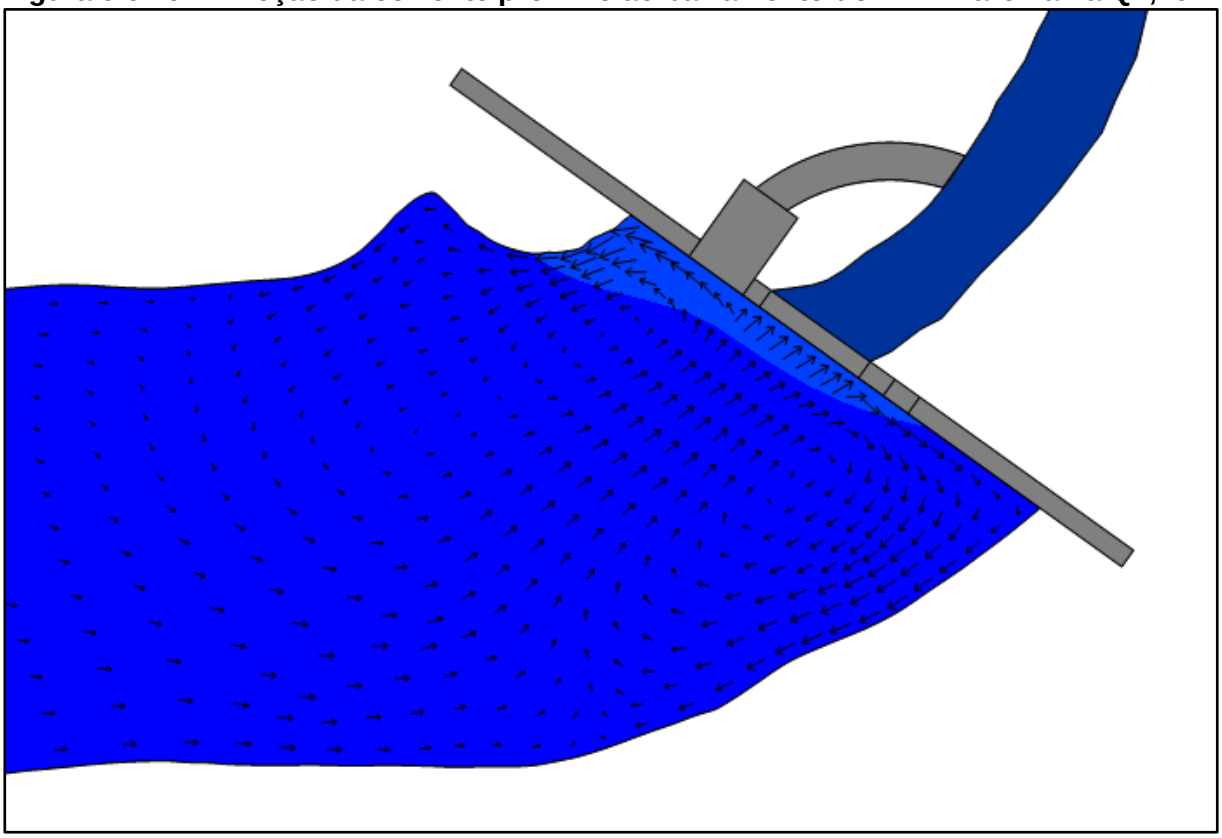


Figura 9.6.16 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Marema na Q7,10.



9.6.1.3 AHE Saudade

As figuras a seguir apresentam as cotas do nível d'água para a AHE Saudade na Qmlt e para a Q7,10. Este aproveitamento também não sofre deplecionamento e o nível permanece praticamente o mesmo nos dois cenários hidrológicos, como variação de até 0,12m do NA aproximadamente na região de montante. Já região do reservatório a variação de nível entre os dois cenários cai para 0,05m.

Figura 9.6.17 – Nível d'água no AHE Saudade para Qmlt.

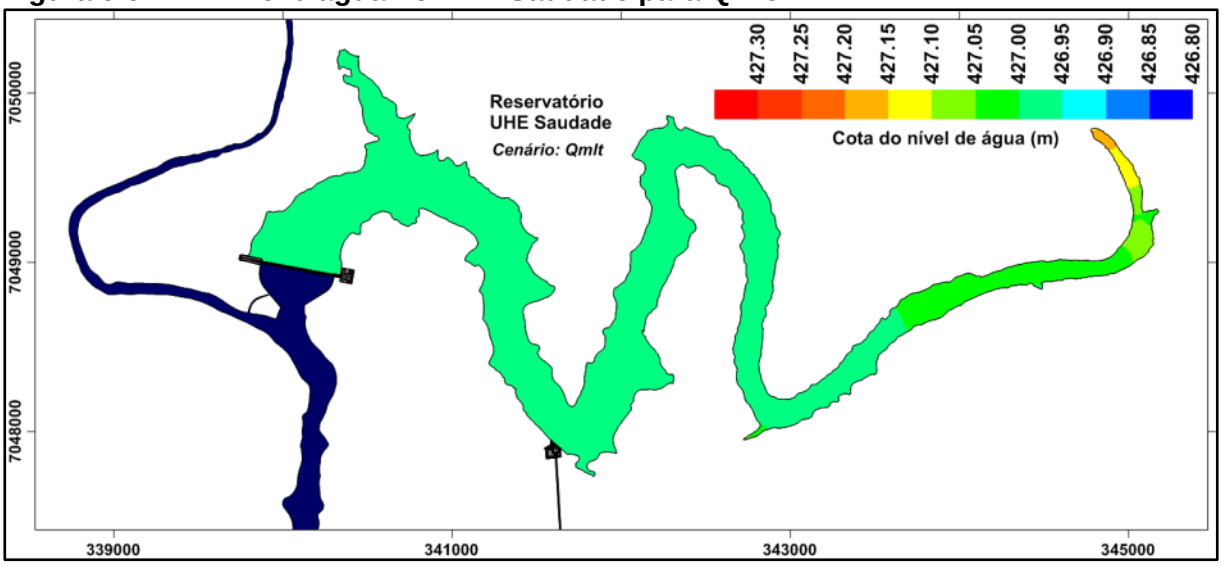
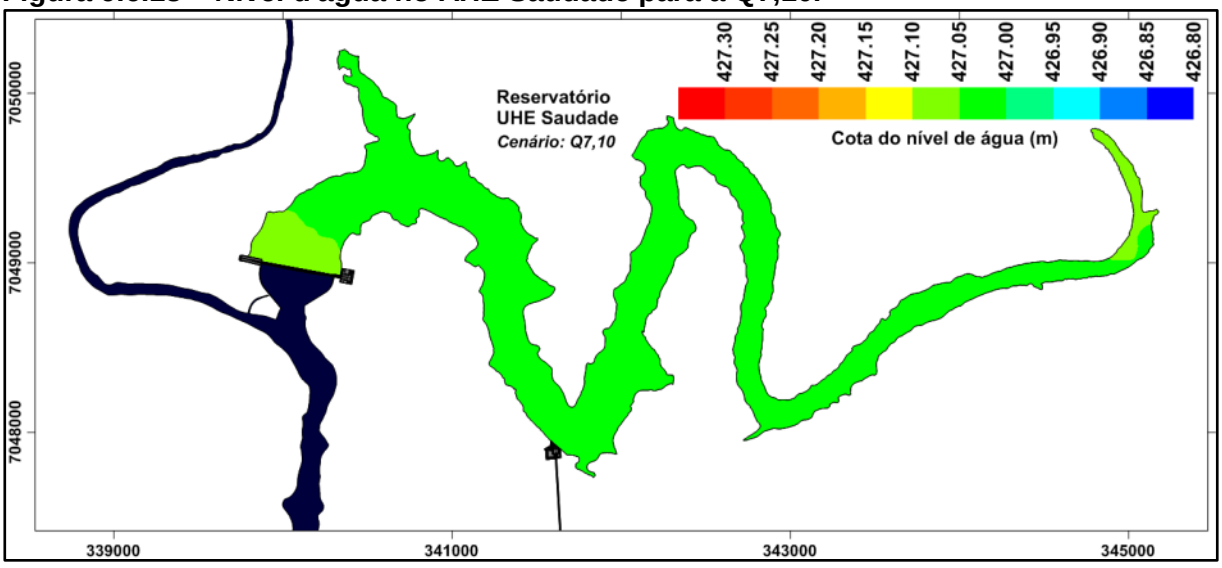


Figura 9.6.18 – Nível d'água no AHE Saudade para a Q7,10.



As Figura 9.6.19 e Figura 9.6.20 apresentam as intensidades e as direções de velocidade na Qmlt e na Q7,10 ao longo do reservatório. A região a montante da área do reservatório apresenta velocidades mais elevadas devido à maior declividade do rio neste trecho e o término do remanso do reservatório. Há significativas de velocidade entre os dois cenários nesta região a montante, em que a Qmlt apresentou velocidade até 0,7m/s mais alta.

Figura 9.6.19 – Intensidade da corrente no AHE Saudade para a Qmlt.

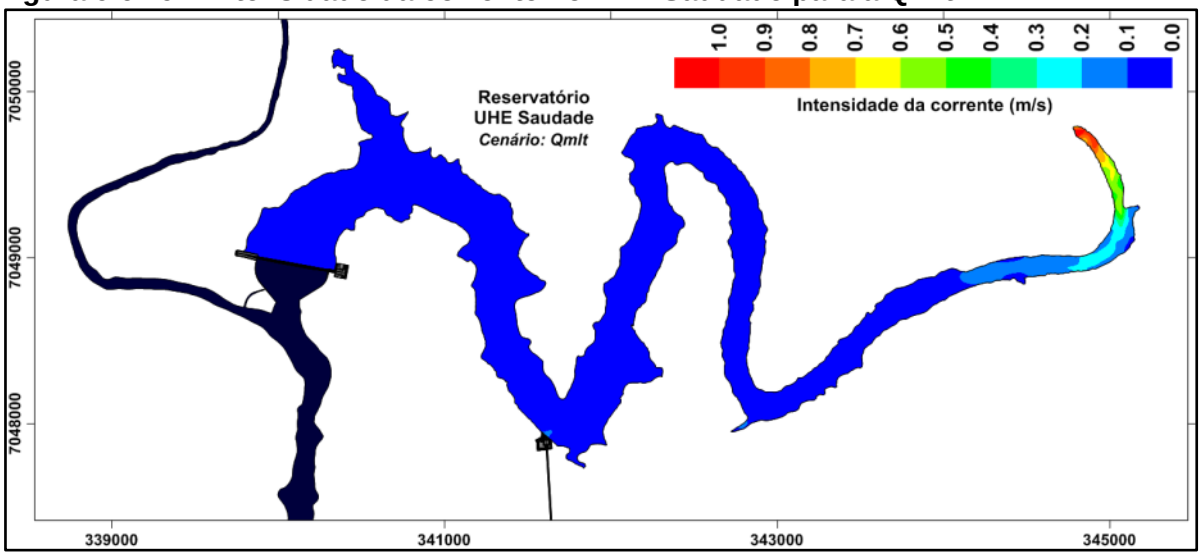
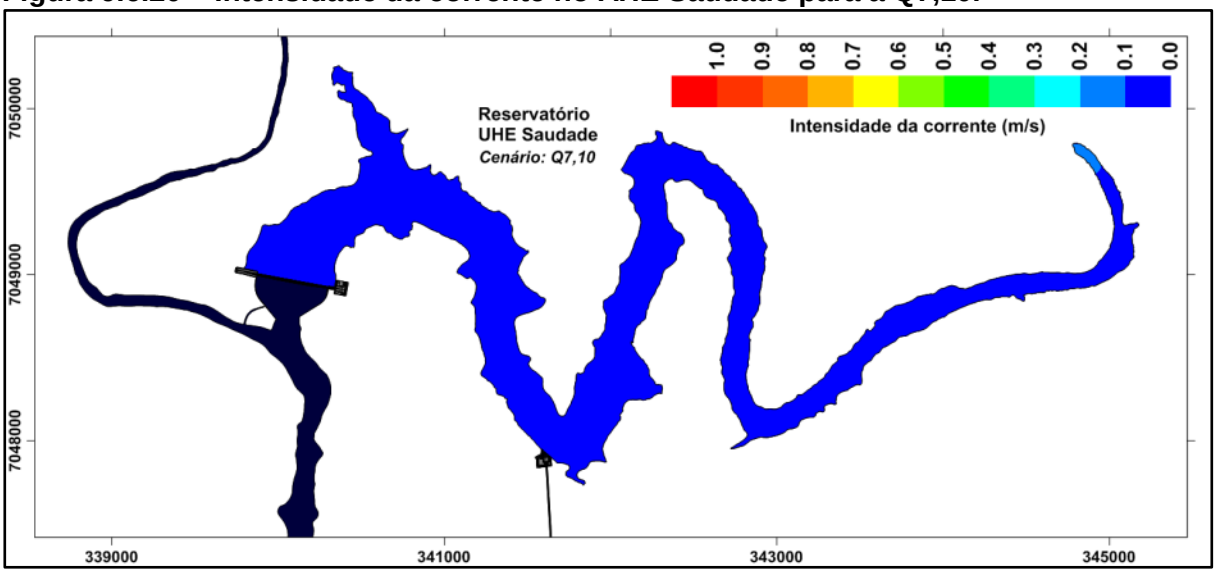


Figura 9.6.20 – Intensidade da corrente no AHE Saudade para a Q7,10.



A condição operativa simulada do AHE Saudade é bastante diferenciada das demais. O arranjo deste empreendimento possui a tomada d'água no meio do reservatório e não próximo ao barramento como os arranjos dos demais empreendimentos. Além disso, o arranjo de Saudade possui um trecho de vazão reduzida longo, de aproximadamente 7,9 km, e durante a Qmlt a vazão vertida é nula, ou seja, toda a vazão equivalente a Qmlt será desviada pela tomada d'água e o canal de fuga está localizado no reservatório do AHE Foz do Chapecozinho. Neste caso a vazão remanescente no O Trecho de Vazão Reduzida - TVR do AHE Saudade será garantida pela disponibilidade hídrica do Ribeirão Saudade. No cenário Q7,10 não há geração de energia e toda a vazão de estiagem é vertida.

As figuras a seguir apresentam as direções da velocidade na região de montante do AHE Saudade para a Qmlt e a Q7,10. Observa-se que a diferença entre os cenários quanto à velocidade se restringe a magnitude, ou seja, as direções se mantêm as mesmas nos dois cenários.

Figura 9.6.21 – Direção da corrente na região a montante do AHE Saudade – Qmlt.

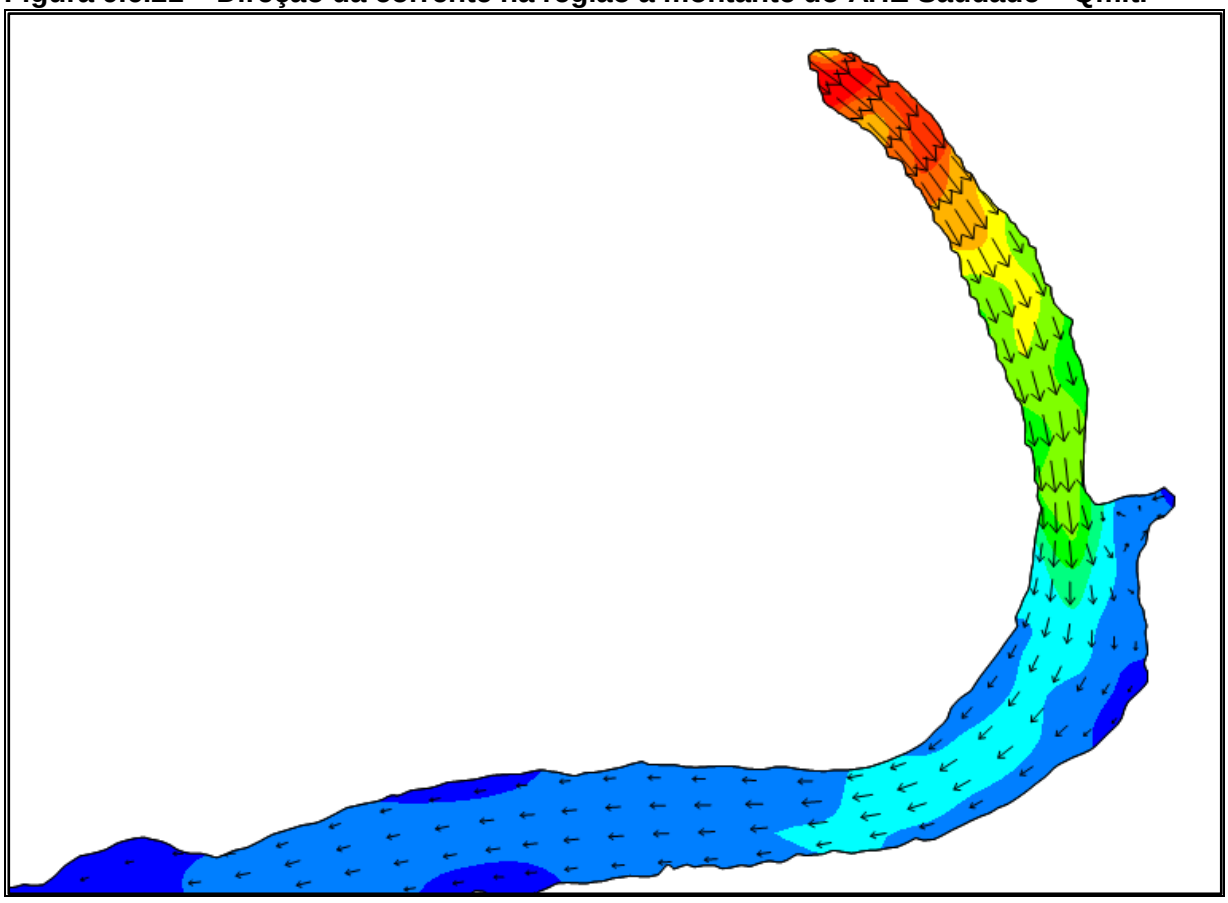
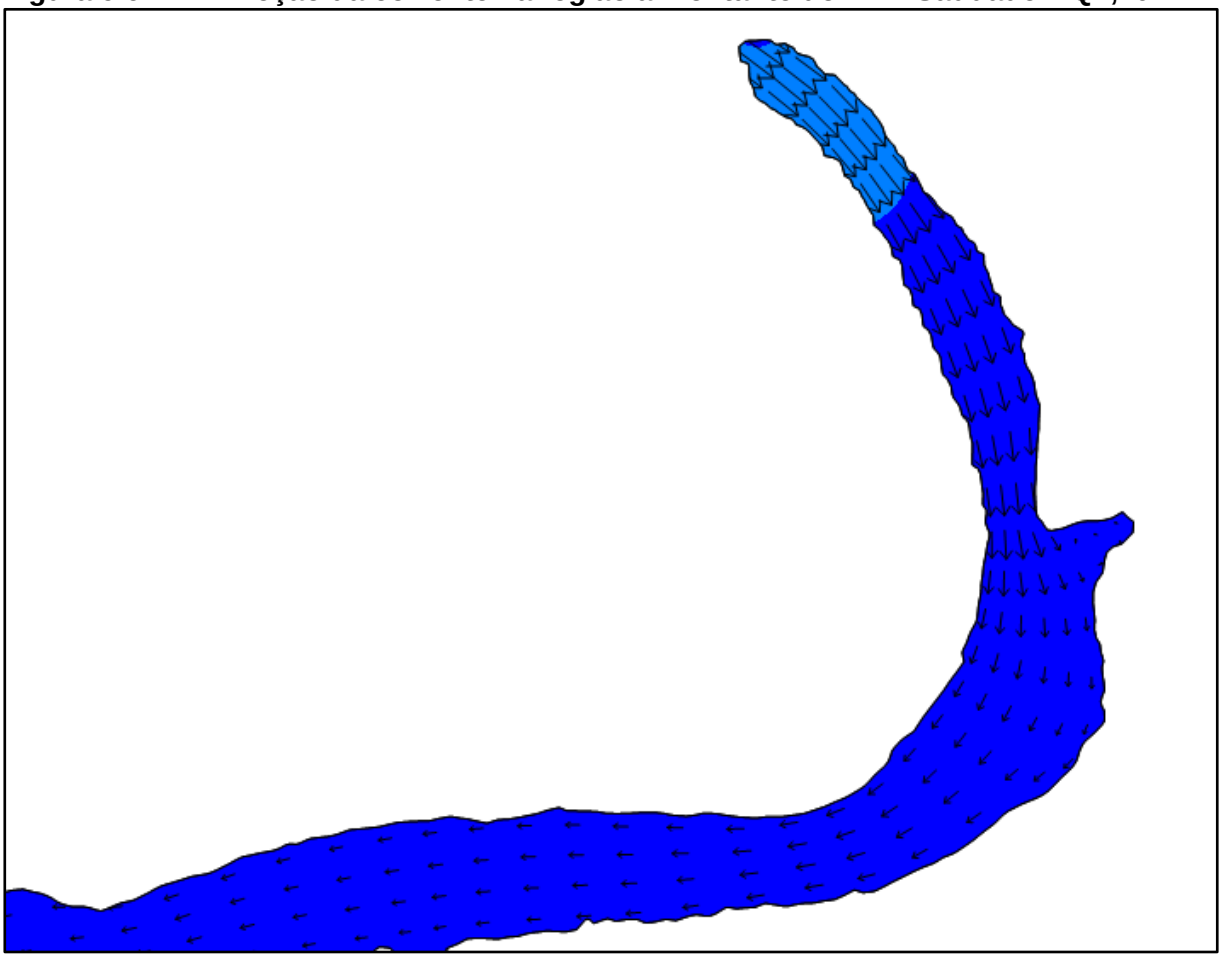


Figura 9.6.22 – Direção da corrente na região a montante do AHE Saudade – Q7,10.



As figuras a seguir apresentam a hidrodinâmica na tomada d'água do AHE Saudade para a Qmlt e a Q7,10. Apenas na Qmlt há saída de vazão pela tomada d'água e consequentemente a formação de um vórtice no sentido horário a jusante da saída de água.

Figura 9.6.23 – Direção da corrente na região da tomada d'água do AHE Saudade – Qmlt.

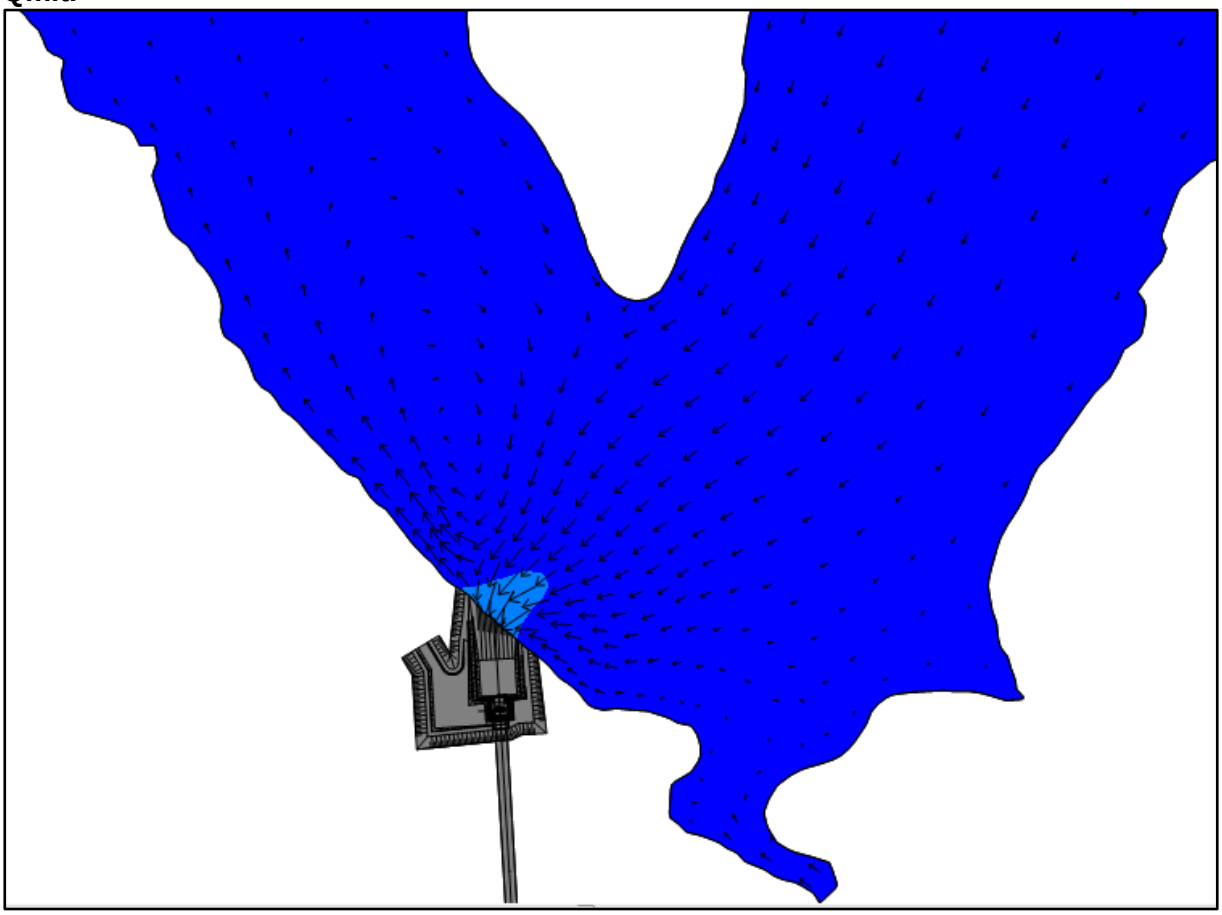
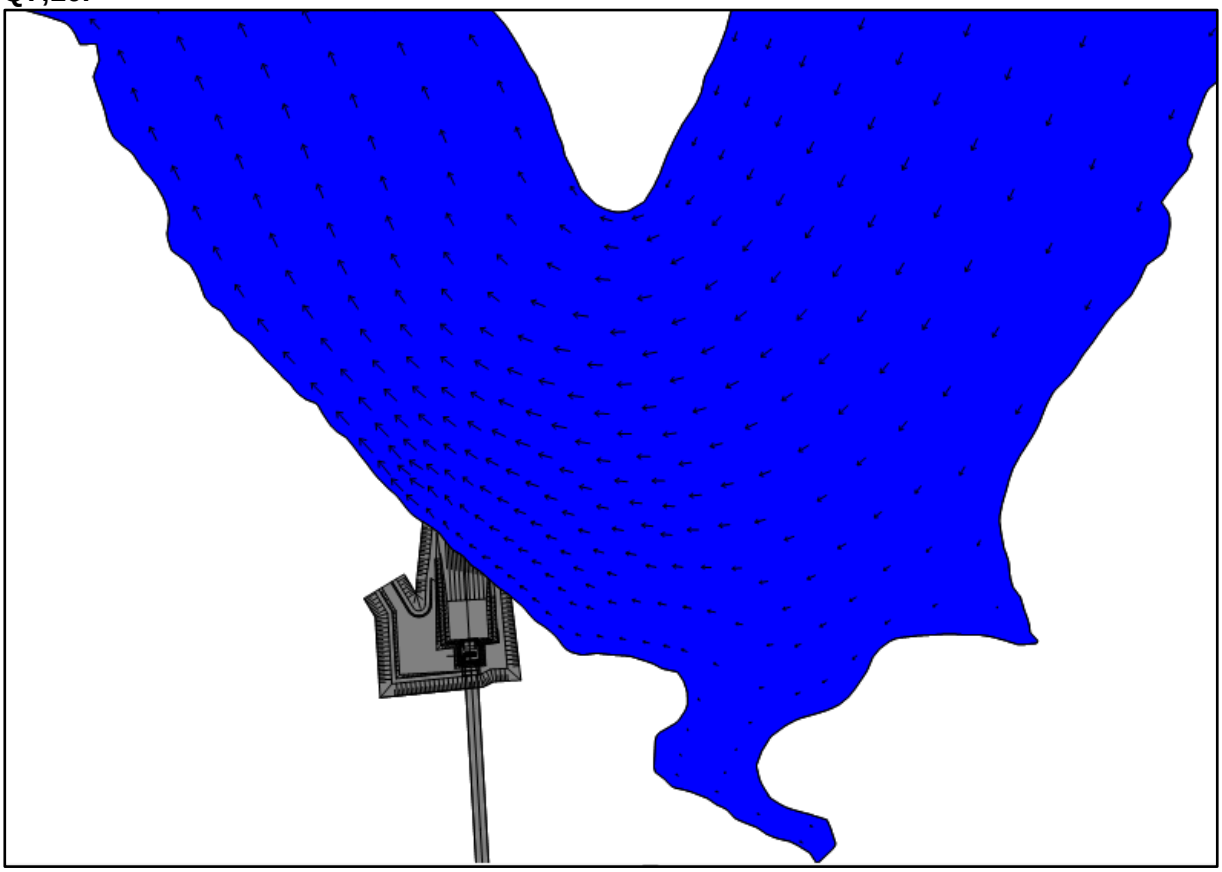


Figura 9.6.24 – Direção da corrente na região da tomada d'água do AHE Saudade – Q7,10.



As figuras a seguir apresentam as direções de correntes para os cenários Q7,10 e Qmlt. Em função das condições operativas mencionadas acima, as intensidades ficam superiores na Q7,10 na região próxima ao vertedouro, já que nesta condição há vertimento de água e na Qmlt toda a vazão é turbinada. Observa-se que na Q7,10 há formação de dois vórtices, um a montante de maior tamanho e no sentido anti-horário; e outro vórtice próximo a ombreira da margem direita e no sentido horário.

Figura 9.6.25 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Saudade na Qmlt.

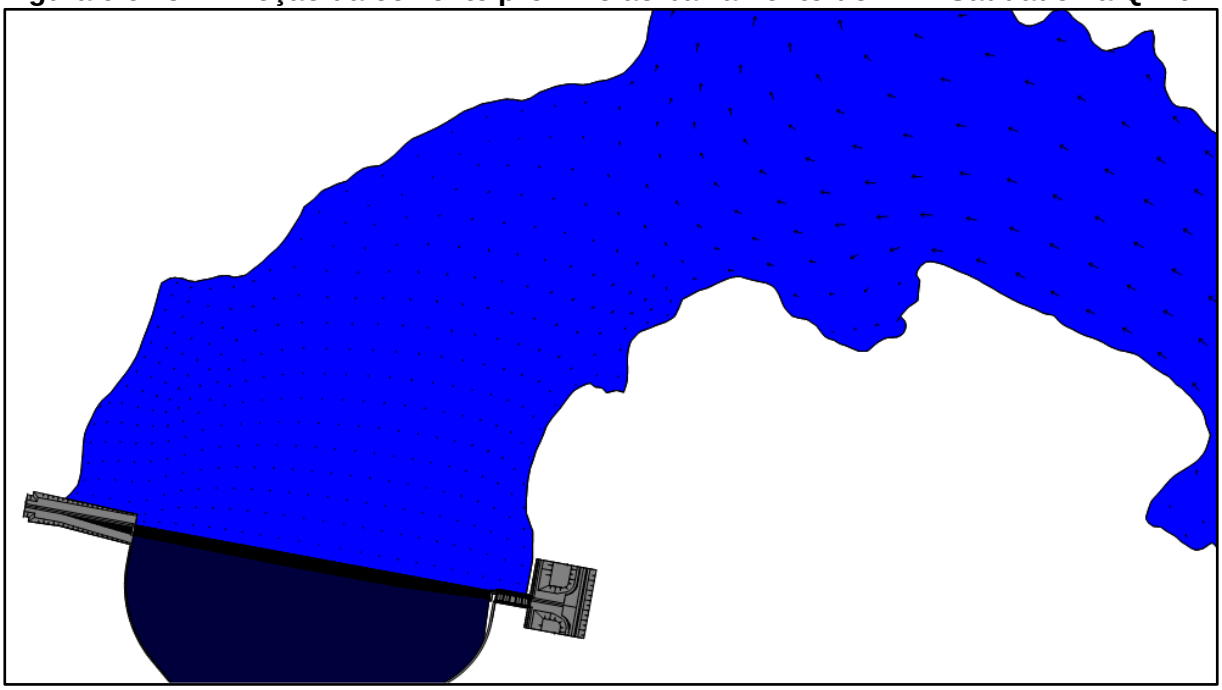
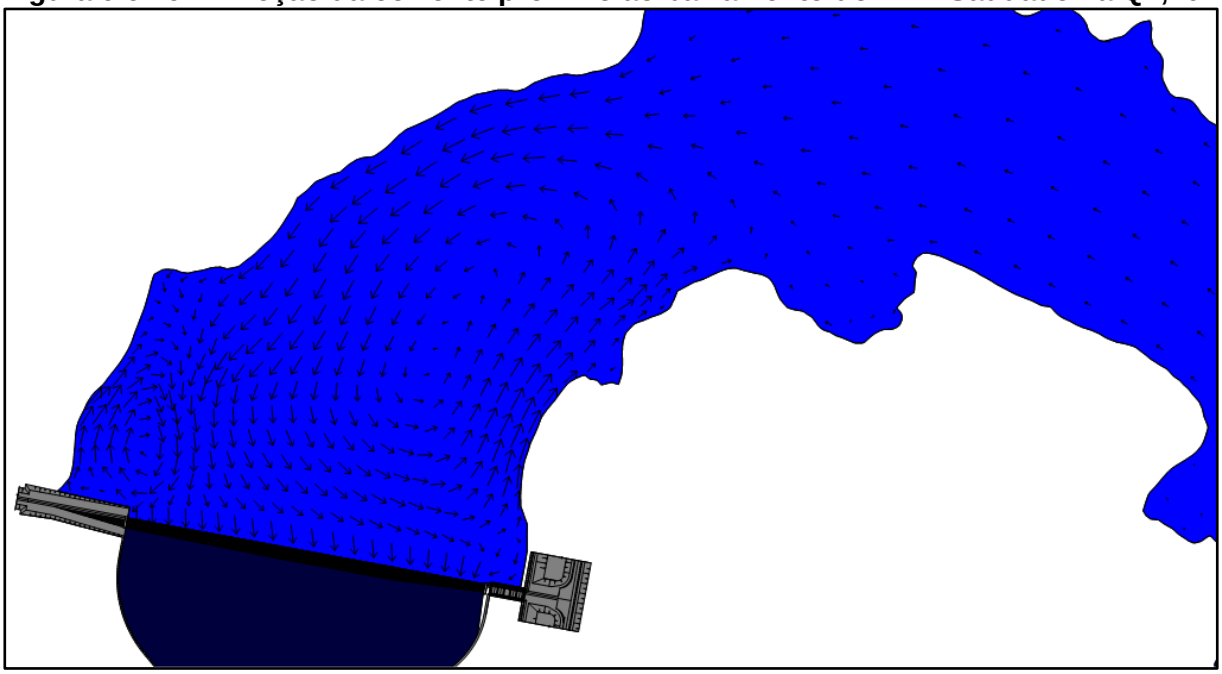


Figura 9.6.26 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Saudade na Q7,10.



9.6.1.4 AHE Foz do Chapecozinho

As figuras a seguir apresentam as cotas do nível d'água para a AHE Foz do Chapecozinho na Qmlt e para a Q7,10. A variação do Nível de Água (NA) entre a fronteira de montante e jusante chega a aproximadamente 40m. O trecho entre a área a montante do reservatório do AHE Foz do Chapecozinho e a foz do ribeirão Saudade possui declividade elevada e com corredeiras, incluindo o salto Saudade.

O reservatório do AHE Foz do Chapecozinho não apresenta variação de nível significativa entre os cenários. Já na região a montante do reservatório há variações de até 0,8m entre os cenários.

Figura 9.6.27 – Nível d'água no AHE Foz do Chapecozinho para Qmlt.

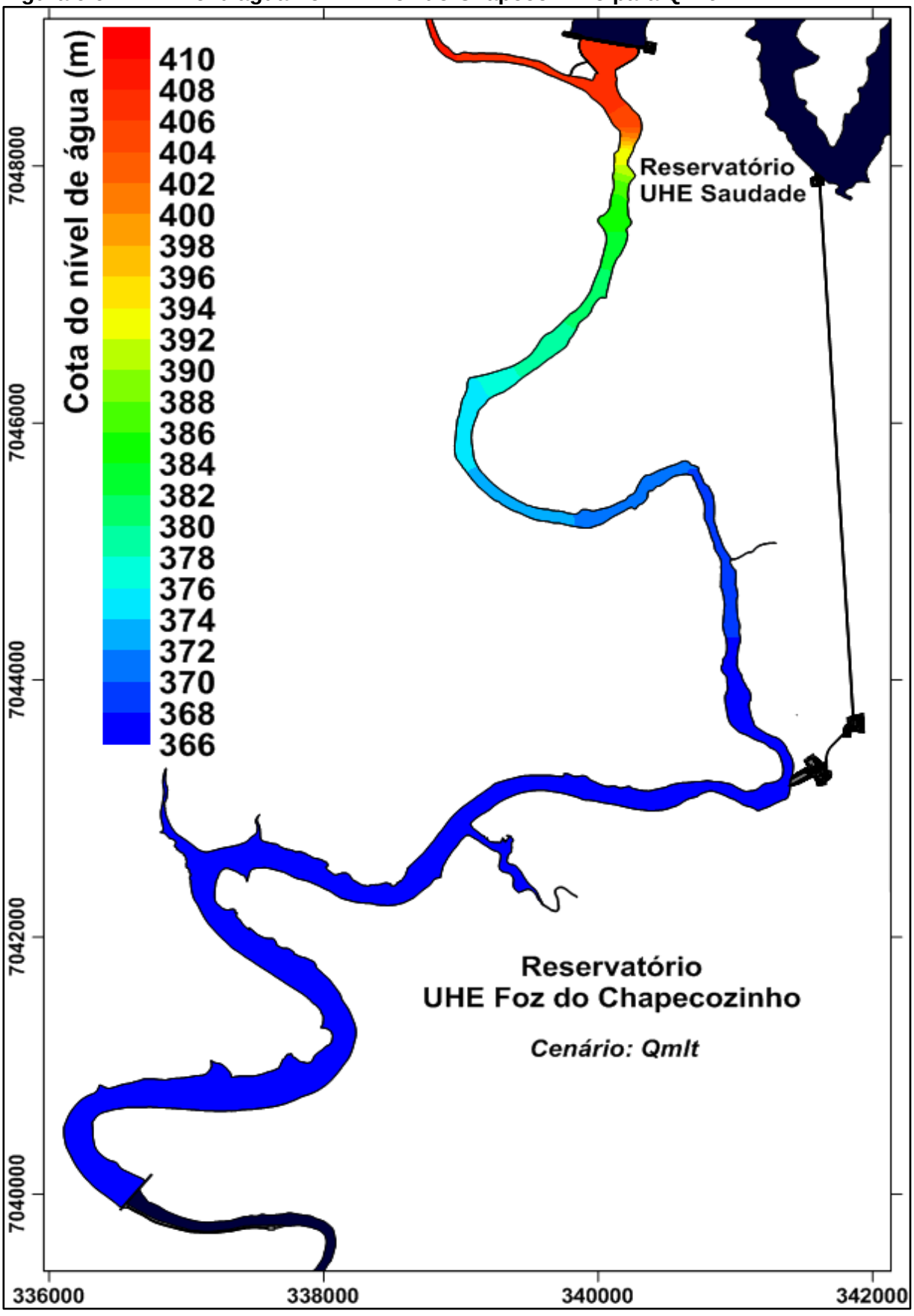
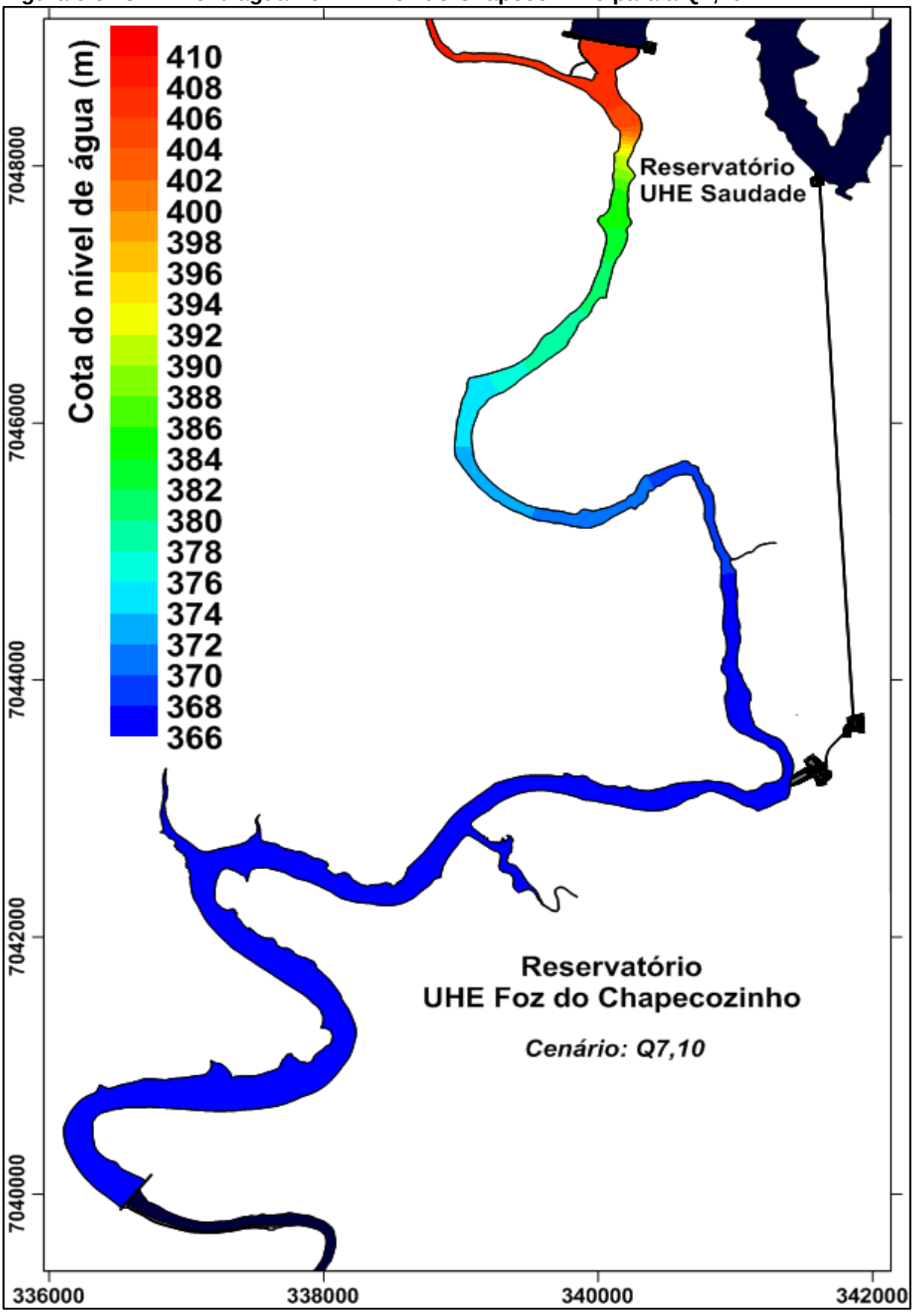


Figura 9.6.28 – Nível d'água no AHE Foz do Chapecozinho para a Q7,10.



As figuras a seguir apresentam as intensidades e as direções de velocidade na Qmlt e na Q7,10 ao longo do domínio de modelagem do AHE Foz do Chapecozinho. A região a montante da área do reservatório é composta por diversas corredeiras e quedas naturais, apresentando velocidades elevadas com valores de até aproximadamente 1,3 m/s.

Figura 9.6.29 – Intensidade da corrente no AHE Foz do Chapecozinho para a Qmlt.

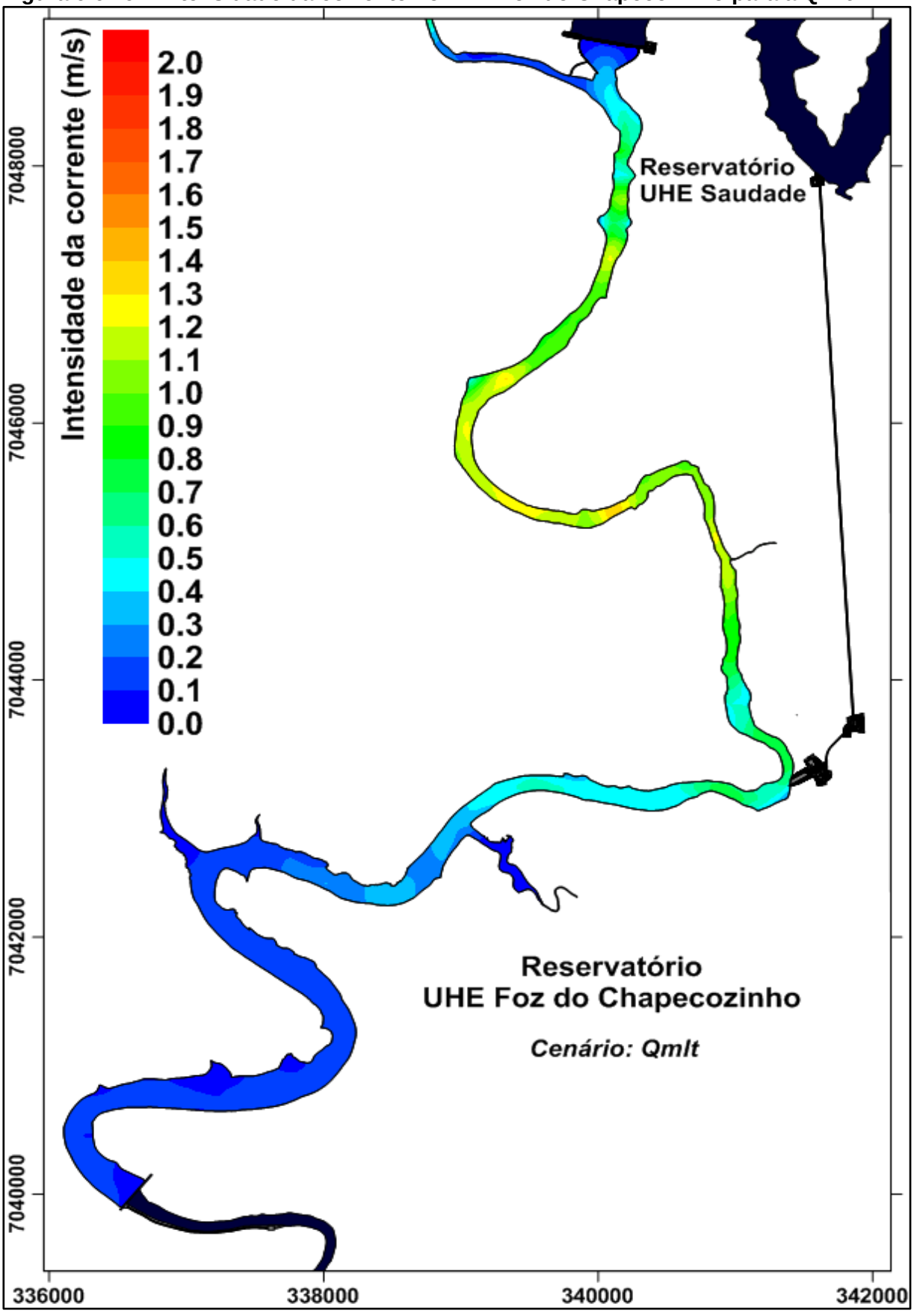
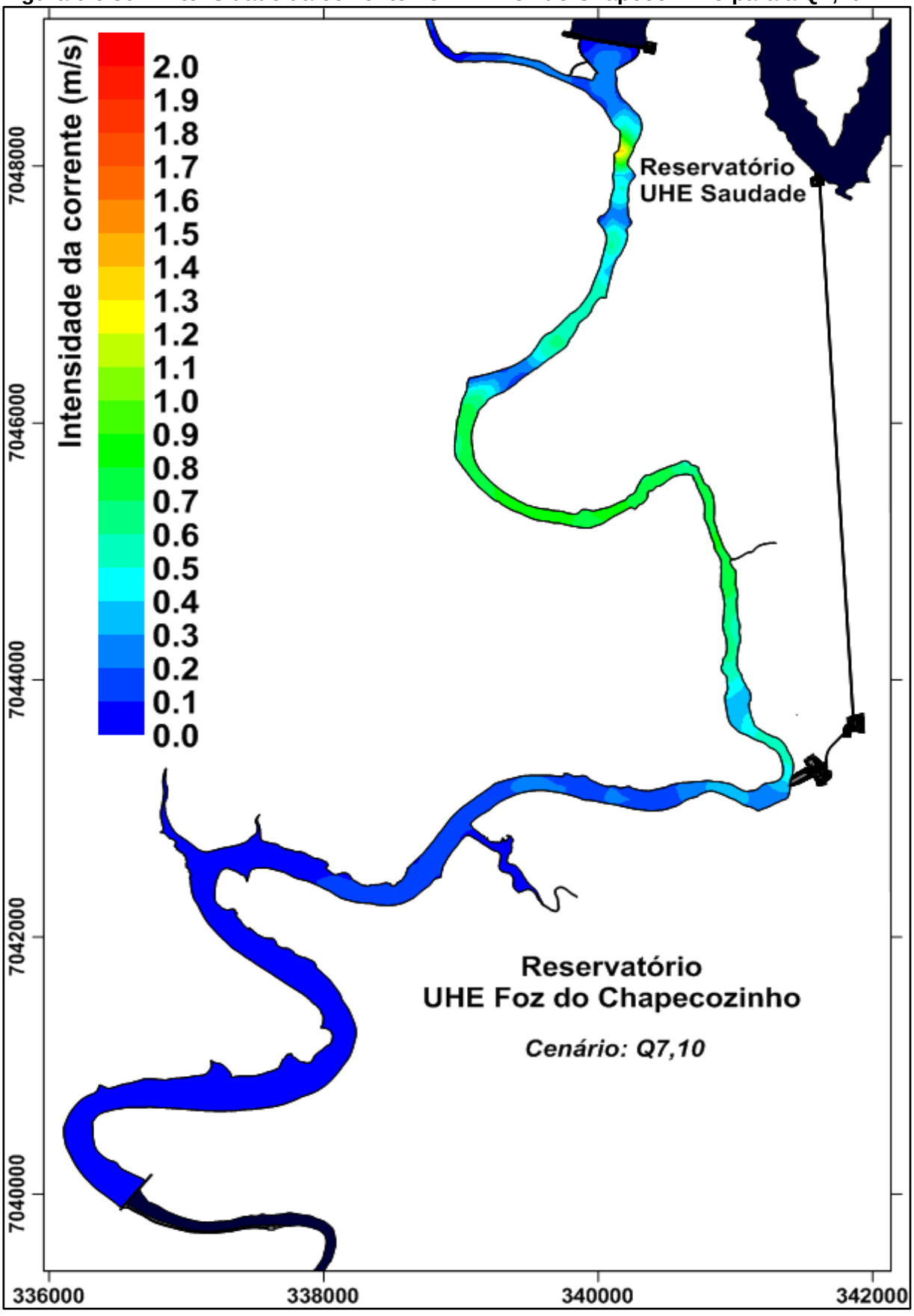


Figura 9.6.30 – Intensidade da corrente no AHE Foz do Chapecozinho para a Q7,10.



Como mencionado anteriormente, no cenário de Qmlt, toda a vazão do reservatório do AHE Saudade é desviada para geração de energia e a restituição desta vazão é realizada já na área do reservatório do AHE Foz do Chapecozinho. Como na Q7,10 não há geração de energia no AHE Saudade, toda a vazão equivalente a Q7,10 é vertida. Essas condições operativas do AHE Saudade alteram as condições hídricas a jusante do barramento e do reservatório do AHE Foz do Chapecozinho, deixando um trecho de vazão reduzida de aproximadamente 7,9 Km. As figuras a seguir apresentam a hidrodinâmica no canal de fuga do AHE Saudade já na área do reservatório do AHE Foz do Chapecozinho. As velocidades médias ao longo no Trecho de Vazão Reduzida - TVR na Qmlt foram de aproximadamente 0,9m/s enquanto que na Q7,10 é de 0,5 m/s.

Figura 9.6.31 – Direção da corrente na região do canal de fuga do AHE Saudade na área do reservatório do AHE Foz do Chapecozinho – Qmlt.

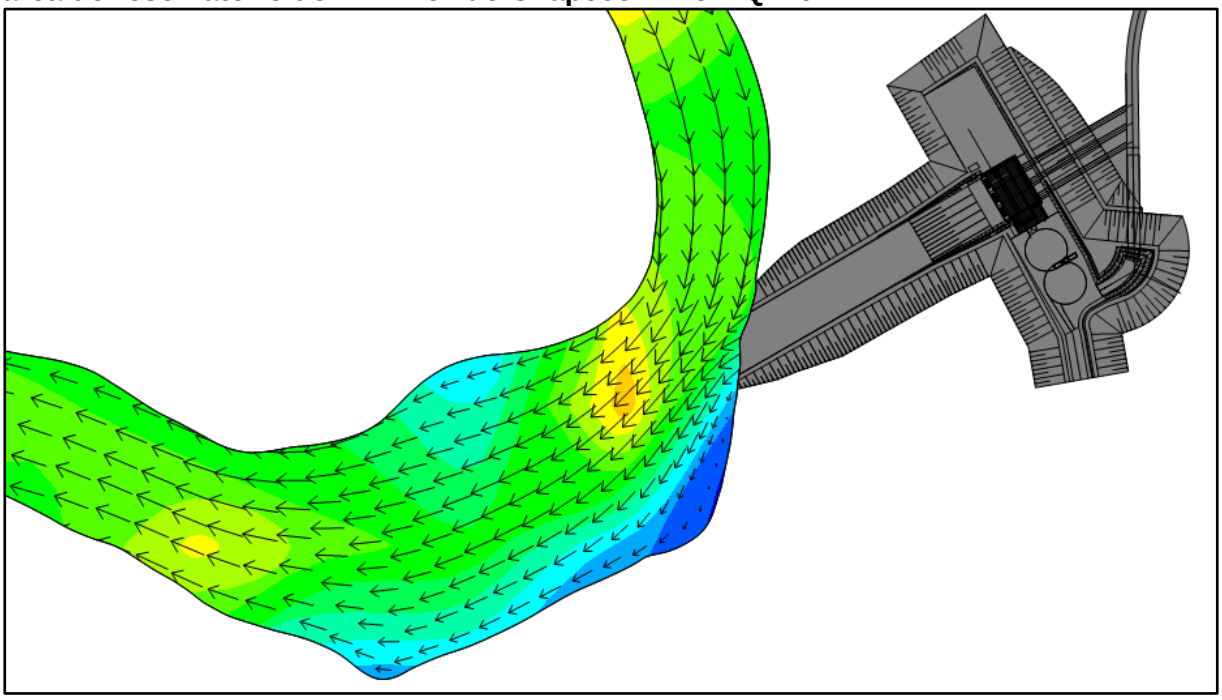
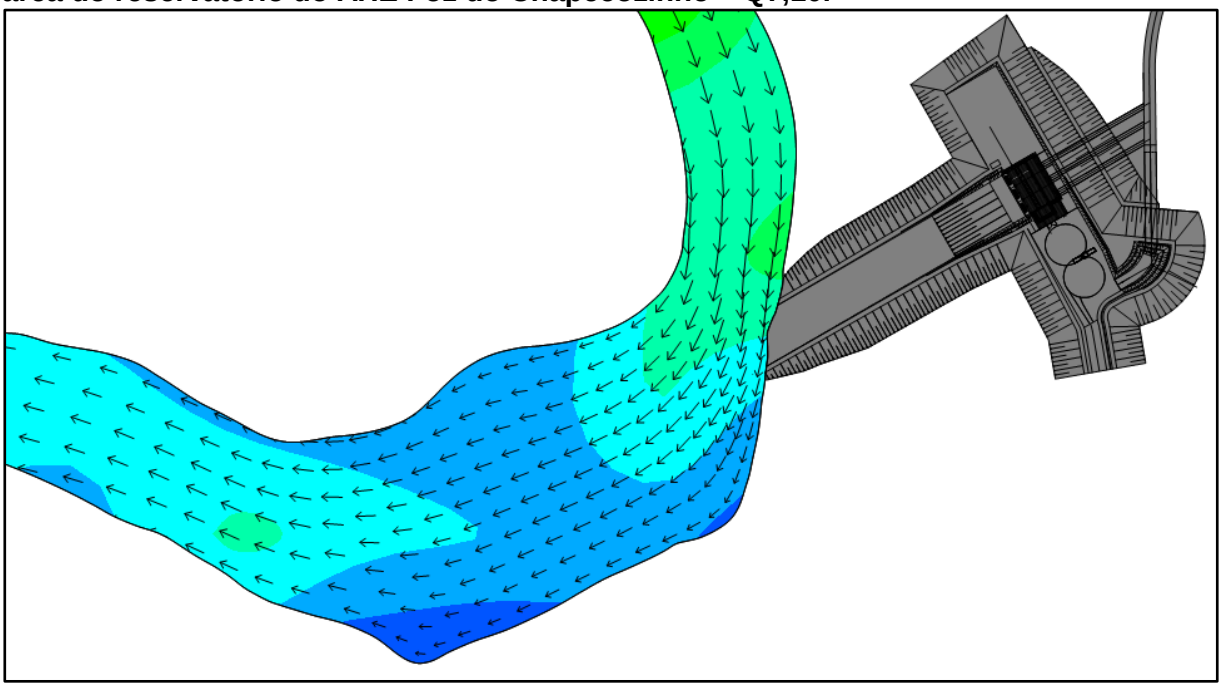


Figura 9.6.32 – Direção da corrente na região do canal de fuga do AHE Saudade na área do reservatório do AHE Foz do Chapecozinho – Q7,10.



Em ambos os cenários simulados, a vazão vertida do AHE Foz do Chapecozinho é equivalente a Q7,10, tanto no cenário de Qmlt como no cenário de Q7,10. Com isso, a vazão turbinada do AHE Foz do Chapecozinho na Qmlt é dada pela diferença entre a Qmlt e a Q7,10, totalizando 92,7 m³/s. Já na Q7,10 a vazão turbinada do AHE Foz do Chapecozinho é nula. Com isso, o padrão de circulação hidrodinâmica entre os dois cenários é diferenciado ao barramento e tomada d'água, como pode ser visualizado nas imagens a seguir.

Figura 9.6.33 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Foz do Chapecozinho na Qmlt.

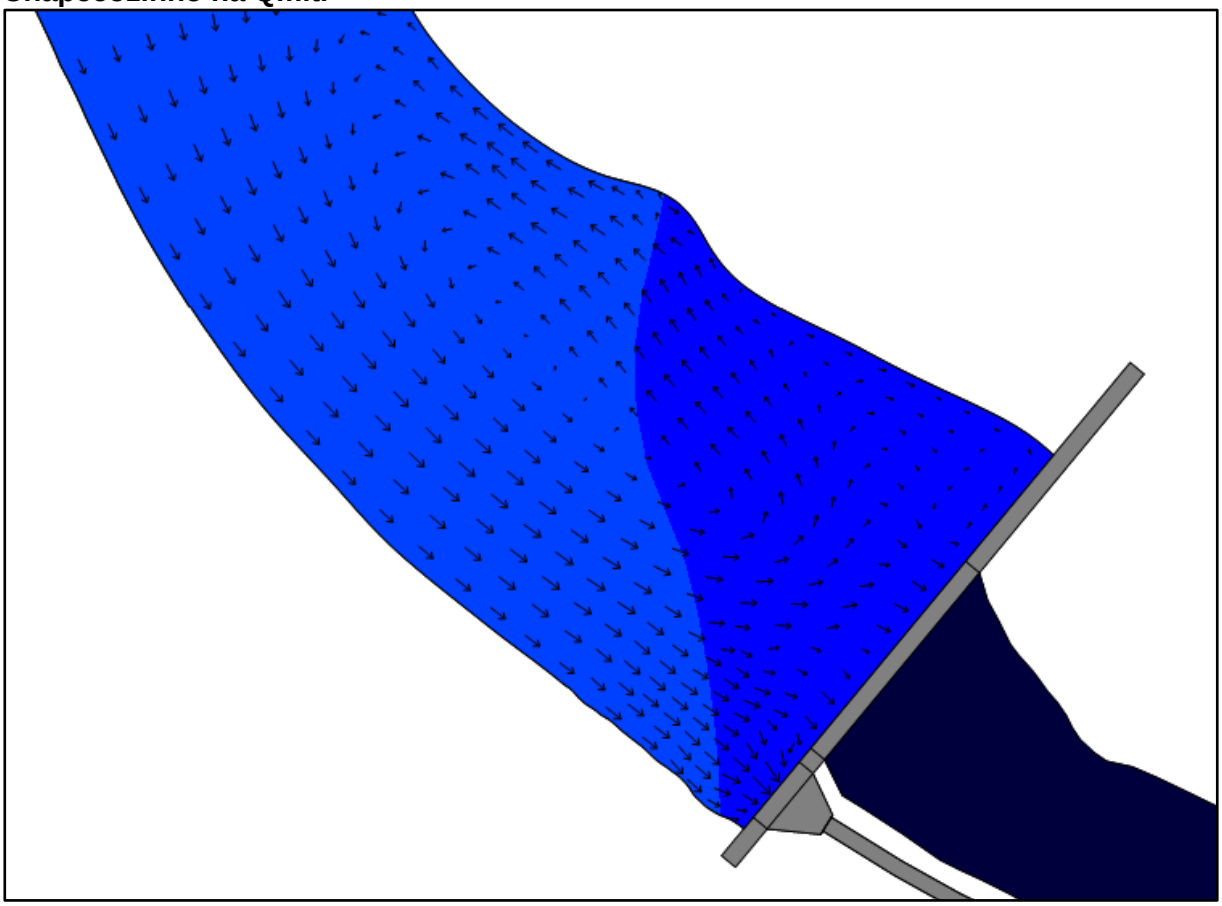
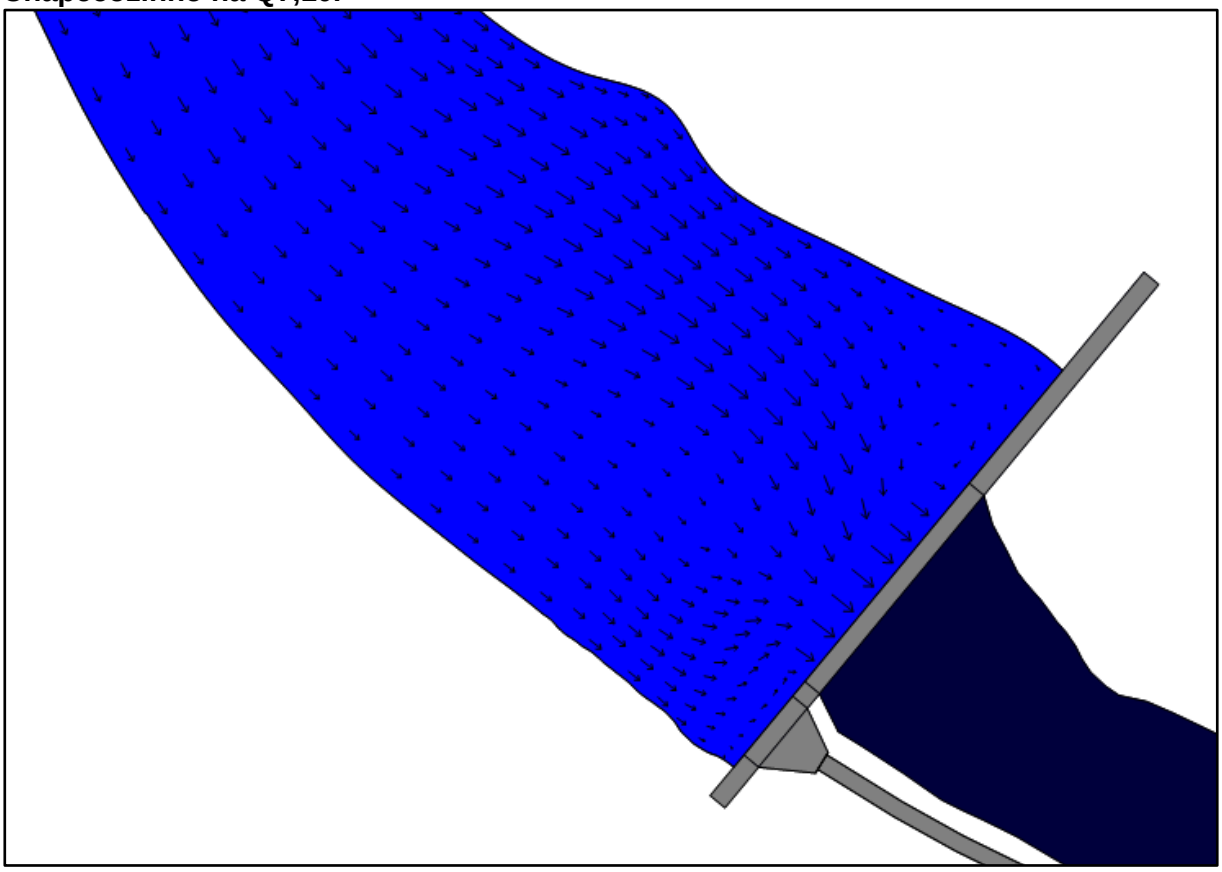


Figura 9.6.34 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Foz do Chapecozinho na Q7,10.



9.6.1.5 AHE Foz do Xaxim

As figuras a seguir apresentam as cotas do nível d'água para a AHE Foz do Xaxim na Qmlt e para a Q7,10. Como mostrado anteriormente, o domínio de modelagem do AHE Foz do Xaxim contempla parte do rio Chapecozinho e sua foz no rio Chapecó. A área do reservatório do AHE Foz do Xaxim se estende até aproximadamente 600m a jusante da confluência do rio Chapecozinho com o rio Chapecó.

O Nível de Água (NA) na fronteira de montante no rio Chapecozinho, barragem do AHE Marema, sofre pouca variação em relação ao NA do reservatório, entretanto a fronteira de montante no rio Chapecó, barragem do AHE Foz do Chapecozinho, apresenta NA 7,4m acima do reservatório e esta diferença deve-se a elevada declividade do rio neste trecho de montante.

Assim como os demais, este aproveitamento também não sofre deplecionamento, e o nível permanece praticamente inalterado nos dois cenários

hidrológicos, como variação de até 0,6m do NA aproximadamente na região do reservatório.

Figura 9.6.35 – Nível d'água no AHE Foz do Xaxim para Qmlt.

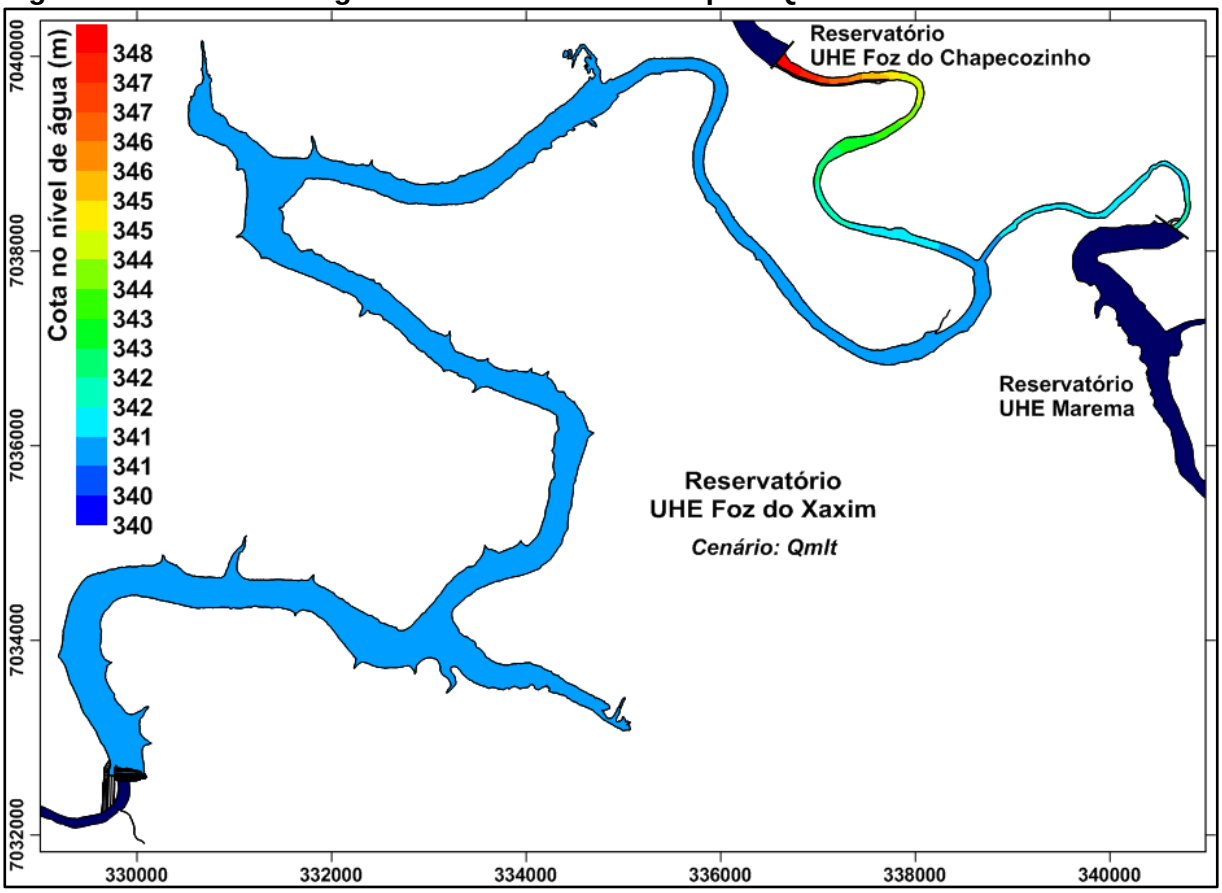
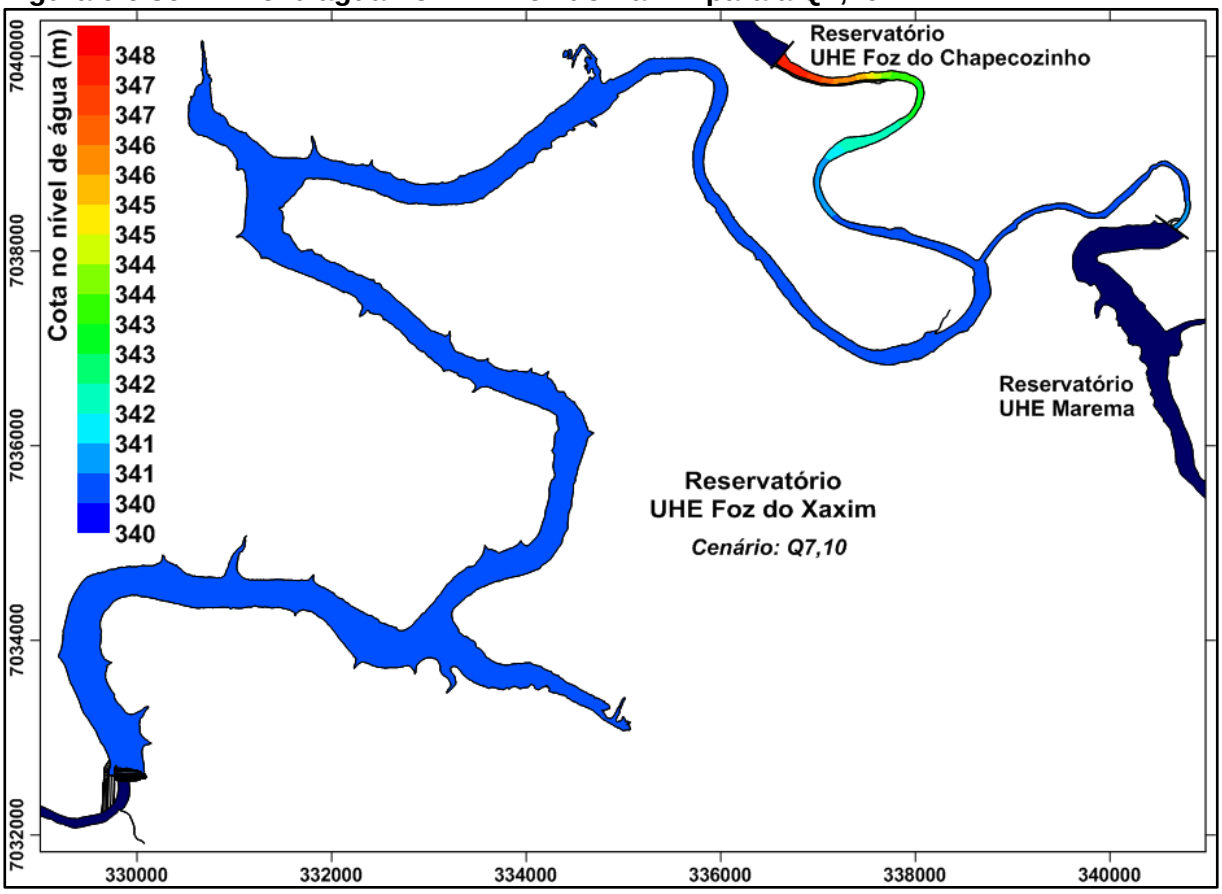


Figura 9.6.36 – Nível d'água no AHE Foz do Xaxim para a Q7,10.



As figuras a seguir apresentam as intensidades e as direções de velocidade na Qmlt e na Q7,10 ao longo do domínio de modelagem do AHE Foz do Xaxim. Na Qmlt a região a montante da área do reservatório no rio Chapecó apresenta velocidades elevadas devido às altas declividades do trecho e devido à vazão restituída do AHE Foz do Chapecozinho, chegando a 1,6m/s. Já na Q7,10 a velocidade 0,5 m/s neste mesmo trecho. No reservatório as velocidades são bastante inferiores, aproximadamente 0,05 m/s.

Figura 9.6.37 – Intensidade da corrente no AHE Foz do Xaxim para a Qmlt.

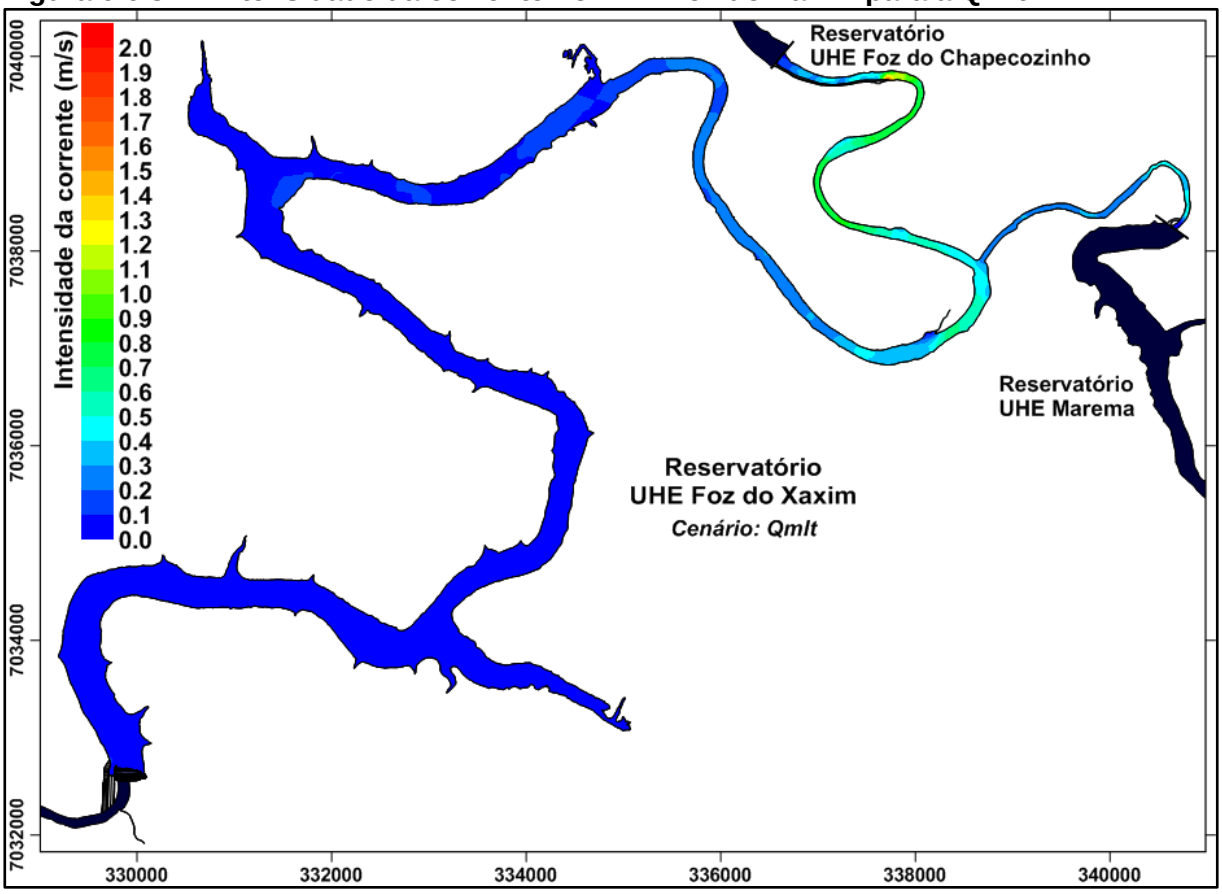
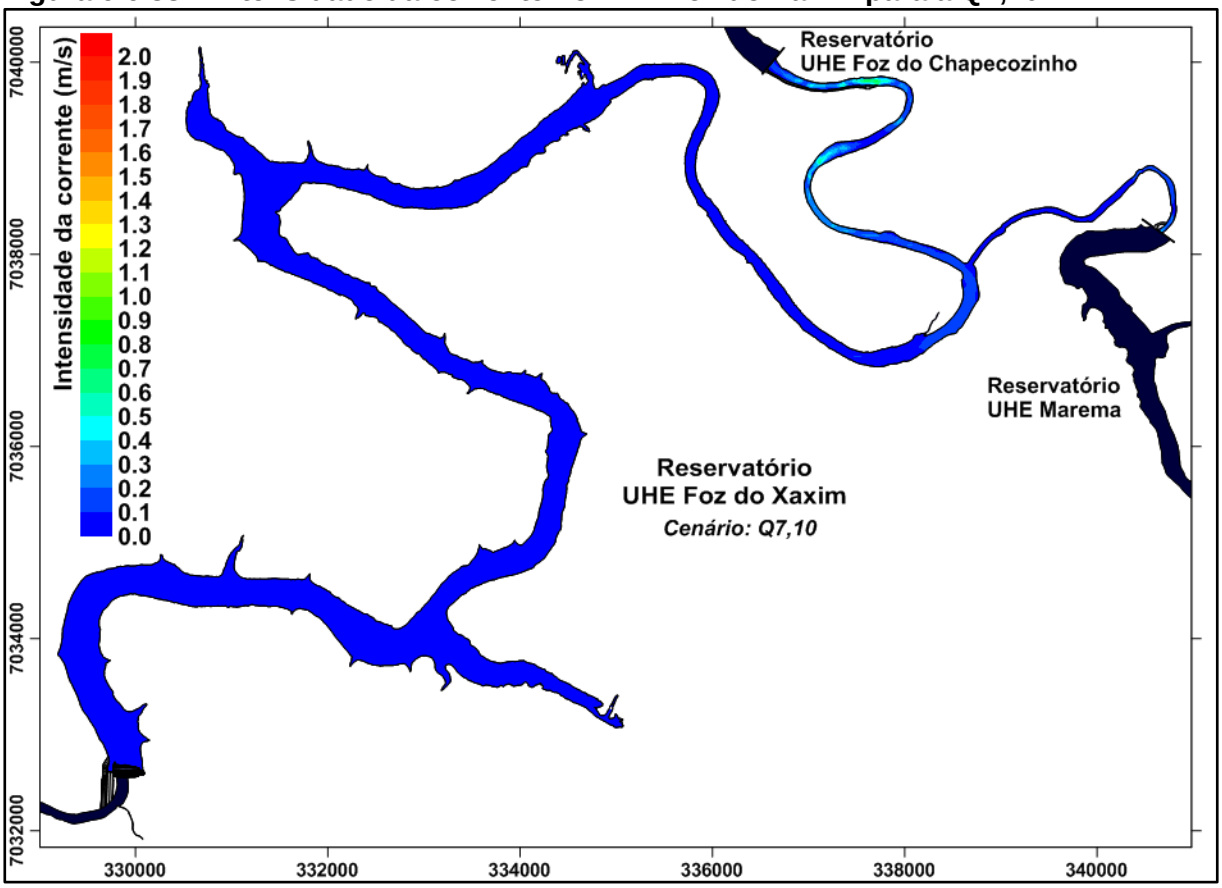


Figura 9.6.38 – Intensidade da corrente no AHE Foz do Xaxim para a Q7,10.



Como mencionado anteriormente, no cenário de Qmlt, grande parte da água do rio Chapecó passa pelo canal de fuga do AHE Foz do Chapecozinho, sendo restituída a aproximadamente 1km a jusante do seu barramento. Como na Q7,10 não há geração de energia no AHE Foz do Chapecozinho, toda a vazão equivalente a Q7,10 é vertida. O mesmo acontece a AHE Marema, que na Q7,10 tem a vazão toda vertida. Entretanto, no cenário de Qmlt, a vazão toda do AHE Marema é turbinada, ou seja, a vazão vertida é nula neste cenário. Essas condições operativas de Foz do Chapecozinho e Marema alteram a circulação local, mas não interferem na circulação do reservatório do AHE Foz do Xaxim.

As condições operativas simuladas do AHE Foz do Xaxim são distintas entre Qmlt e Q7,10. No caso da Qmlt, toda a vazão passa pelo circuito de geração, 152,09 m³/s, e na Q7,10 toda a vazão passa pelo vertedouro controlado, 14,97 m³/s. Em função disso, há alteração no padrão de circulação hidrodinâmica entre os dois cenários, como pode ser visualizado nas imagens a seguir.

Figura 9.6.39 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Marema na Qmlt.

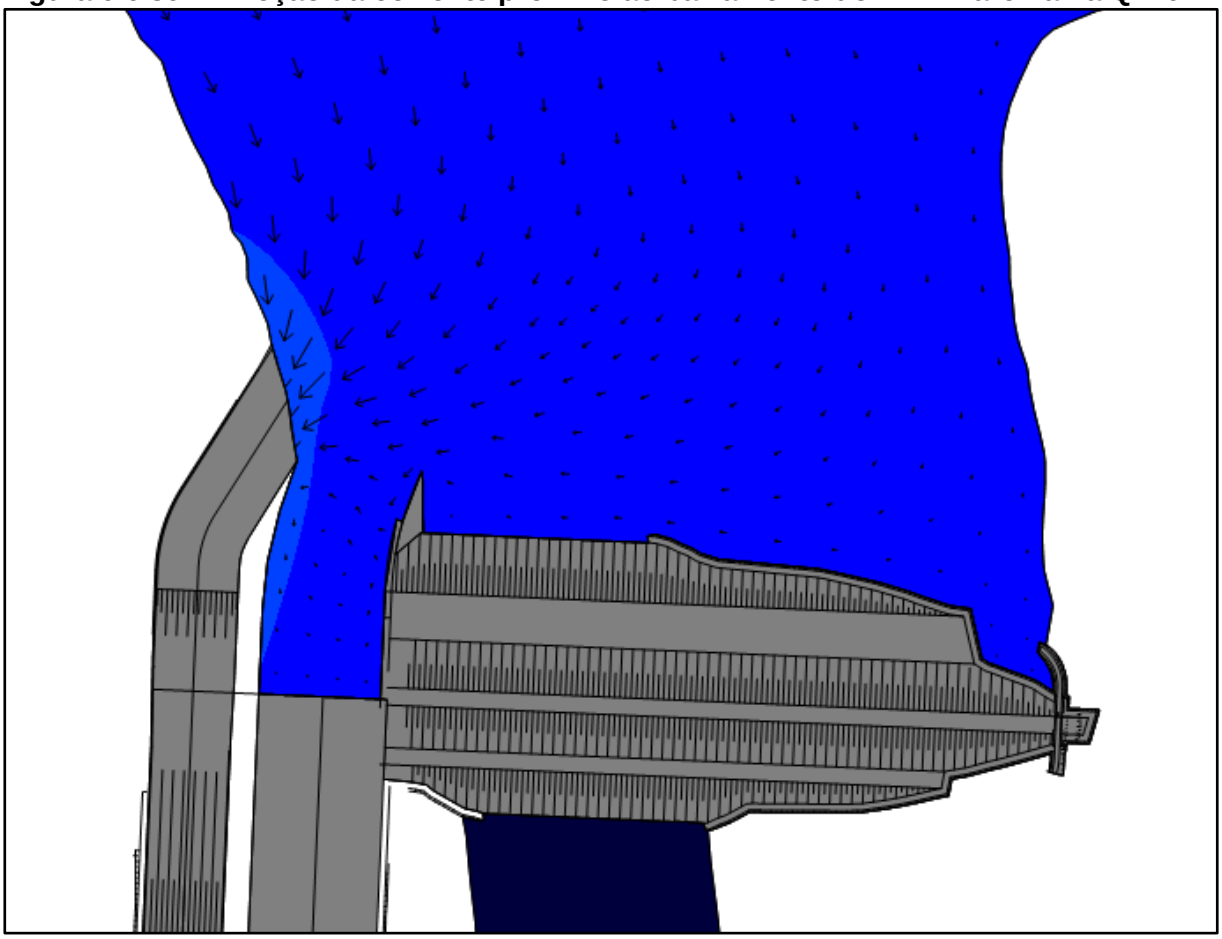
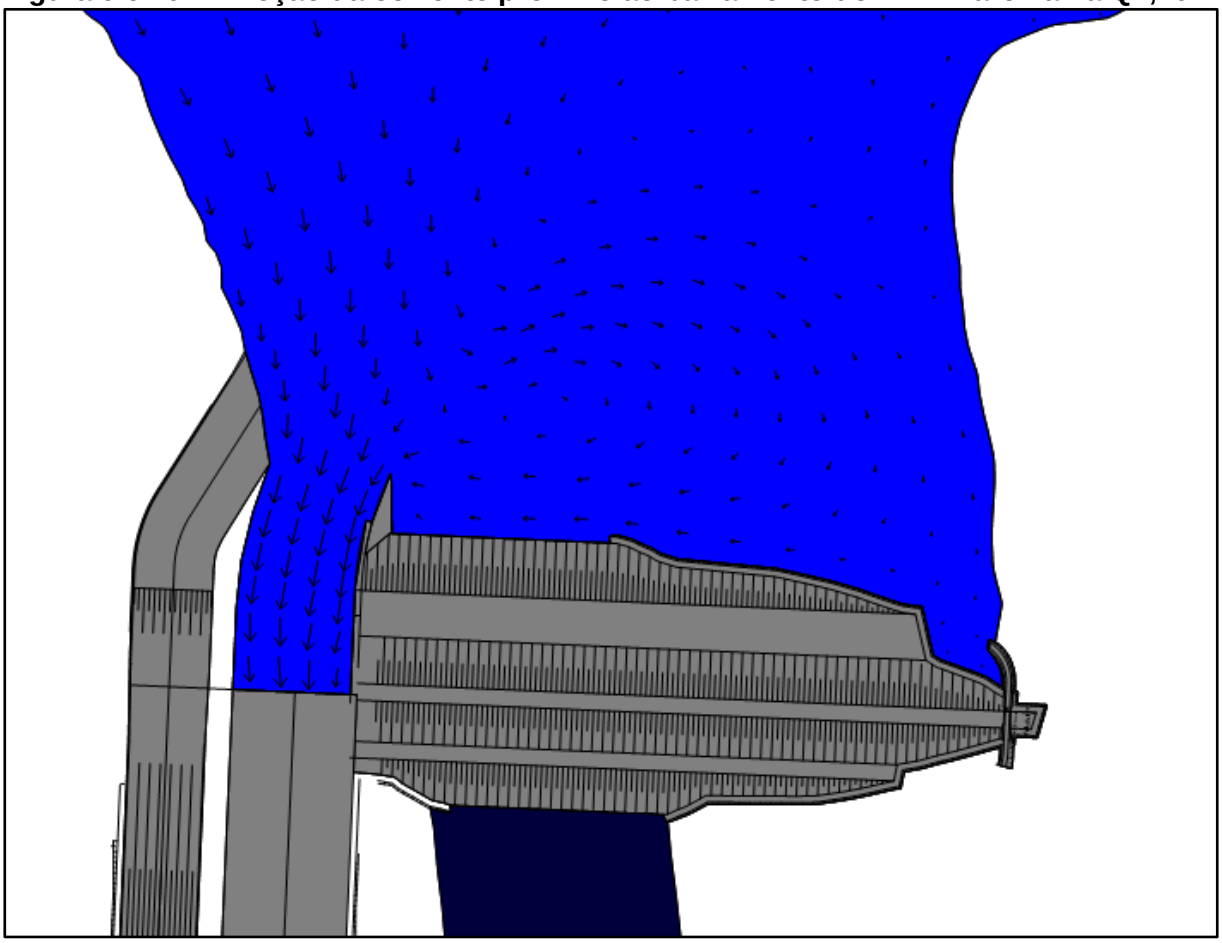


Figura 9.6.40 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Marema na Q7,10.



9.6.1.6 AHE Santo Antônio

As figuras a seguir apresentam as cotas do nível d'água para a AHE Santo Antônio na Qmlt e para a Q7,10. A variação do Nível de Água (NA) entre a fronteira de montante e jusante chega a aproximadamente 6,6m. O reservatório do AHE Santo Antônio não apresenta variação de nível significativa entre os cenários. Na região a montante do reservatório há variações de até 0,8m entre os cenários.

Figura 9.6.41 – Nível d'água no AHE Santo Antônio para Qmlt.

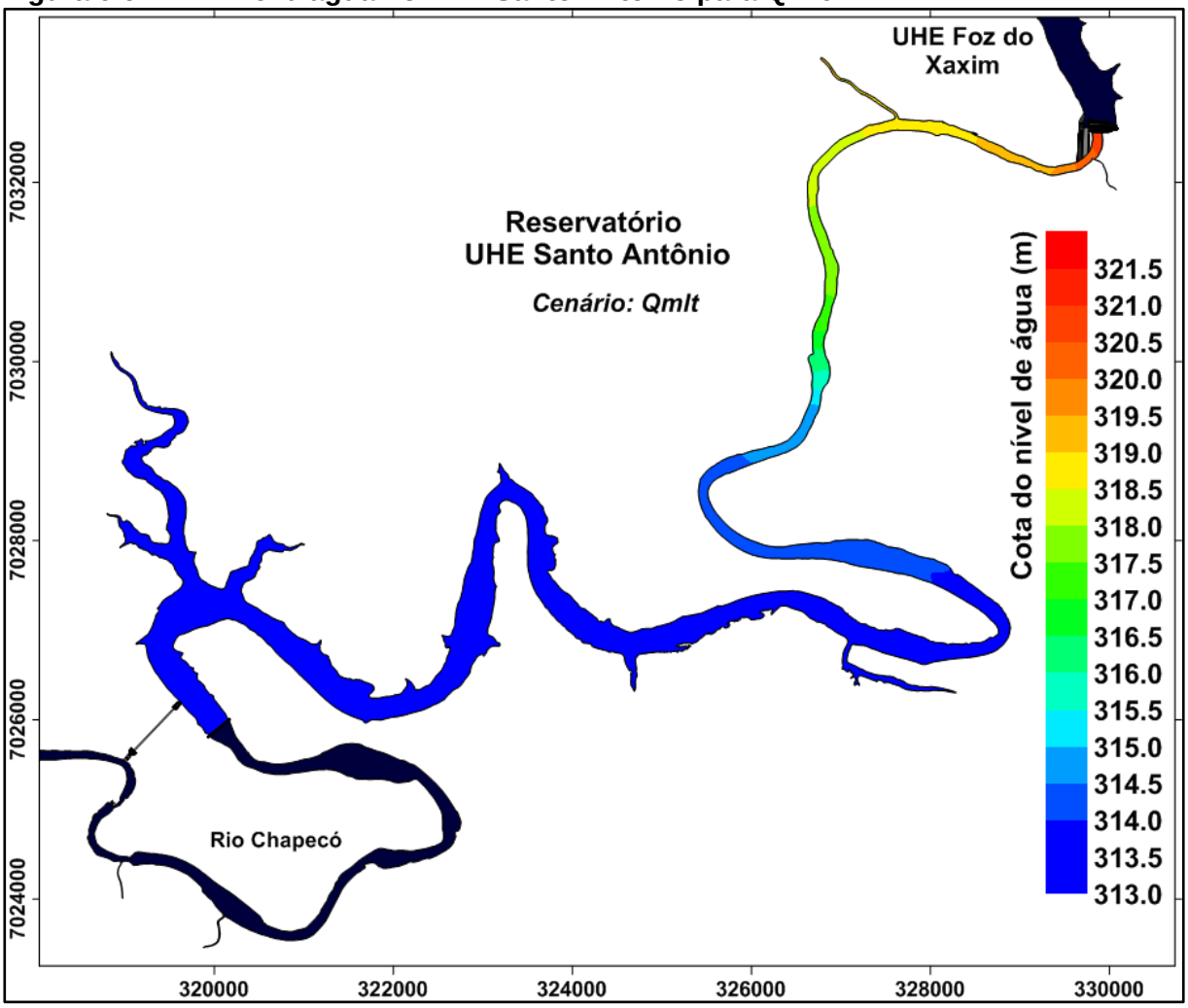
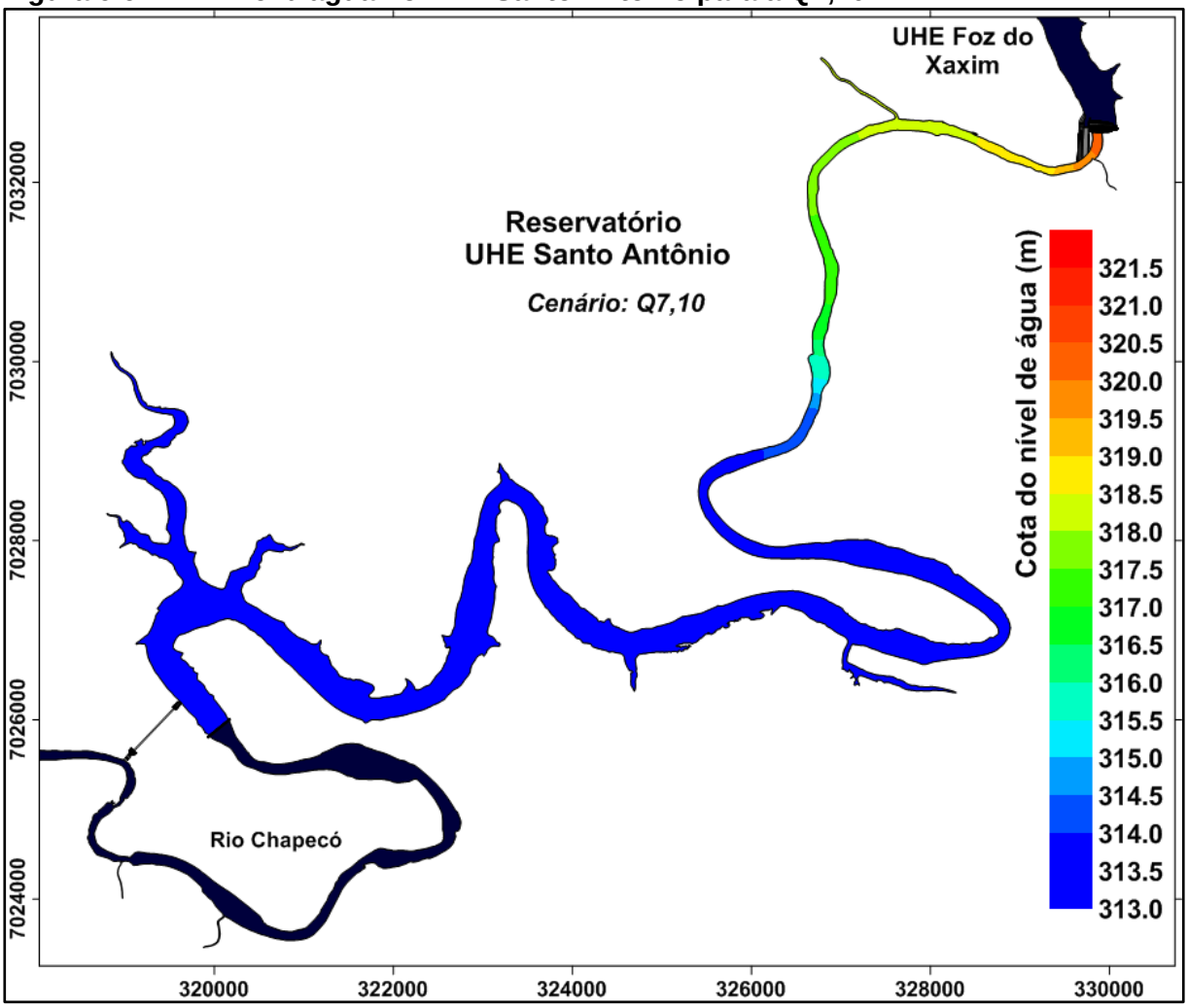


Figura 9.6.42 – Nível d'água no AHE Santo Antônio para a Q7,10.



As figuras a seguir apresentam as intensidades e as direções de velocidade na Qmlt e na Q7,10 ao longo do domínio de modelagem do AHE Santo Antônio. A região a montante da área do reservatório apresentou velocidades elevadas, chegando a 2,3 m/s na Qmlt e 1,7 m/s na Q7,10 na região próxima ao canal de fuga do AHE Foz do Xaxim.

Figura 9.6.43 – Intensidade da corrente no AHE Santo Antônio para a Qmlt.

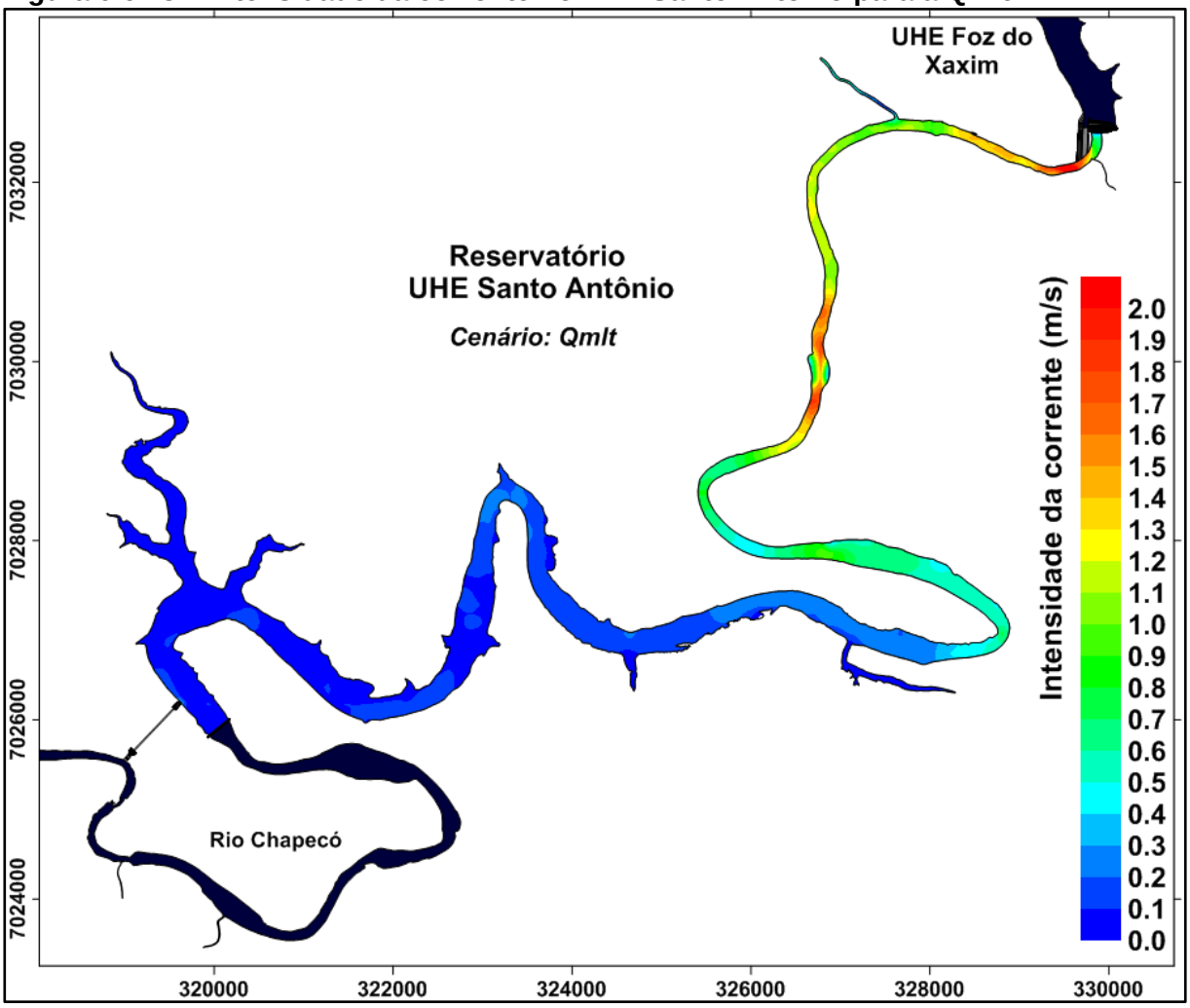
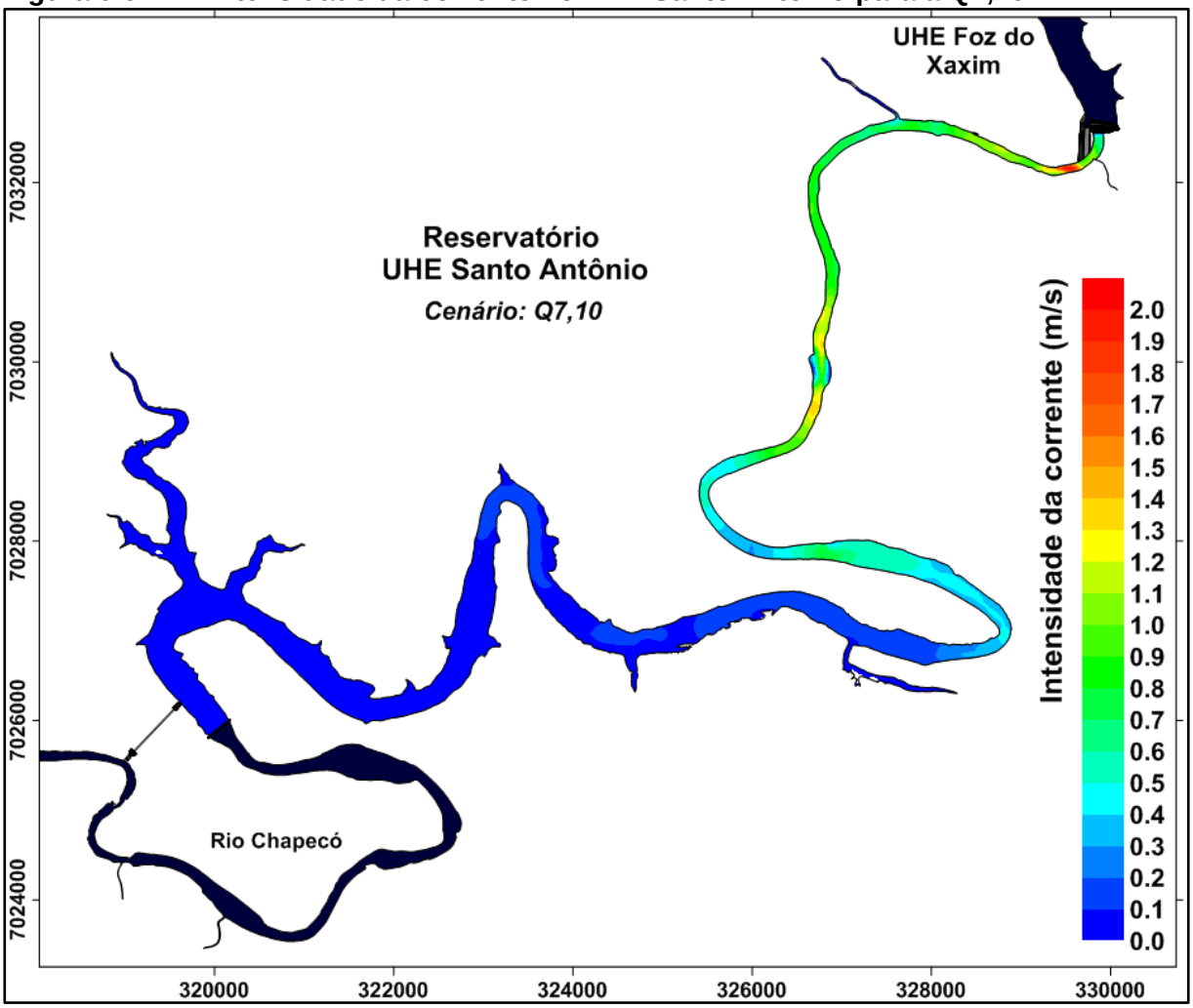


Figura 9.6.44 – Intensidade da corrente no AHE Santo Antônio para a Q7,10.



As figuras a seguir apresentam a hidrodinâmica no canal de fuga do AHE Foz do Xaxim. Além de alterar as intensidades da corrente, a restituição de vazão altera também as duas direções.

Figura 9.6.45 – Direção da corrente na região do canal de fuga do AHE Foz do Xaxim na área a montante do reservatório do AHE Santo Antônio – Qmlt.

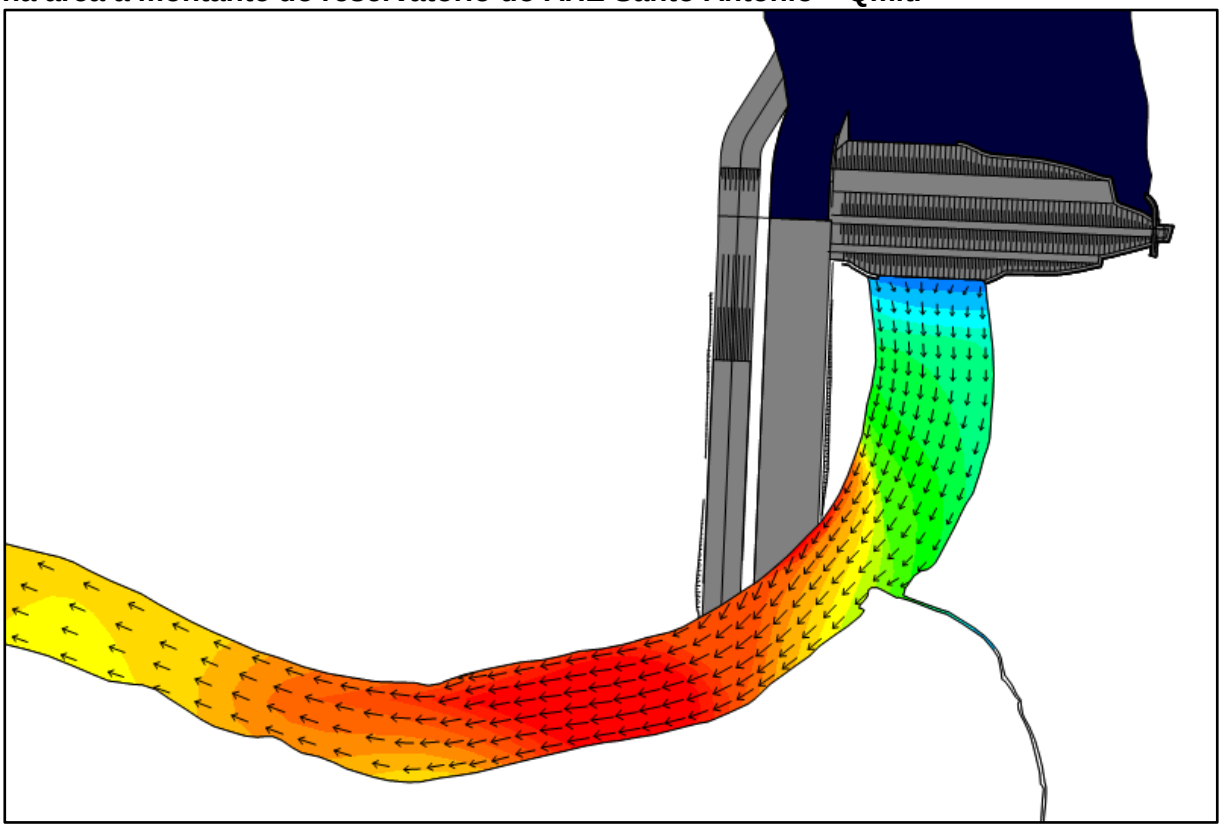
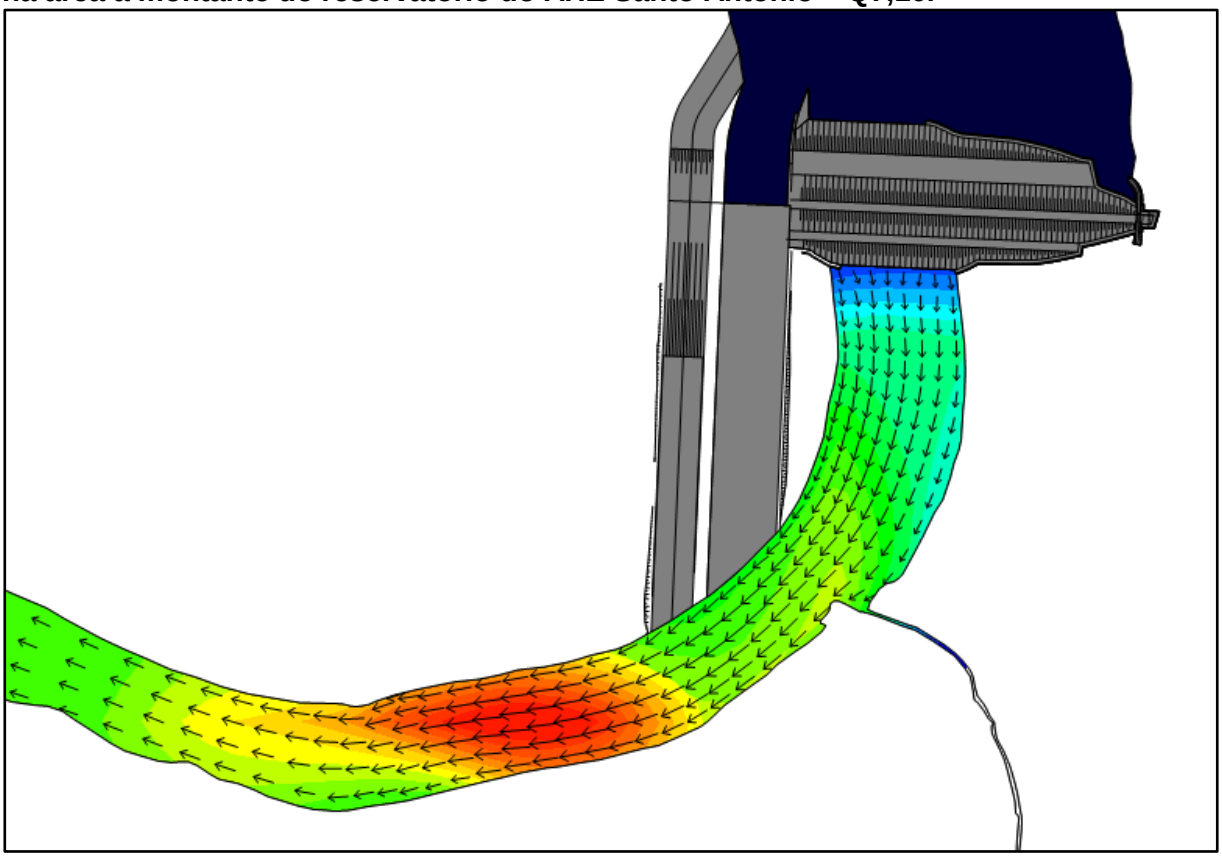


Figura 9.6.46 – Direção da corrente na região do canal de fuga do AHE Foz do Xaxim na área a montante do reservatório do AHE Santo Antônio – Q7,10.



Em ambos os cenários simulados, a vazão vertida do AHE Santo Antônio é equivalente a Q7,10, tanto no cenário de Qmlt como no cenário de Q7,10. Com isso, a vazão turbinada do AHE Santo Antônio na Qmlt é dada pela diferença entre a Qmlt e a Q7,10, totalizando 152,11 m³/s. Já na Q7,10 a vazão turbinada do AHE Santo Antônio é nula. Com isso, o padrão de circulação hidrodinâmica entre os dois cenários é diferenciado próximo ao barramento e tomada d'água, como pode ser visualizado nas imagens a seguir.

Figura 9.6.47 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Santo Antônio na Qmlt.

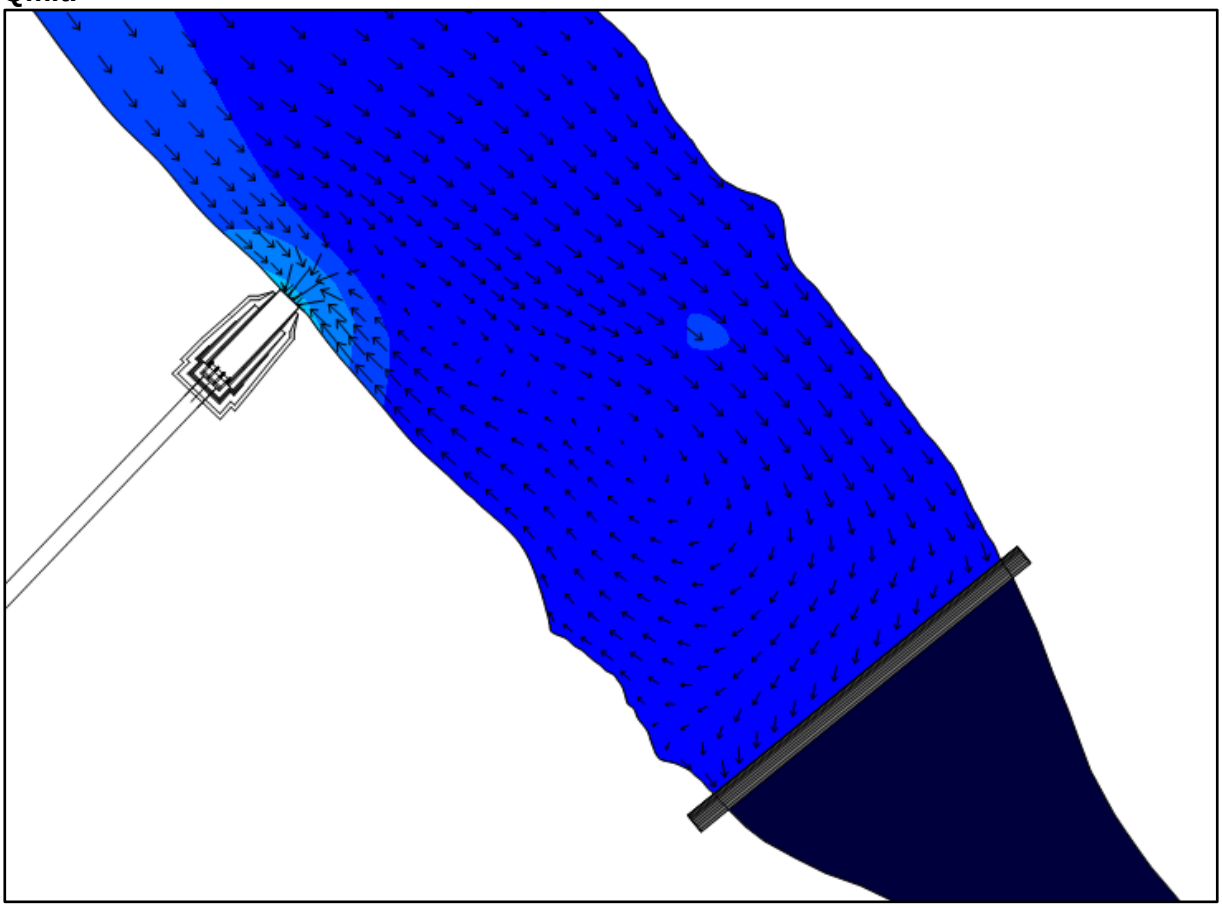
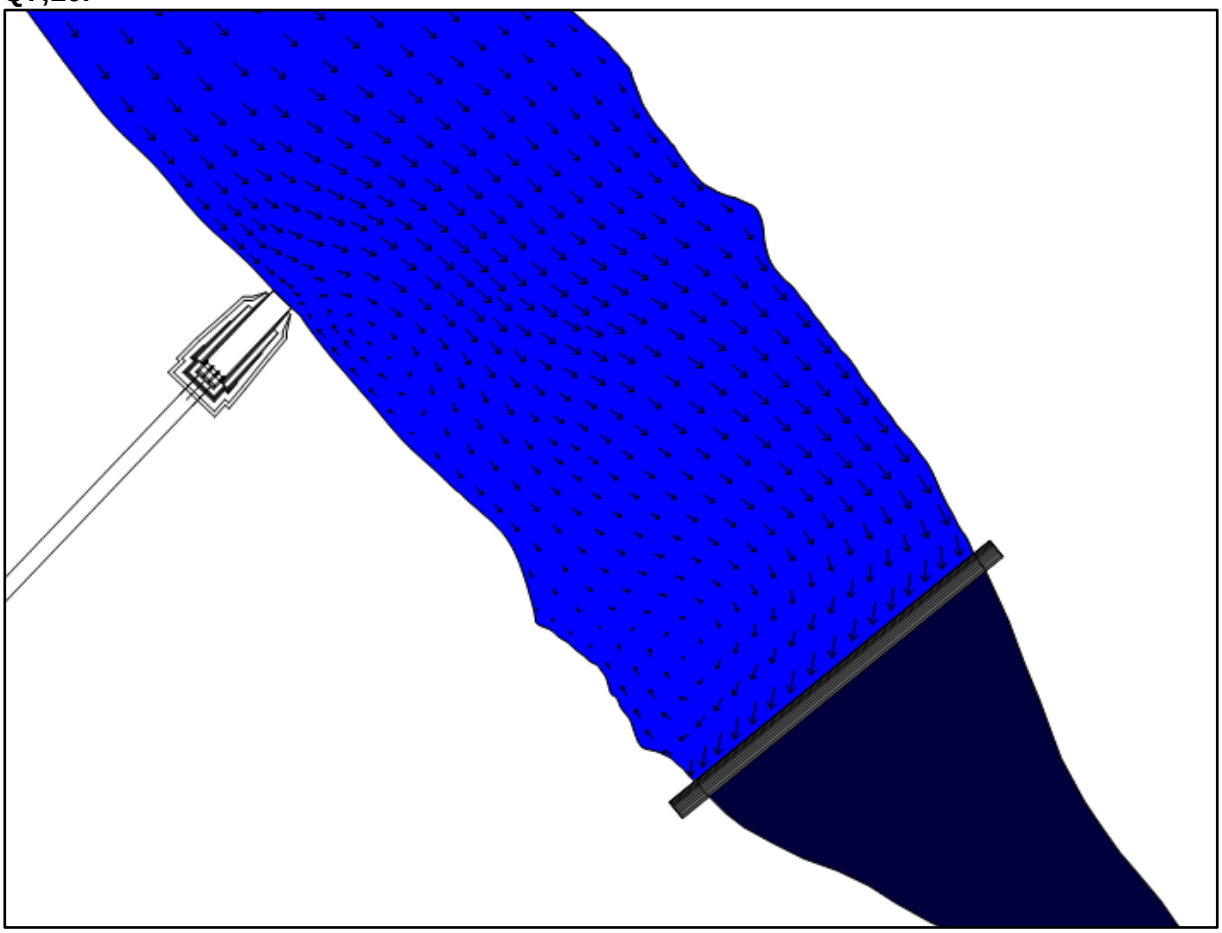


Figura 9.6.48 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Santo Antônio na Q7,10.



9.6.1.7 AHE Nova Erechim

As figuras a seguir apresentam as cotas do nível d'água para a AHE Nova Erechim na Qmlt e para a Q7,10. Como mostrado anteriormente, o domínio de modelagem do AHE Nova Erechim o reservatório e trecho livre do rio Chapecó a montante do reservatório até o barramento do AHE Santo Antônio.

O Nível de Água (NA) na fronteira de montante está aproximadamente 22,4m acima do NA do reservatório. Assim como os demais, este aproveitamento também não sofre deplecionamento, e o nível do reservatório permanece praticamente inalterado nos dois cenários hidrológicos, com variação de aproximadamente 0,3m. Ao longo do Trecho de Vazão Reduzida - TVR do AHE Santo Antônio o NA também se mantém o mesmo nos dois cenários já que no cenário de Qmlt a vazão no TVR é igual a Q7,10.

Figura 9.6.49 – Nível d'água no AHE Nova Erechim para Qmlt.

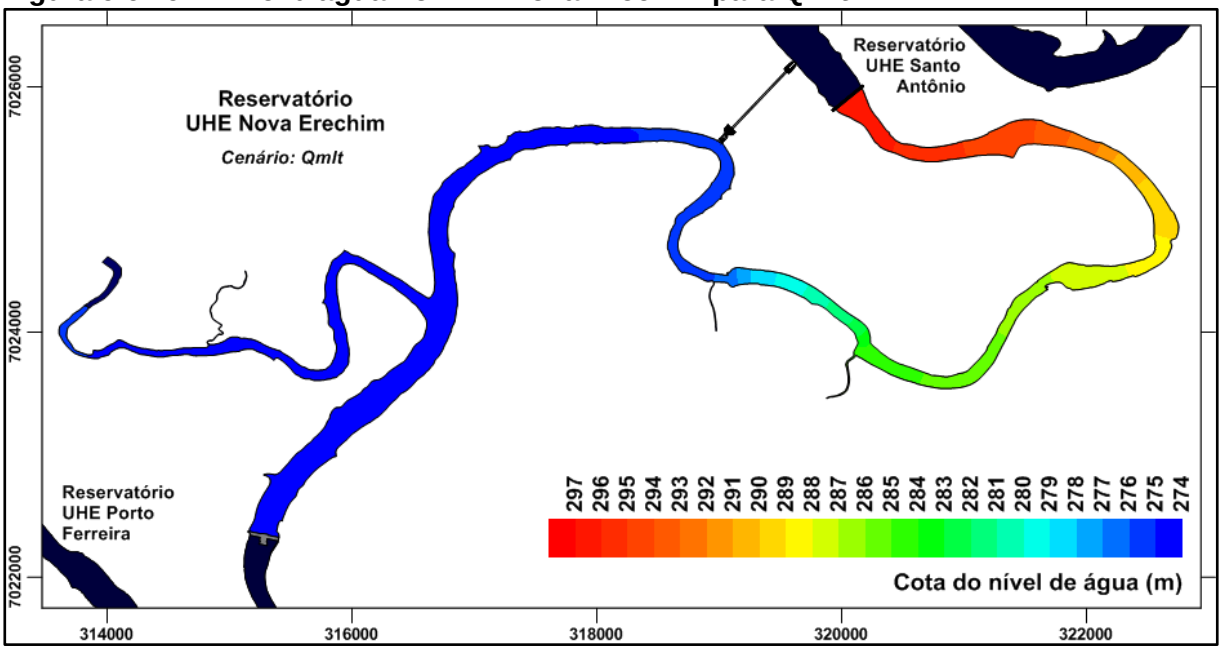
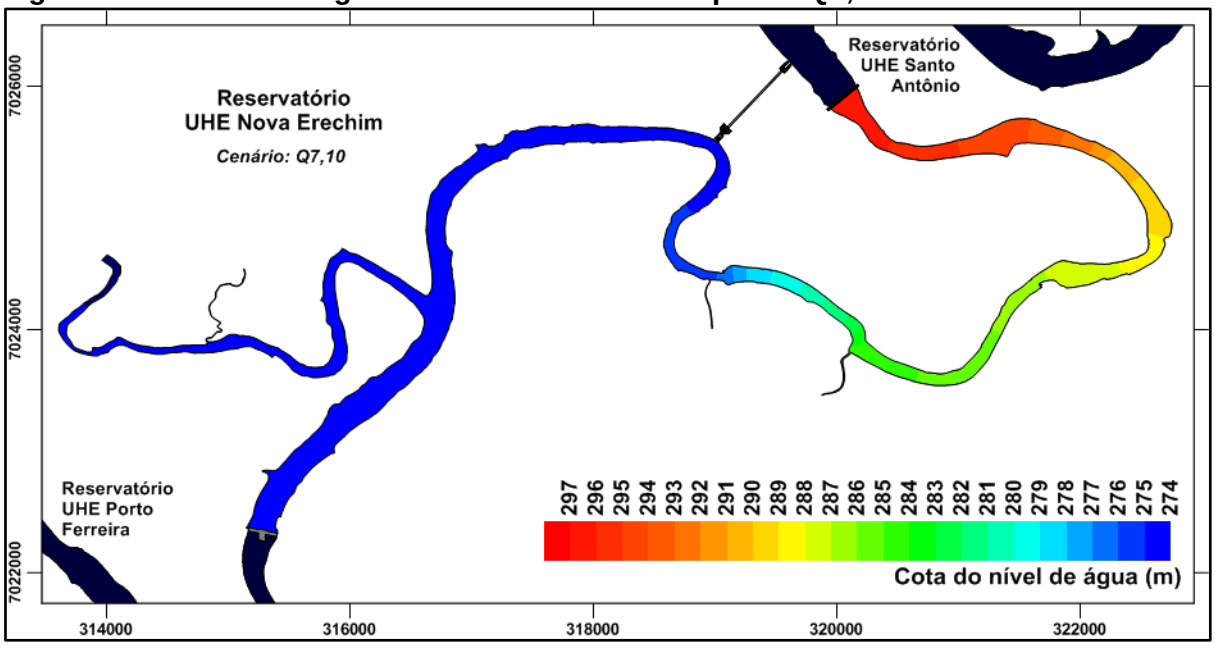


Figura 9.6.50 – Nível d'água no AHE Nova Erechim para a Q7,10.



As figuras a seguir apresentam as intensidades e as direções de velocidade na Qmlt e na Q7,10 ao longo do domínio de modelagem do AHE Nova Erechim. Ao longo do Trecho de Vazão Reduzida - TVR a velocidade se mantém a mesma nos dois cenários já que no cenário de Qmlt a vazão no TVR é igual a Q7,10. A velocidade média no TVR foi de 0,85 m/s atingindo valor máximo de 1,4m/s em

alguns locais. Já no reservatório as velocidades médias foram de 0,15m/s na Q7,10 e 0,25m/s na Qmlt.

Figura 9.6.51 – Intensidade da corrente no AHE Nova Erechim para a Qmlt.

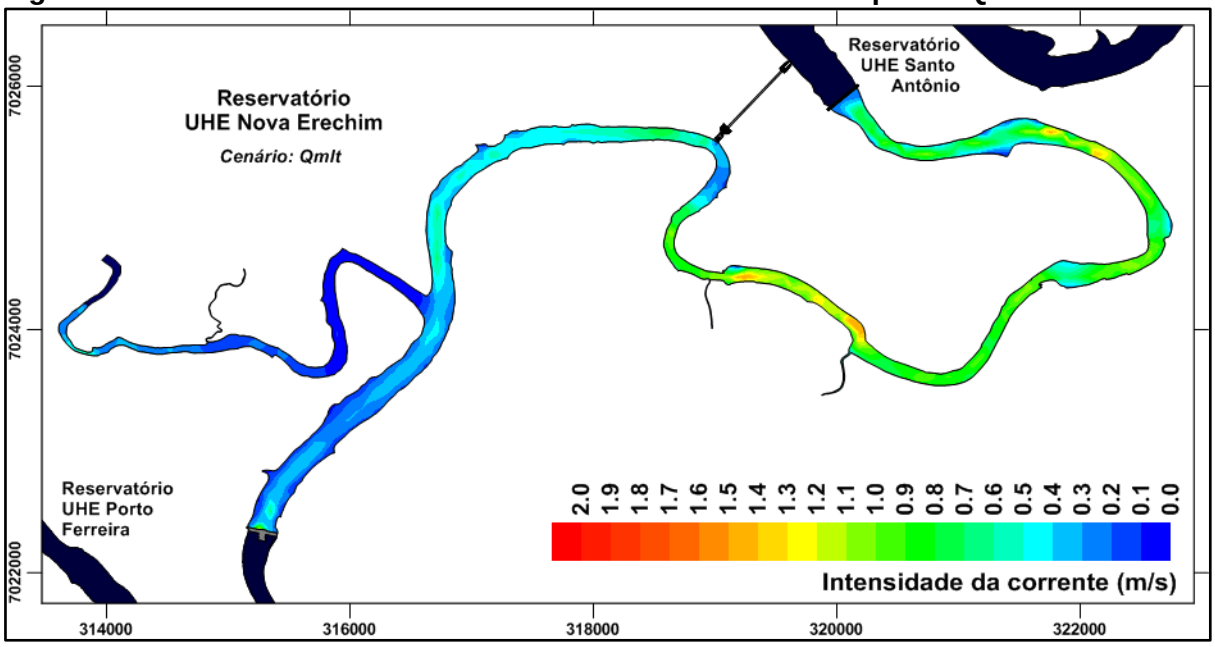
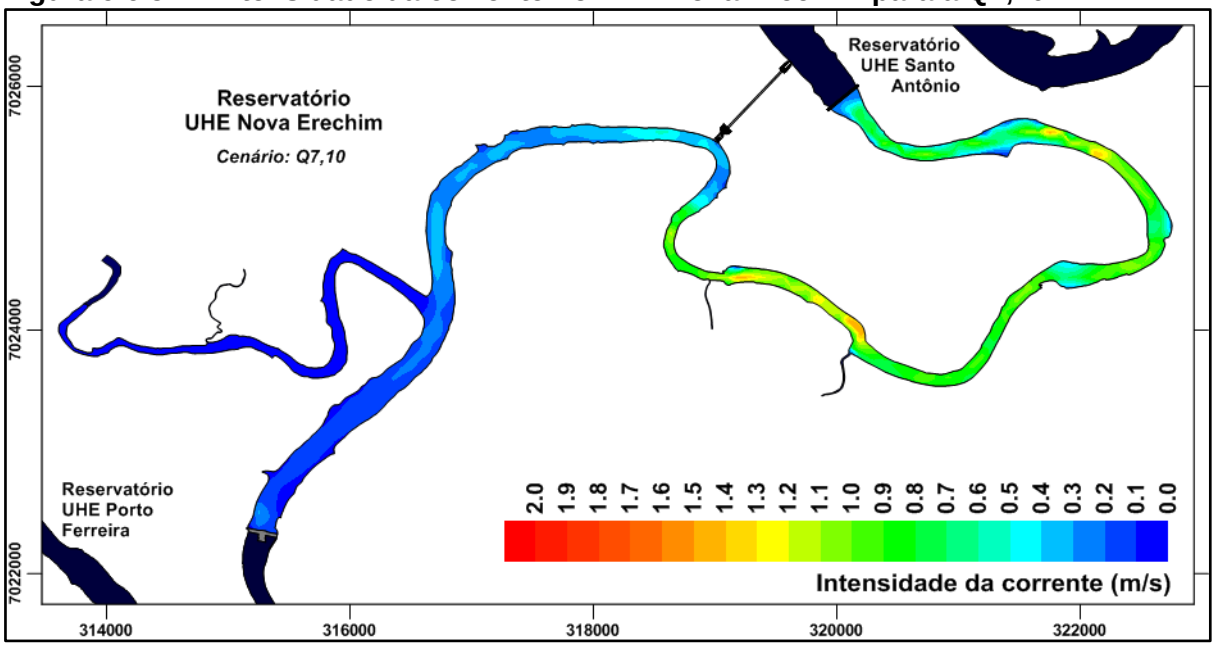


Figura 9.6.52 – Intensidade da corrente no AHE Nova Erechim para a Q7,10.



Como mencionado anteriormente, no cenário de Qmlt, grande parte da água do rio Chapecó passa pelo canal de fuga do AHE Santo Antônio, sendo restituída a aproximadamente 10km a jusante do seu barramento, já na região do reservatório do AHE Nova Erechim. Como na Q7,10 não há geração de energia no AHE Santo Antônio, toda a vazão equivalente a Q7,10 é vertida. Entretanto, no cenário de Qmlt, a vazão destinada para geração de energia é de aproximadamente 152,11 m³/s, enquanto que a vazão vertida é igual à vazão Q7,10, ou seja, 16,32 m³/s. Essas condições operativas alteram a circulação local, como pode ser visualizado nas figuras a seguir.

Figura 9.6.53 – Direção da corrente próximo ao canal de fuga do AHE Santo Antônio localizado no reservatório do AHE Nova Erechim Qmlt.

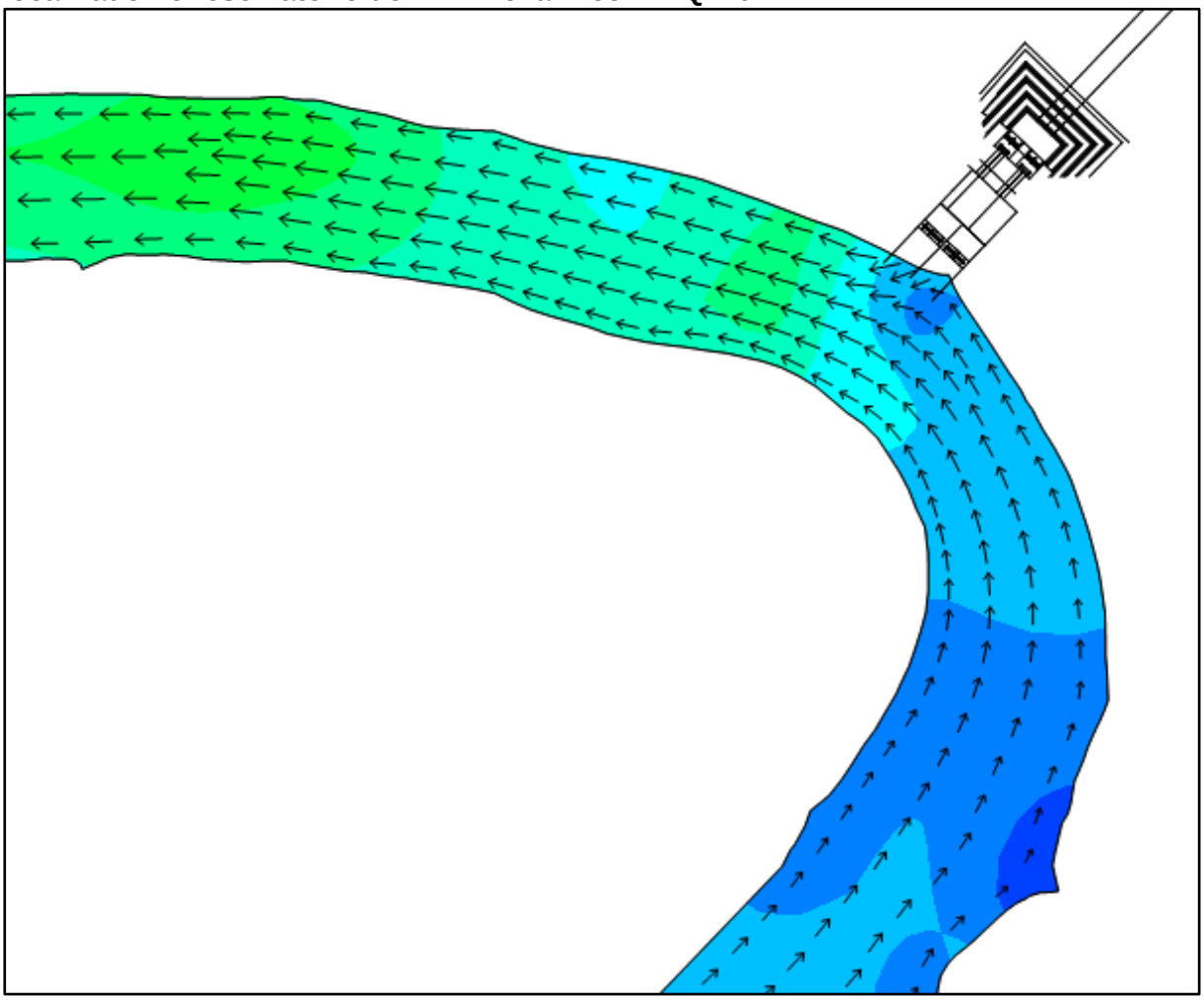
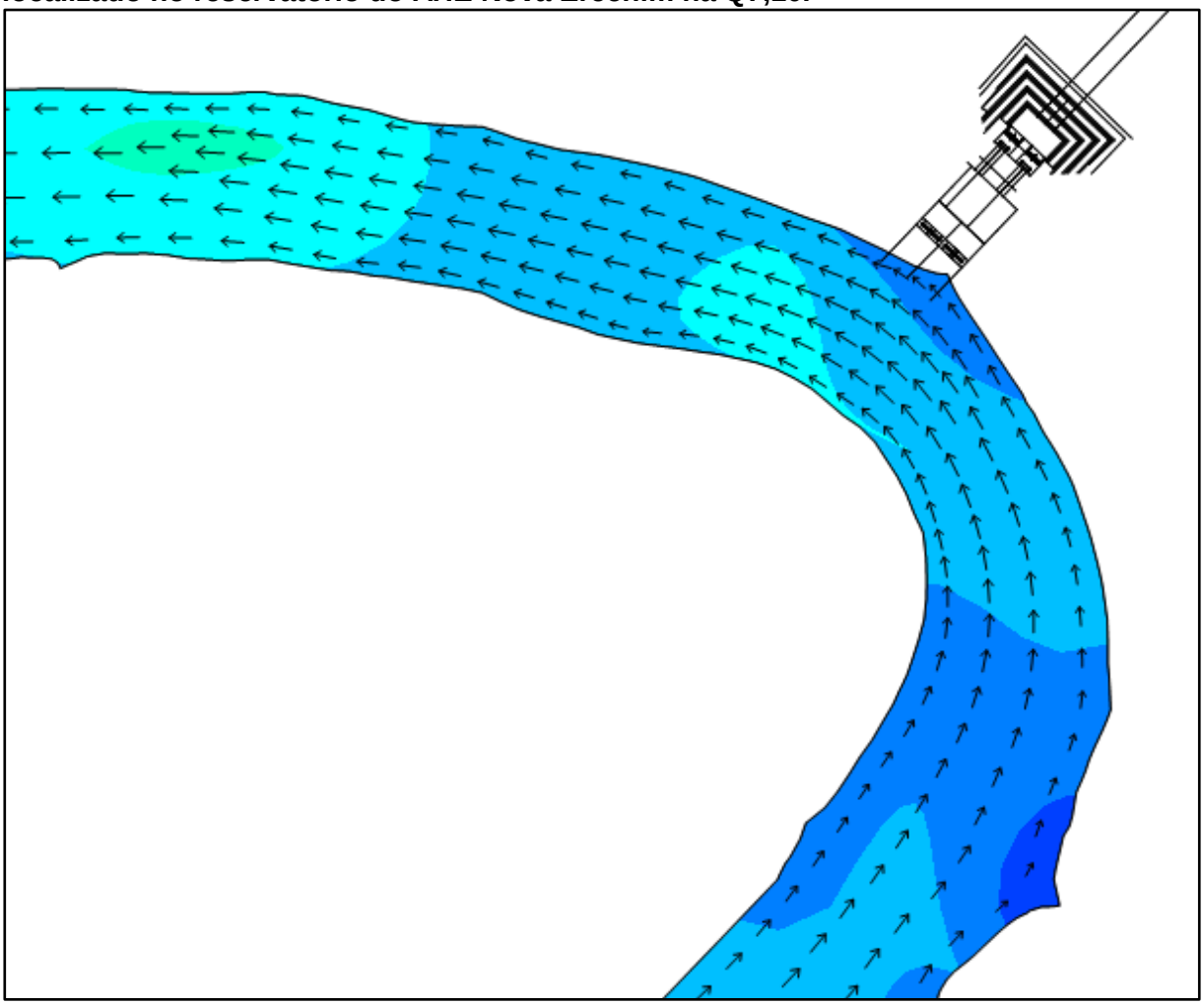


Figura 9.6.54 – Direção da corrente próximo ao canal de fuga do AHE Santo Antônio localizado no reservatório do AHE Nova Erechim na Q7,10.



As condições operativas simuladas do AHE Nova Erechim são distintas entre Qmlt e Q7,10. No caso da Qmlt, toda a vazão passa pelo circuito de geração, 195,99 m³/s, e na Q7,10 toda a vazão passa pelo vertedouro, 18,56 m³/s. Em função disso, há alteração no padrão de circulação hidrodinâmica entre os dois cenários, como pode ser visualizado nas imagens a seguir.

Figura 9.6.55 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Nova Erechim na Qmlt.

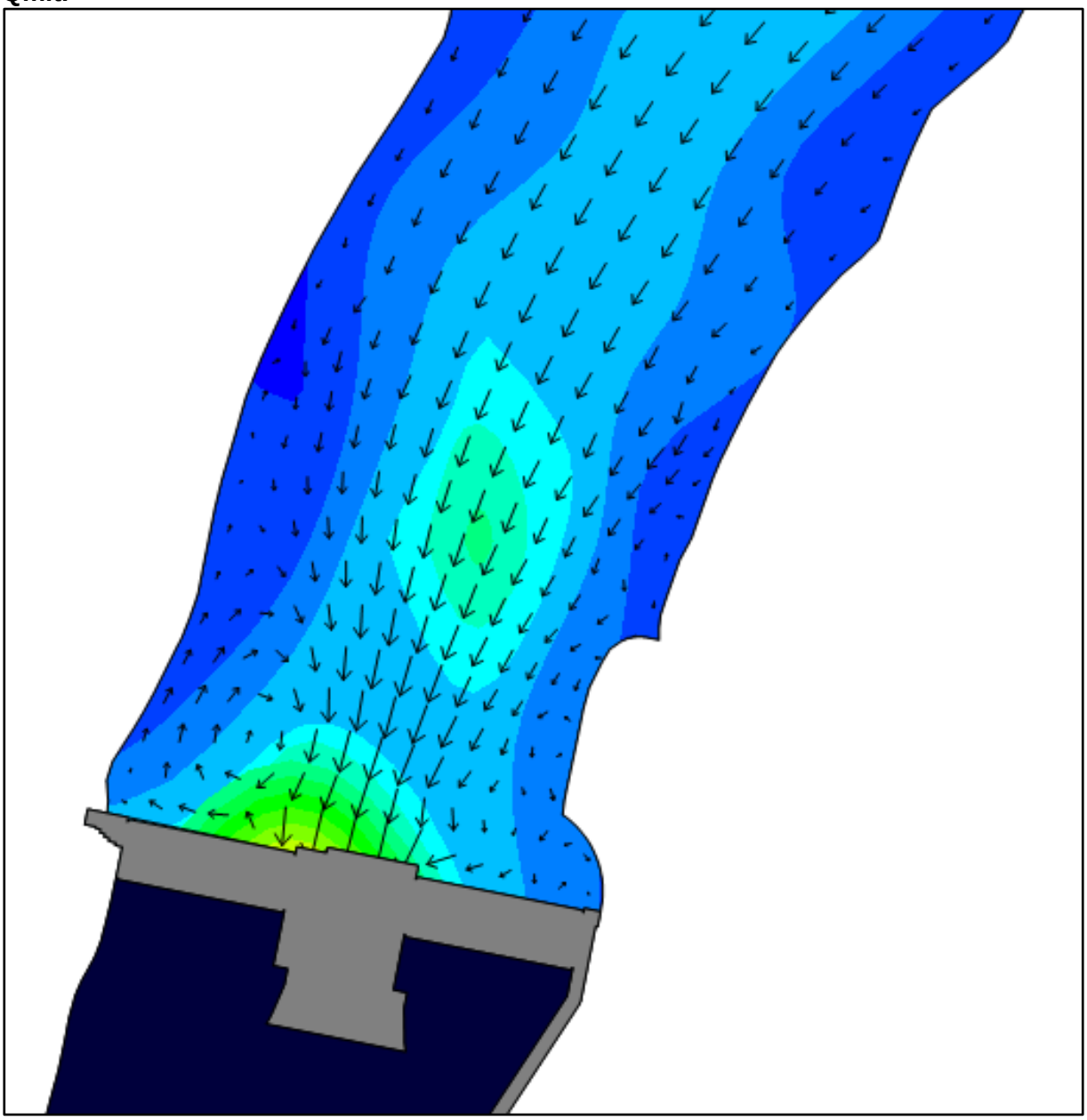
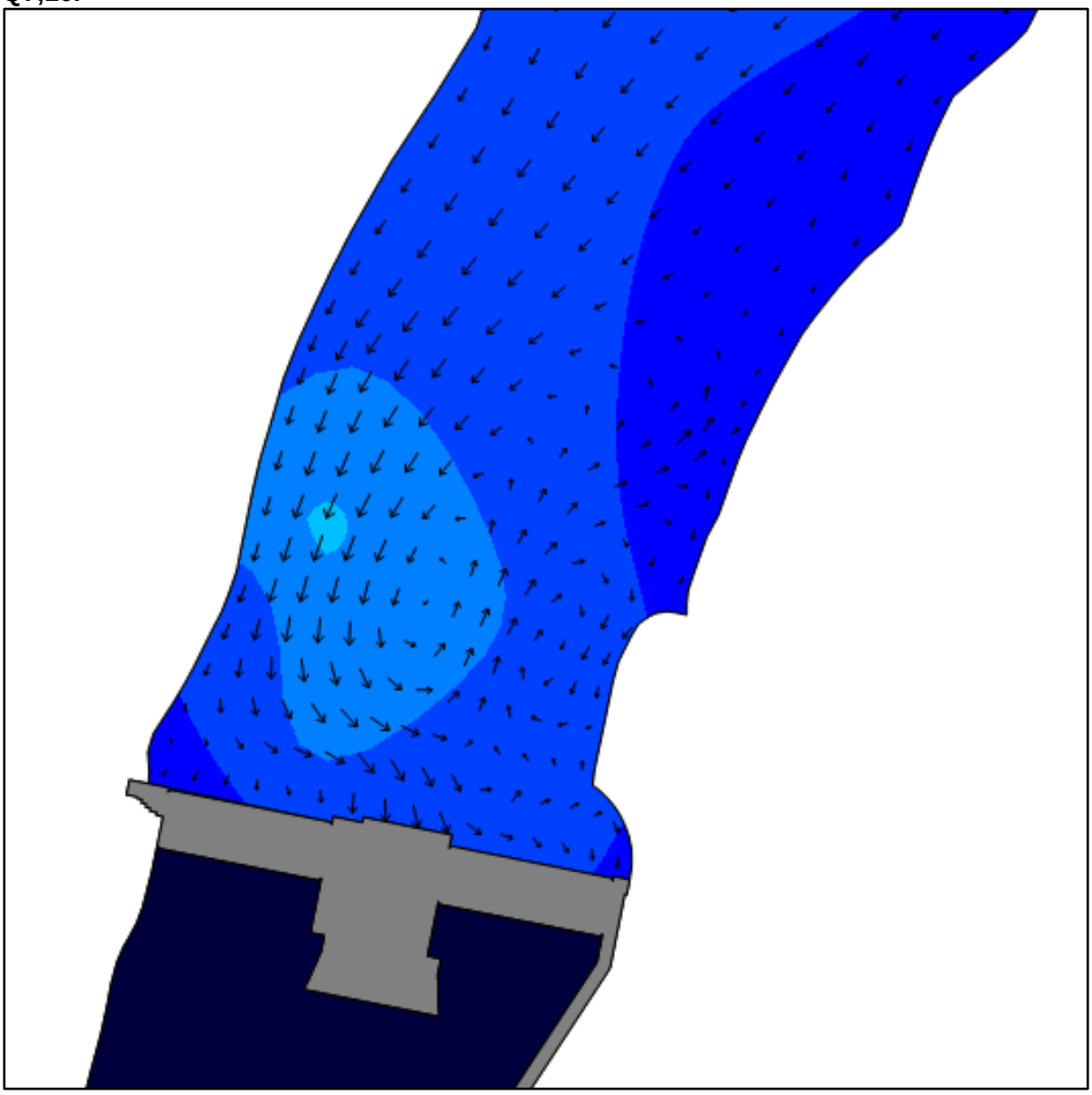


Figura 9.6.56 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Nova Erechim na Q7,10.



9.6.1.8 AHE Porto Ferreira

As figuras a seguir apresentam as cotas do nível d'água para a AHE Porto Ferreira na Qmlt e para a Q7,10. A variação do Nível de Água (NA) entre a fronteira de montante e jusante chega a aproximadamente 2m. O reservatório do AHE Porto Ferreira não apresenta variação de nível significativa entre os cenários. Na região a montante do reservatório há variações de até 0,2m entre os cenários.

Figura 9.6.57 – Nível d'água no AHE Porto Ferreira para Qmlt.

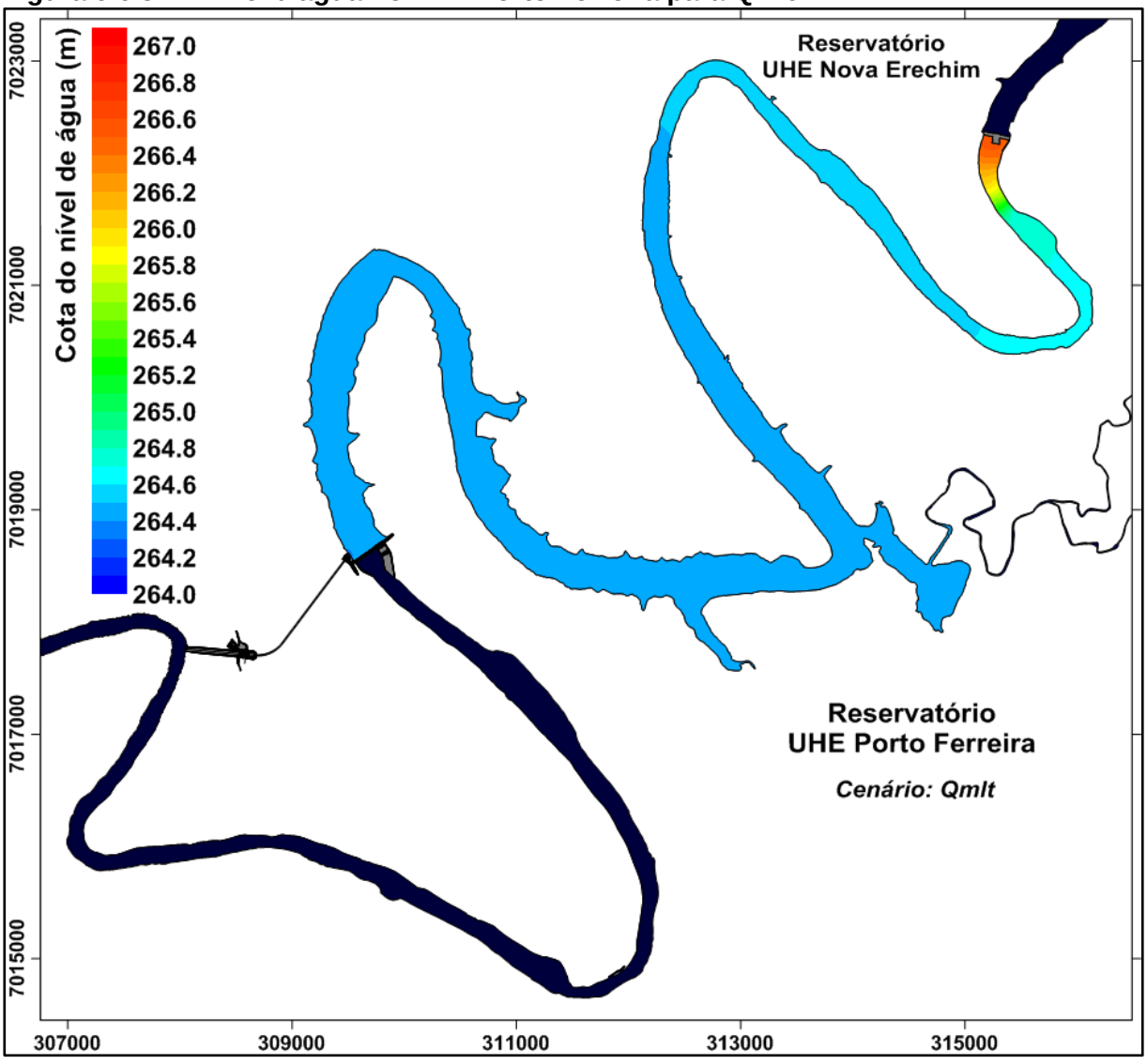
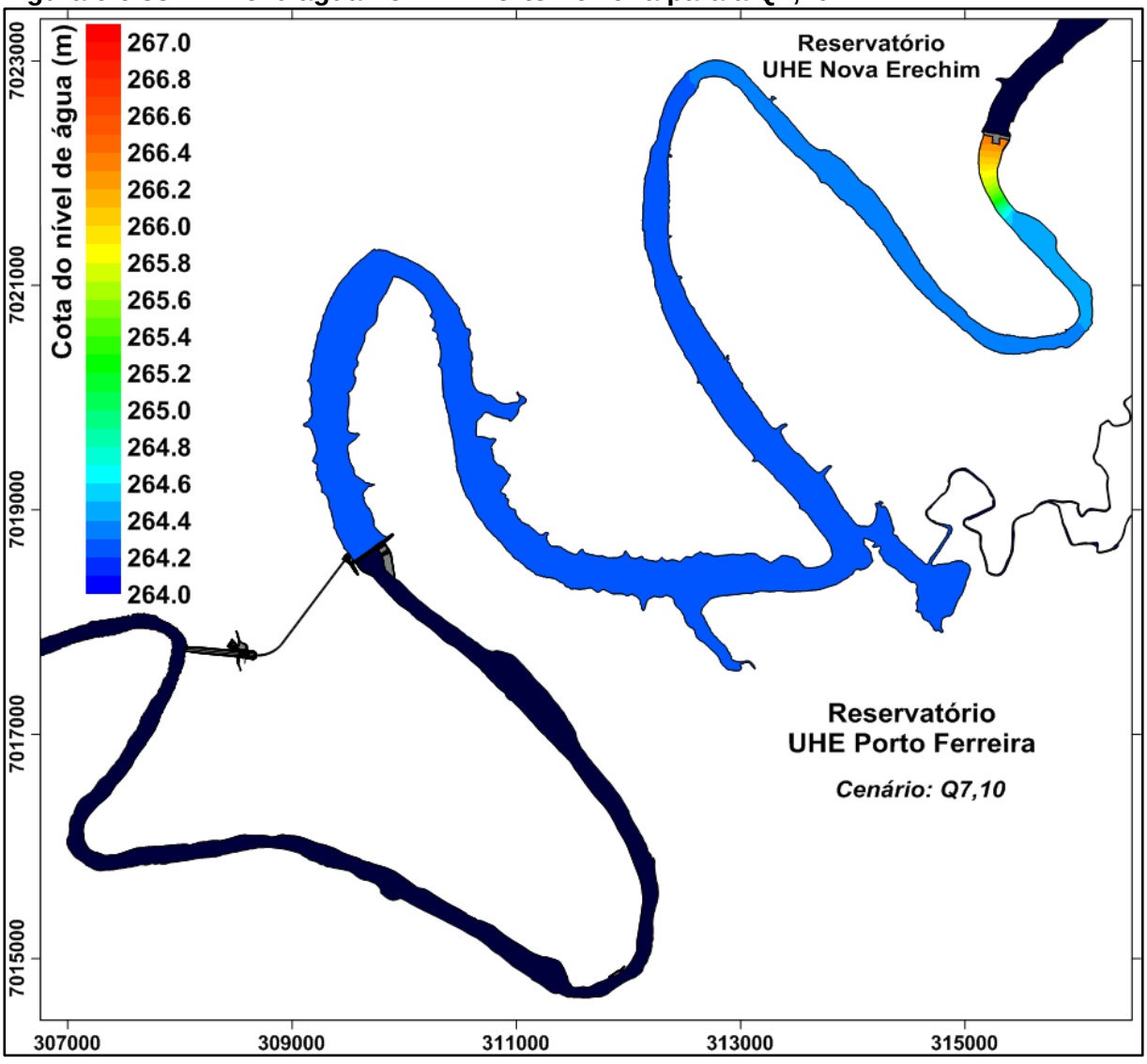


Figura 9.6.58 – Nível d'água no AHE Porto Ferreira para a Q7,10.



As figuras a seguir apresentam as intensidades e as direções de velocidade na Qmlt e na Q7,10 ao longo do domínio de modelagem do AHE Porto Ferreira. A região a montante da área do reservatório apresentou velocidades elevadas, chegando a 1,4 m/s na Qmlt e 1 m/s na Q7,10 na região próxima ao canal de fuga do AHE Nova Erechim.

Figura 9.6.59 – Intensidade da corrente no AHE Porto Ferreira para a Qmlt.

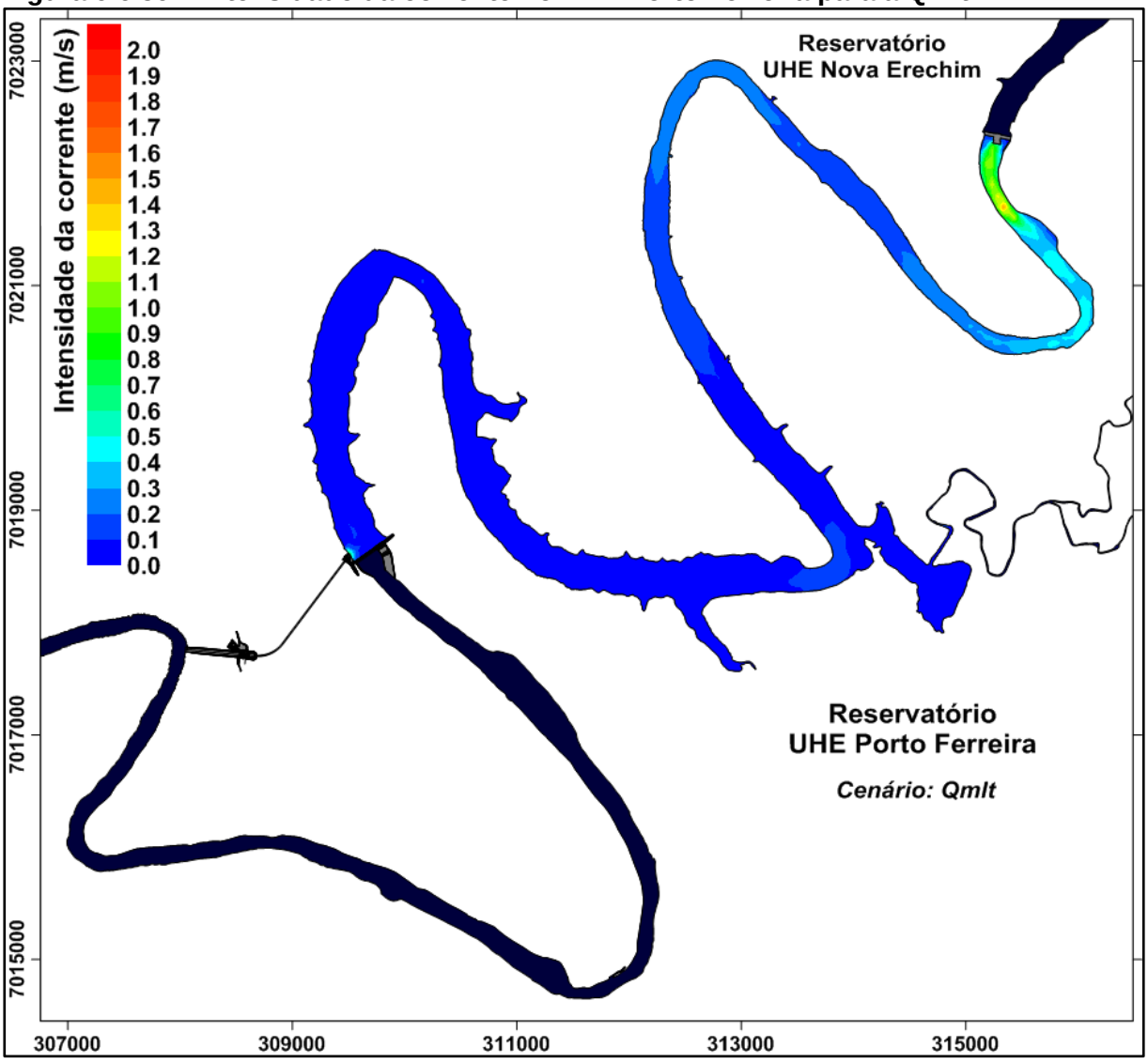
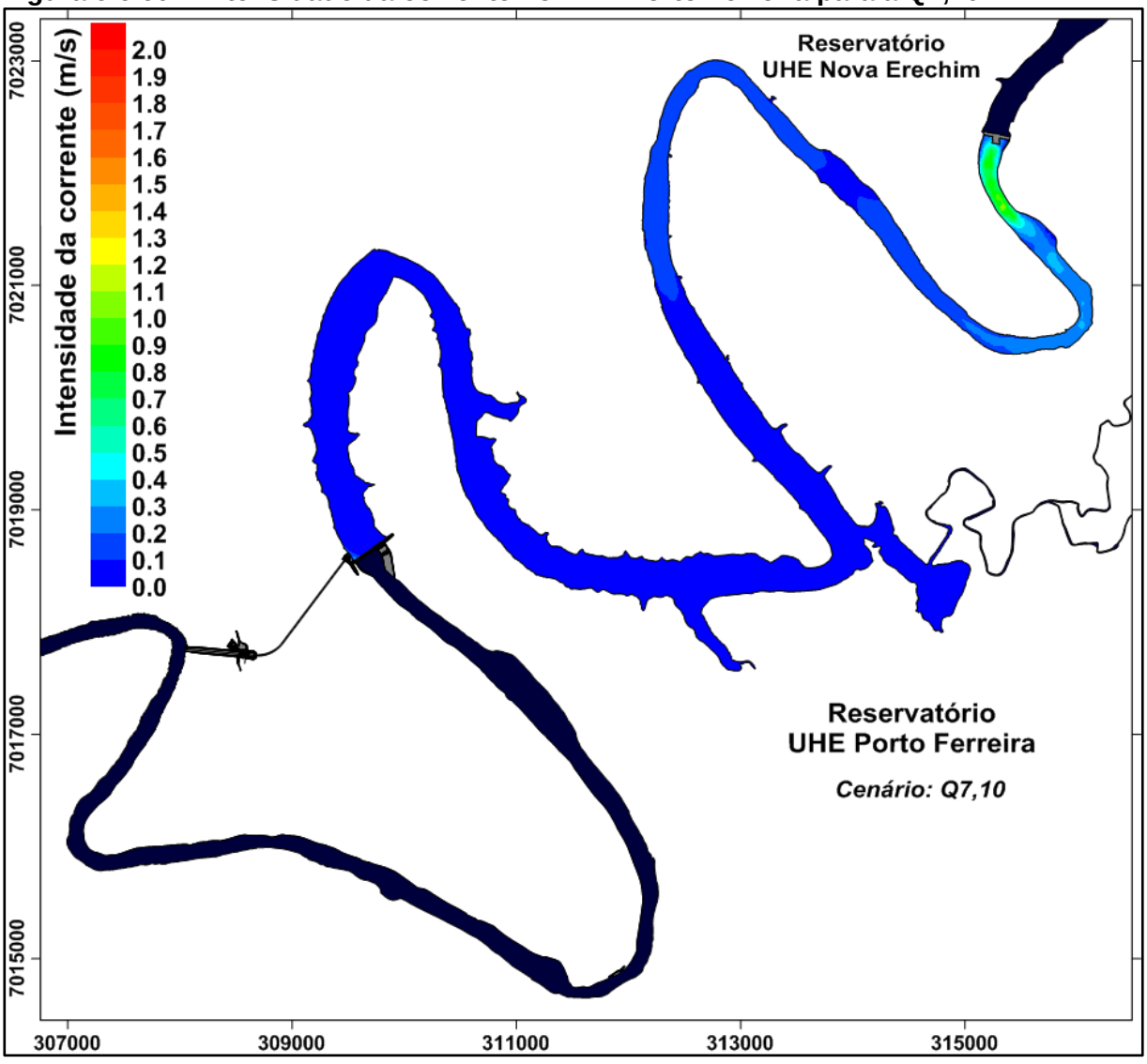


Figura 9.6.60 – Intensidade da corrente no AHE Porto Ferreira para a Q7,10.



As figuras a seguir apresentam a hidrodinâmica próximo ao canal de fuga do AHE Nova Erechim.

Figura 9.6.61 – Direção da corrente na região do canal de fuga do AHE Nova Erechim na área a montante do reservatório do AHE Porto Ferreira – Qmlt.

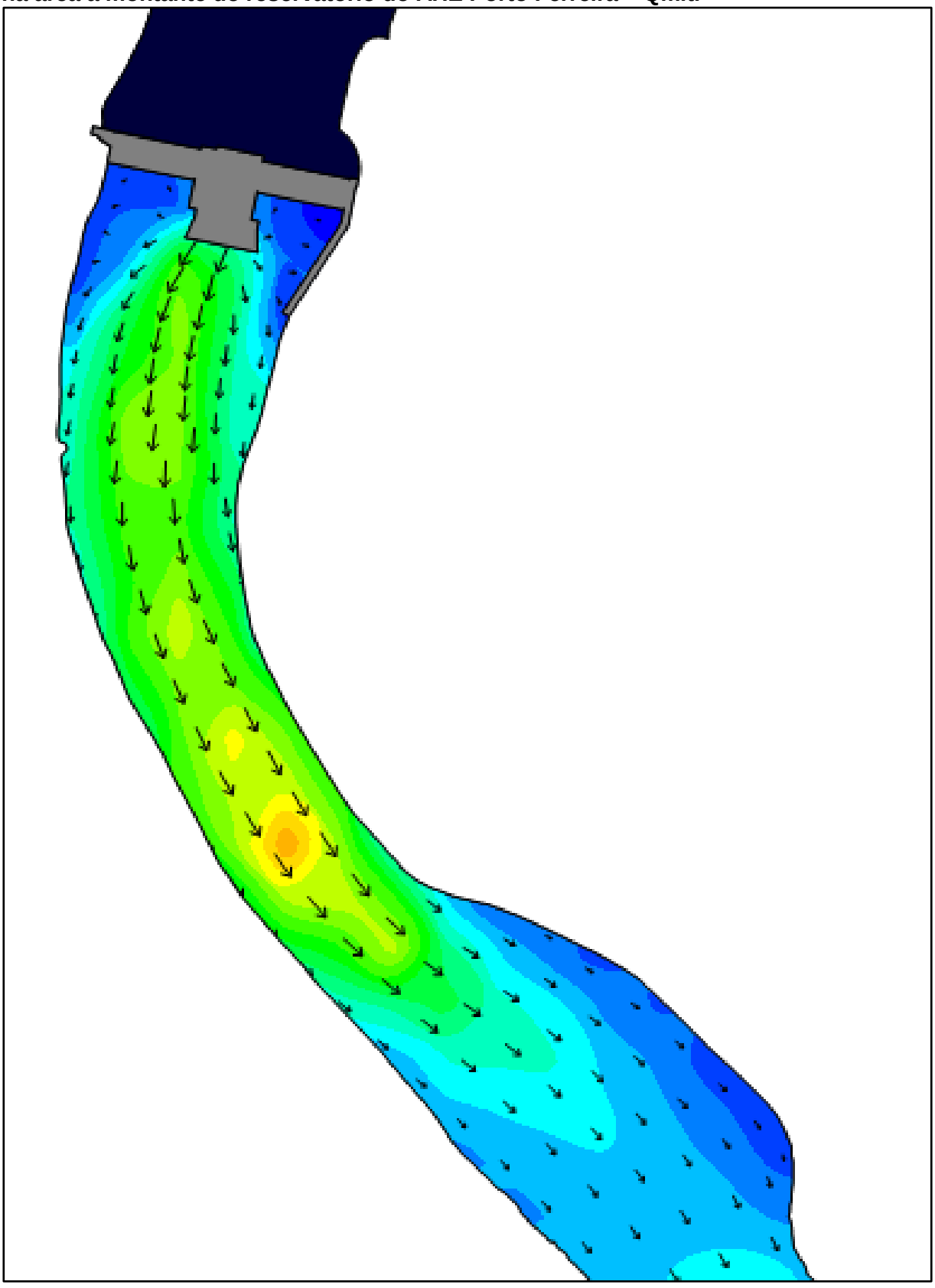
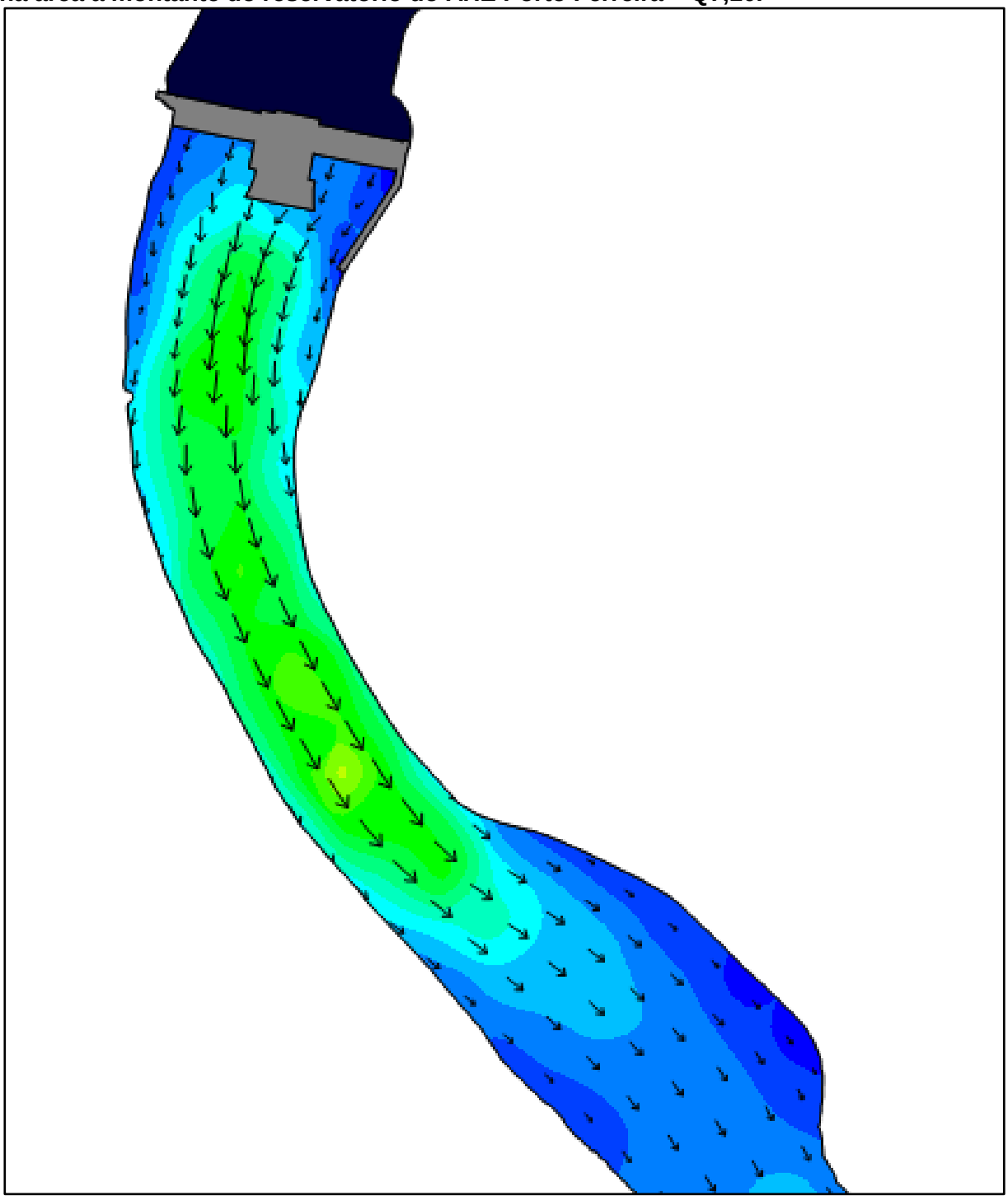


Figura 9.6.62 – Direção da corrente na região do canal de fuga do AHE Nova Erechim na área a montante do reservatório do AHE Porto Ferreira – Q7,10.



Em ambos os cenários simulados, a vazão vertida do AHE Porto Ferreira é equivalente a Q7,10, tanto no cenário de Qmlt como no cenário de Q7,10. Com isso, a vazão turbinada do AHE Santo Antônio na Qmlt é dada pela diferença entre a Qmlt e a Q7,10, totalizando 180,53 m³/s. Já na Q7,10 a vazão turbinada do AHE Santo Antônio é nula. Com isso, o padrão de circulação hidrodinâmica entre os dois cenários é diferenciado próximo ao barramento e tomada d'água, como pode ser visualizado nas imagens a seguir.

Figura 9.6.63 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Porto Ferreira na Qmlt.

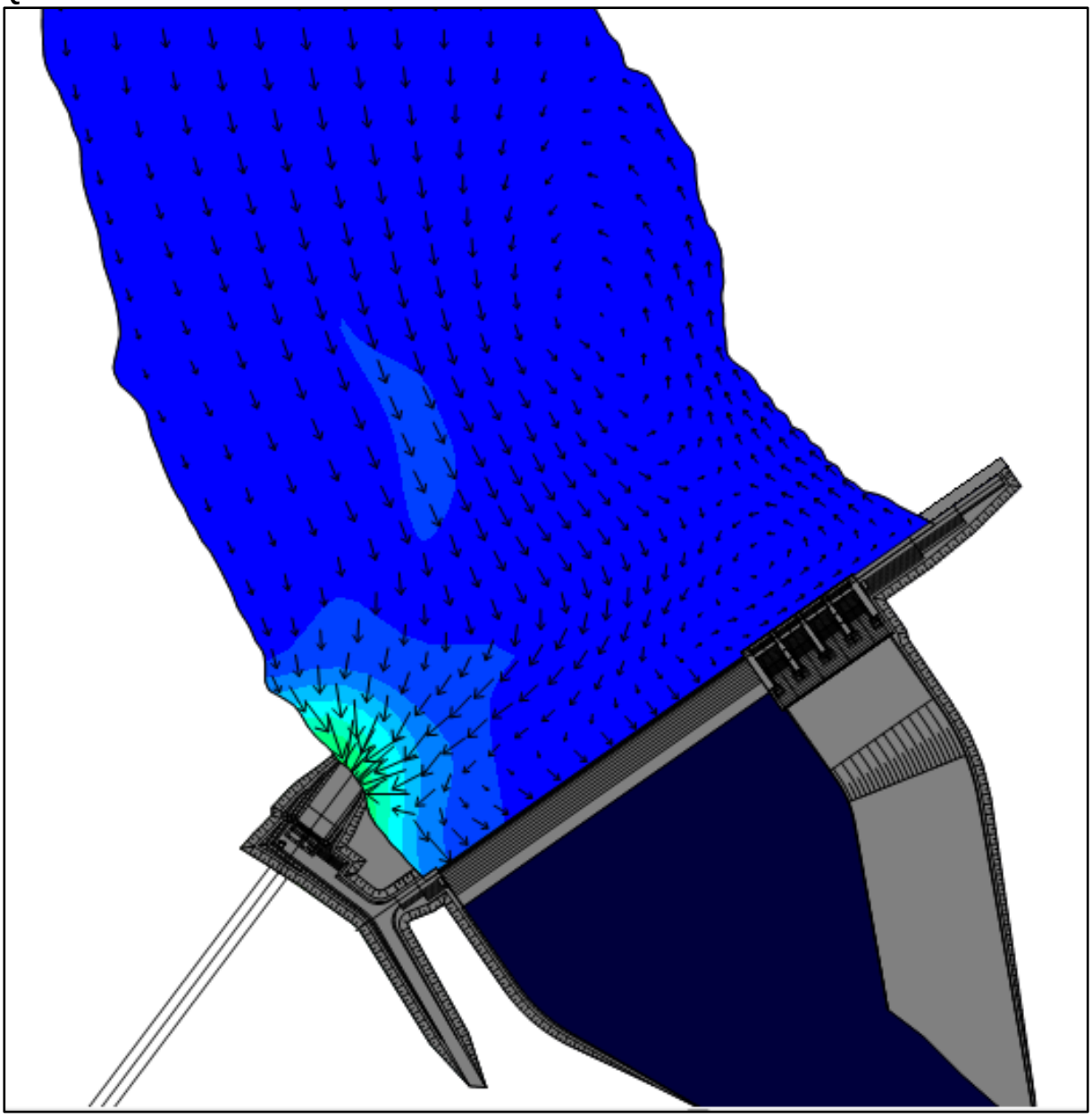
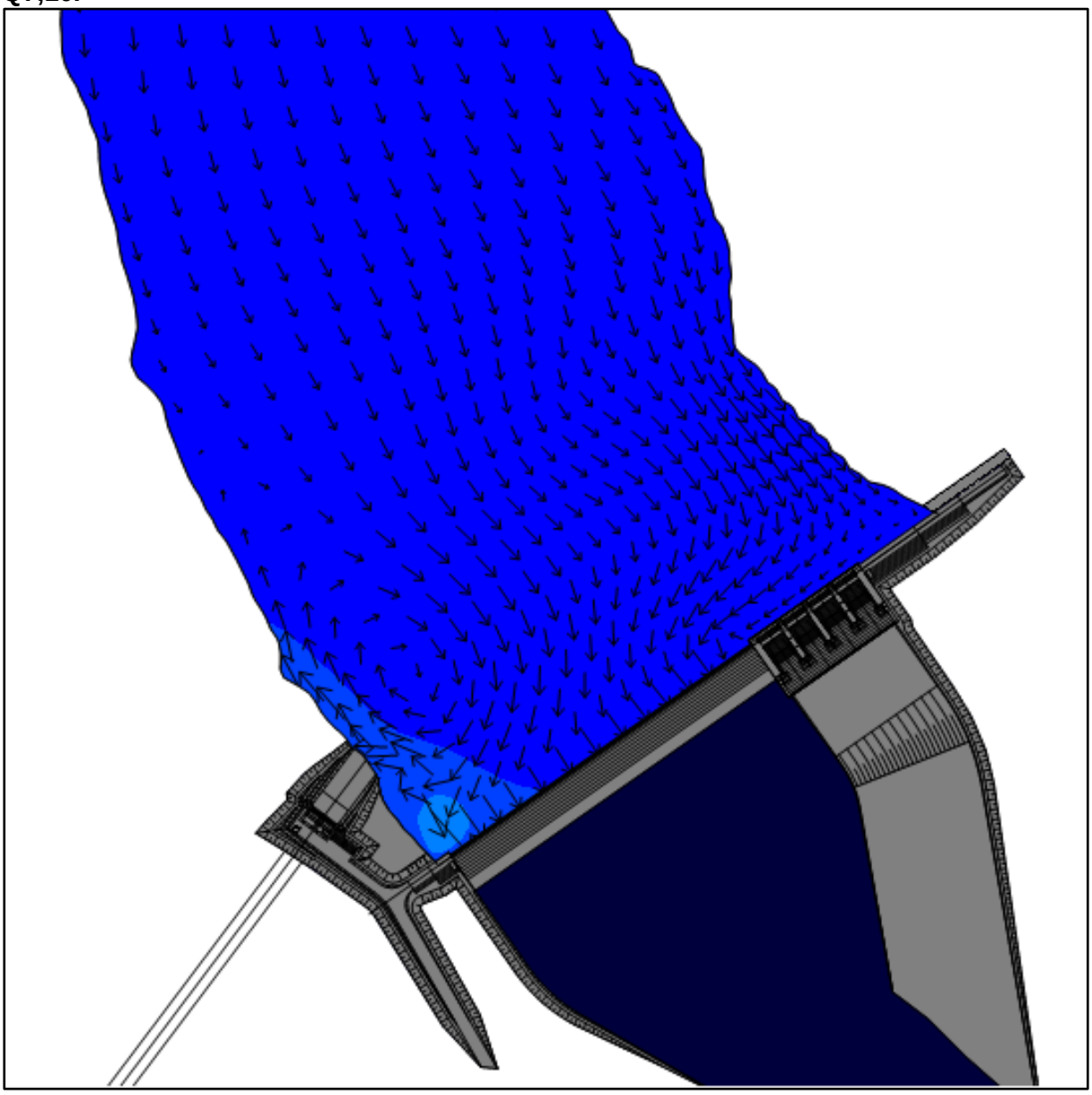


Figura 9.6.64 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Porto Ferreira na Q7,10.



9.6.1.9 AHE Águas de Chapecó

As figuras a seguir apresentam as cotas do nível d'água para a AHE Águas de Chapecó na Qmlt e para a Q7,10. Como mostrado anteriormente, o domínio de modelagem do AHE Águas de Chapecó contempla o reservatório e trecho livre do rio Chapecó a montante do reservatório até o barramento do AHE Porto Ferreira.

O Nível de Água (NA) na fronteira de montante está aproximadamente 6m acima do NA do reservatório. Assim como os demais, este aproveitamento também

não sofre deplecionamento, e o nível do reservatório permanece praticamente inalterado nos dois cenários hidrológicos, com variação de aproximadamente 0,2m.

Figura 9.6.65 – Nível d'água no AHE Águas de Chapecó para Qmlt.

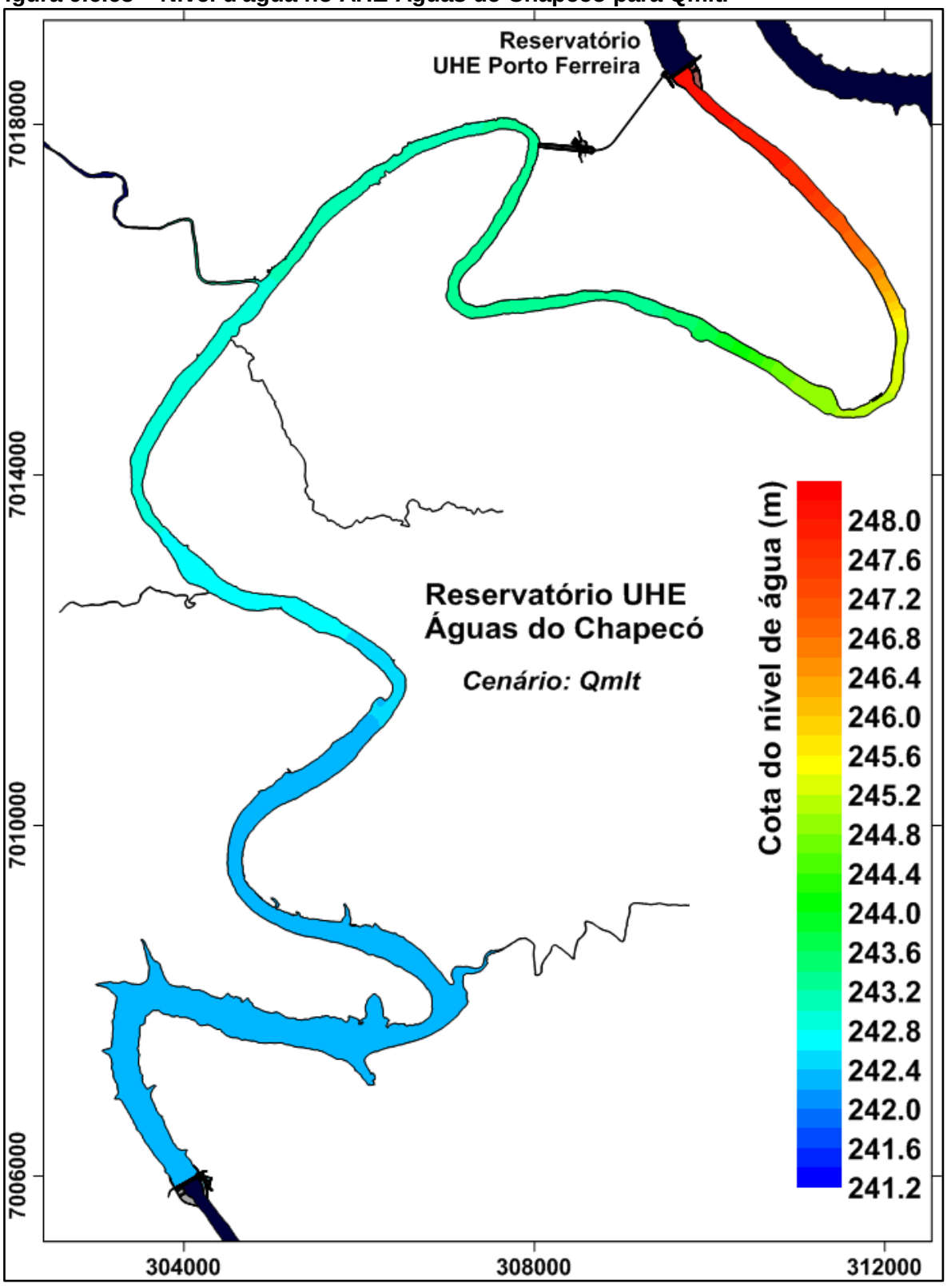
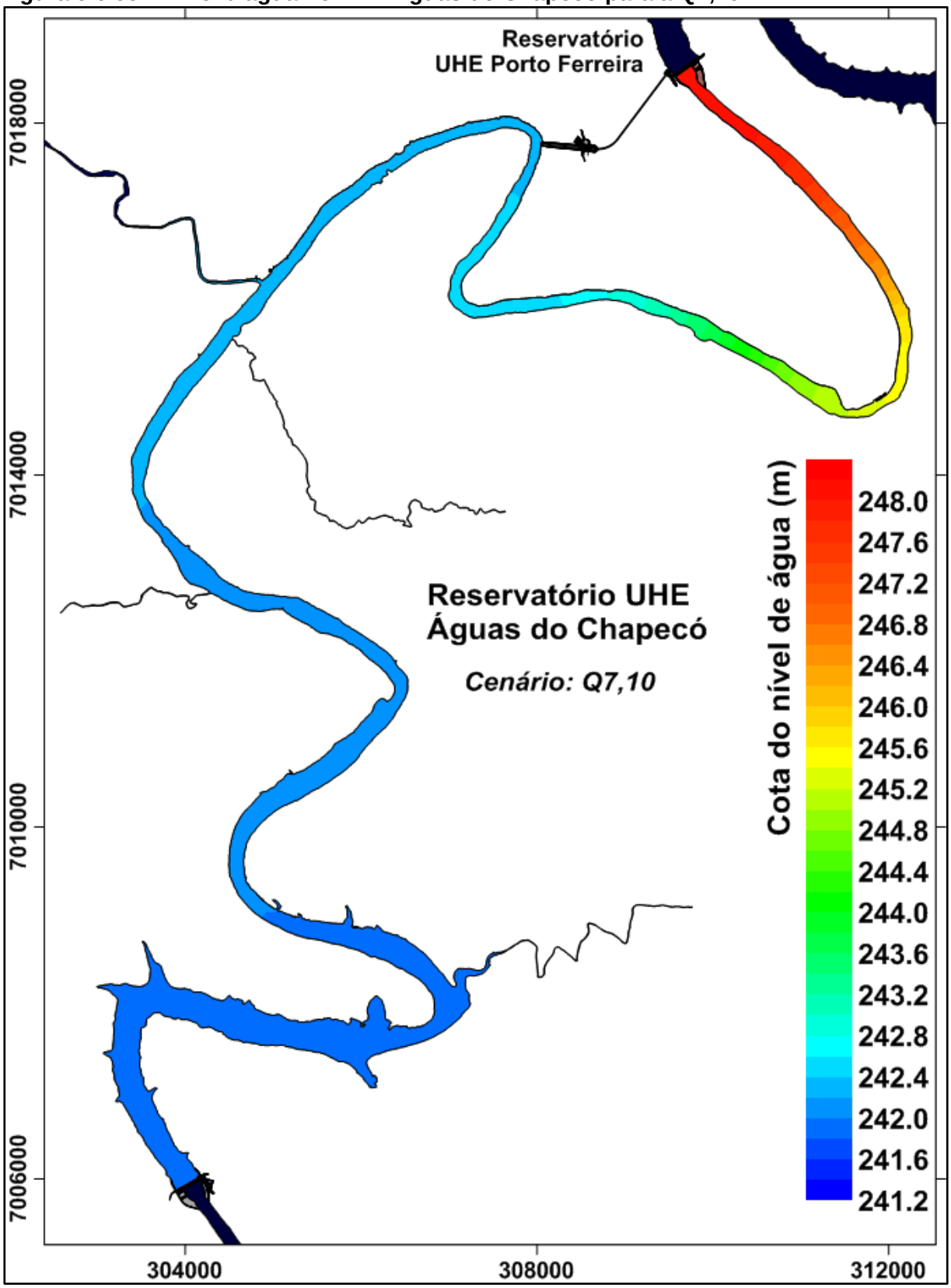


Figura 9.6.66 – Nível d'água no AHE Águas de Chapecó para a Q7,10.



As figuras a seguir apresentam as intensidades e as direções de velocidade na Qmlt e na Q7,10 ao longo do domínio de modelagem do AHE Águas de Chapecó. A velocidade média no Trecho de Vazão Reduzida - TVR do AHE Porto Ferreira foi de 0,5m/s na Qmlt e 0,3m/s na Q7,10, atingindo valores de até 0,8m/s na Qmlt e 0,4 na Q7,10 em alguns locais do TVR. Já no reservatório as velocidades variaram de 0,05m/s a 0,1m/s.

Figura 9.6.67 – Intensidade da corrente no AHE Águas de Chapecó para a Qmlt.

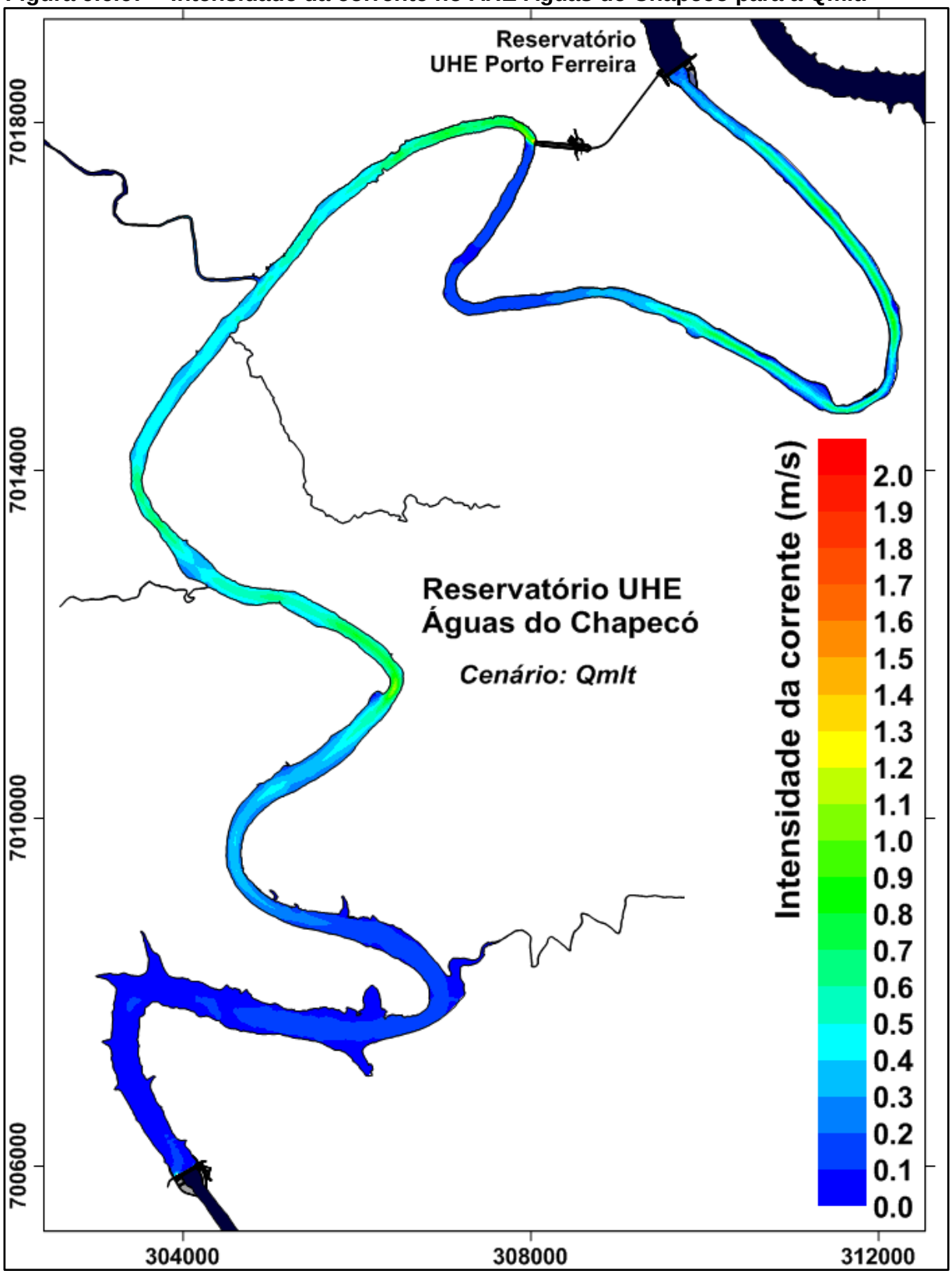
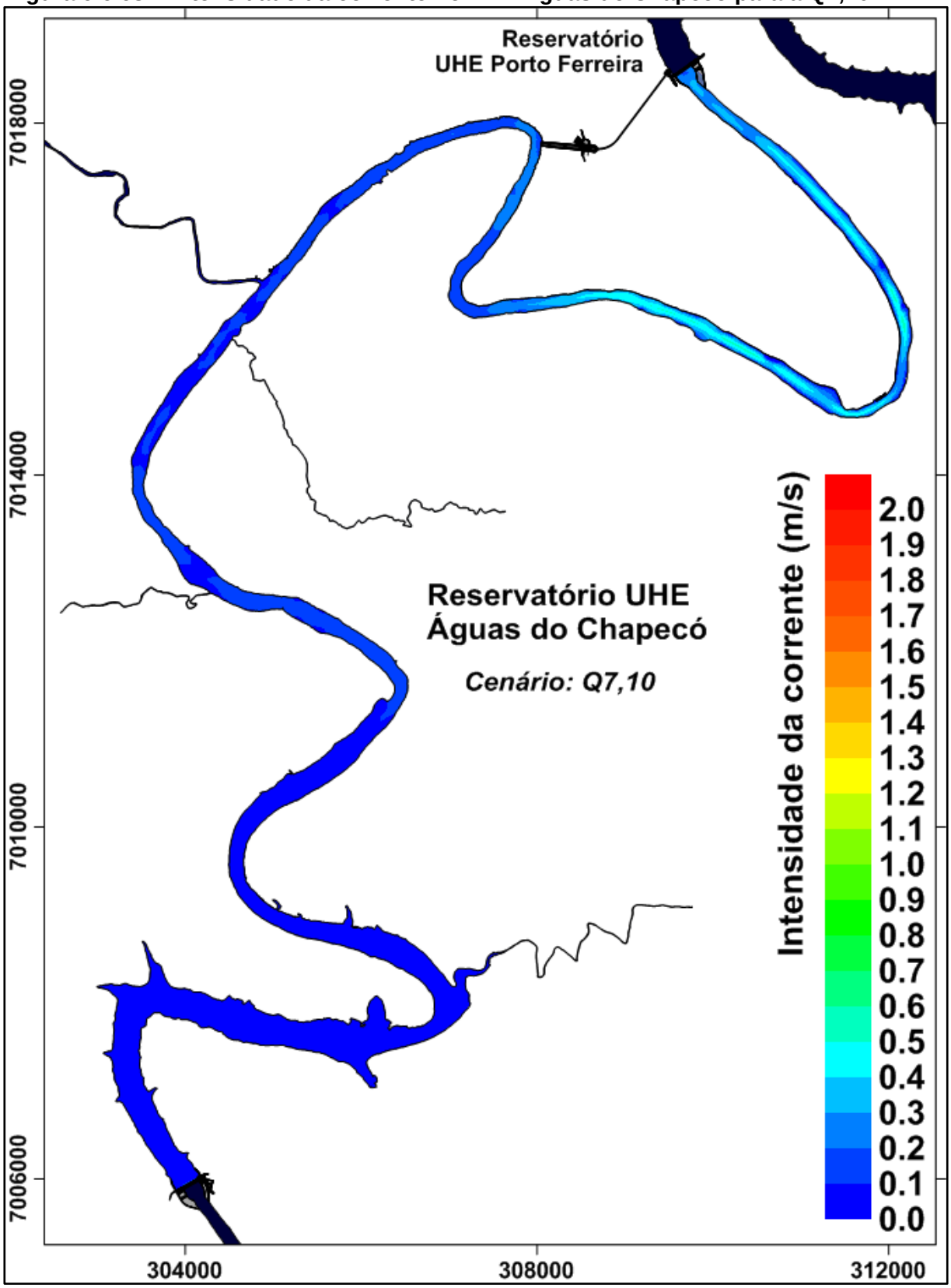


Figura 9.6.68 – Intensidade da corrente no AHE Águas de Chapecó para a Q7,10.



Como mencionado anteriormente, no cenário de Qmlt, grande parte da água do rio Chapecó passa pelo canal de fuga do AHE Porto Ferreira, sendo restituída já na região do reservatório do AHE Águas de Chapecó. Como na Q7,10 não há geração de energia no AHE Santo Antônio, toda a vazão equivalente a Q7,10 é vertida. No cenário de Qmlt, a vazão destinada para geração de energia do AHE Porto Ferreira é de aproximadamente 180,53m³/s, enquanto que a vazão vertida é igual à vazão Q7,10, ou seja, 18,83m³/s. Essas condições operativas alteram a circulação local, como pode ser visualizado nas figuras a seguir.

Figura 9.6.69 – Direção da corrente próximo ao canal de fuga do AHE Porto Ferreira localizado no reservatório do AHE Águas de Chapecó Qmlt.

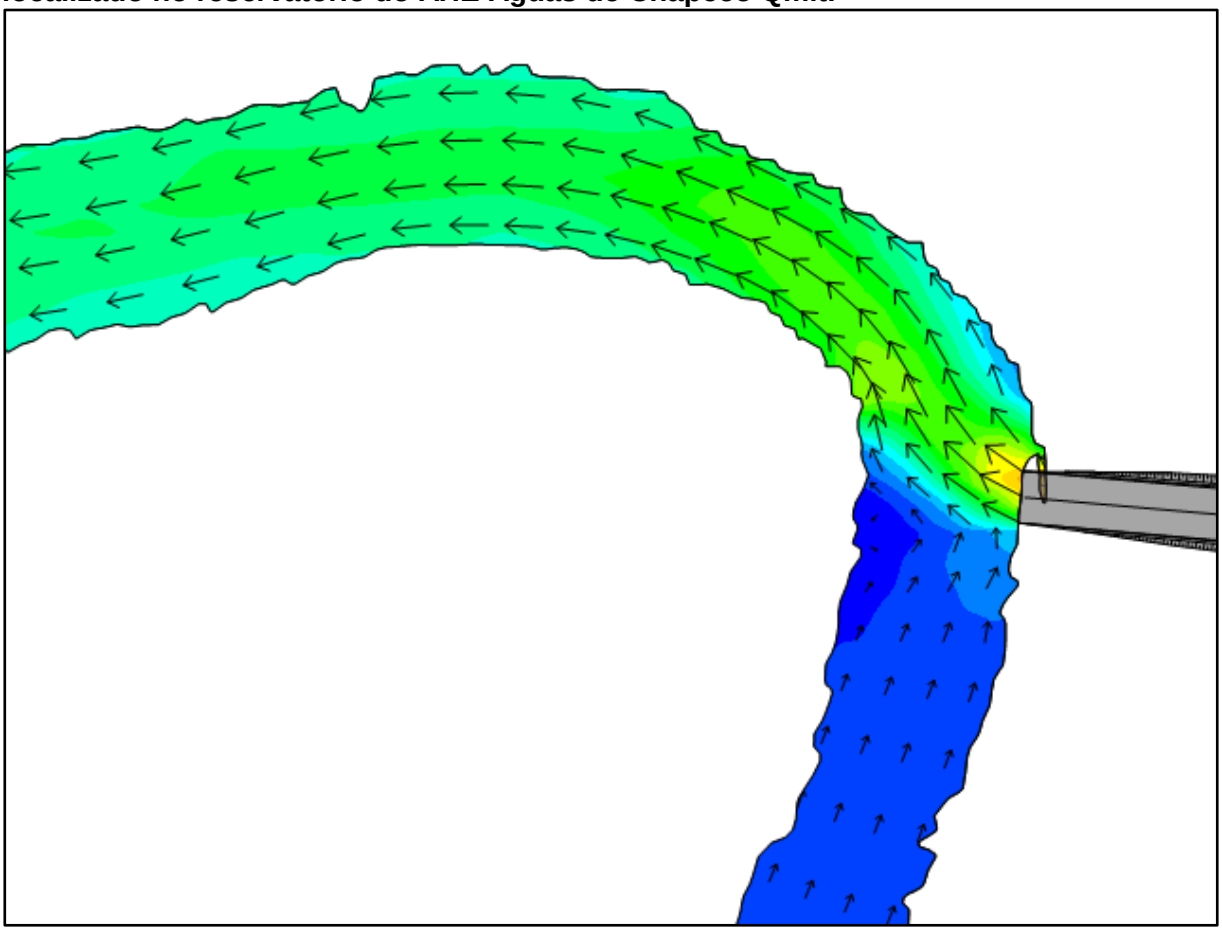
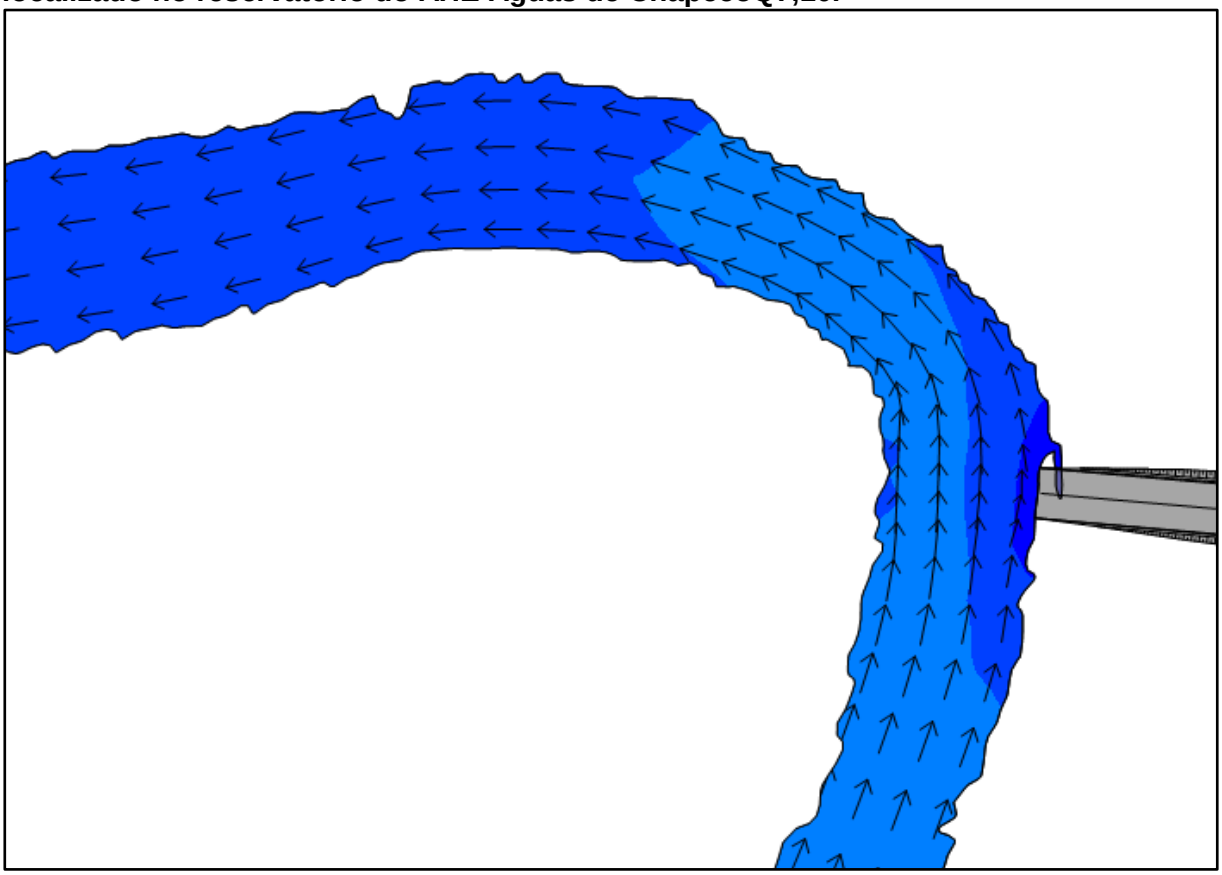


Figura 9.6.70 – Direção da corrente próximo ao canal de fuga do AHE Porto Ferreira localizado no reservatório do AHE Águas de ChapecóQ7,10.



As condições operativas simuladas do AHE Águas de Chapecó são distintas entre Qmlt e Q7,10. No caso da Qmlt, a vazão destinada para geração de energia é dada pela diferença entre a Qmlt e a Q7,10, totalizando 195,15 m³/s. Já na Q7,10 toda a vazão passa pelo vertedouro, 18,53 m³/s. Em função disso, há alteração no padrão de circulação hidrodinâmica entre os dois cenários, como pode ser visualizado nas imagens a seguir.

Figura 9.6.71 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Águas de Chapecó na Qmlt.

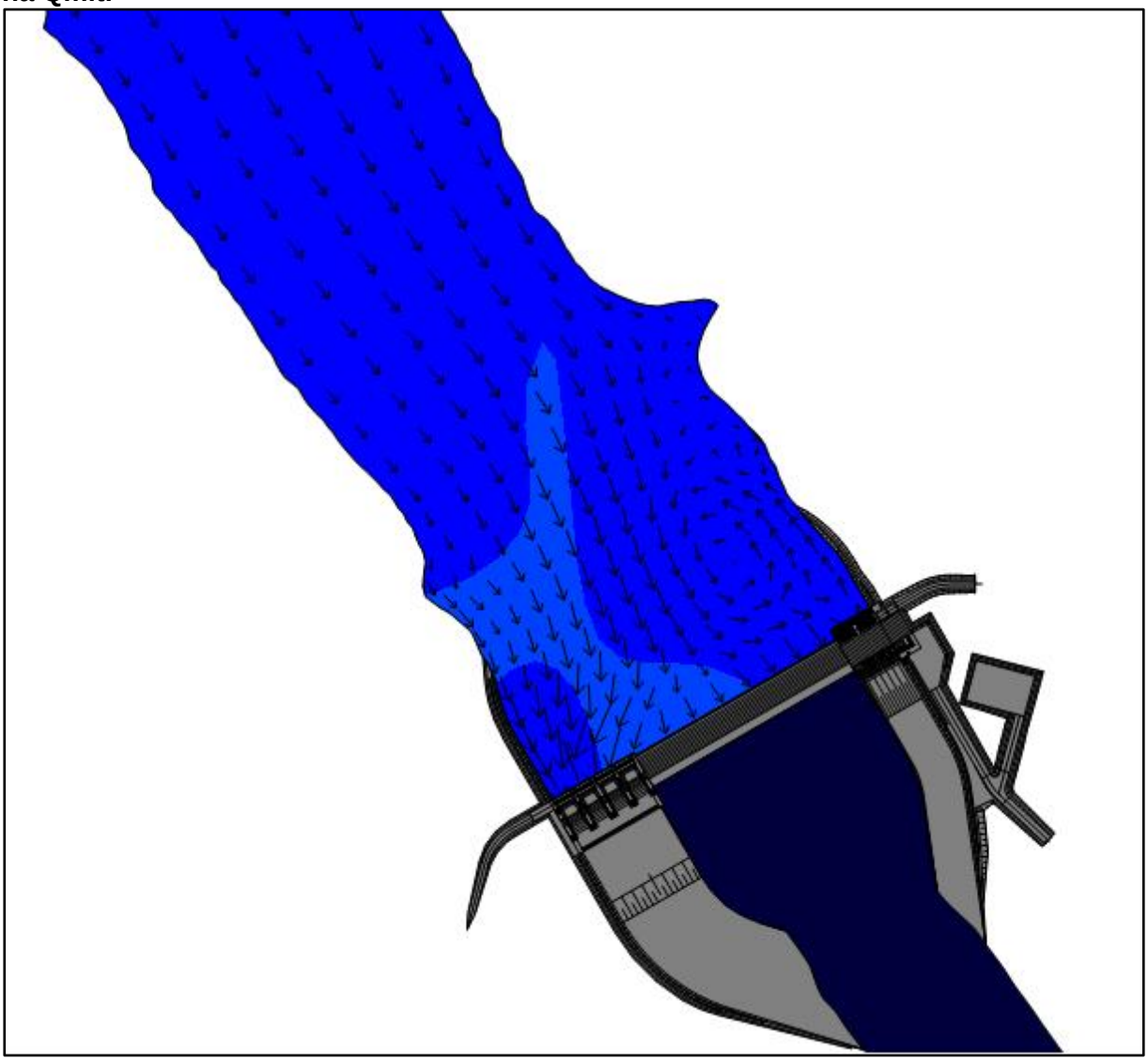
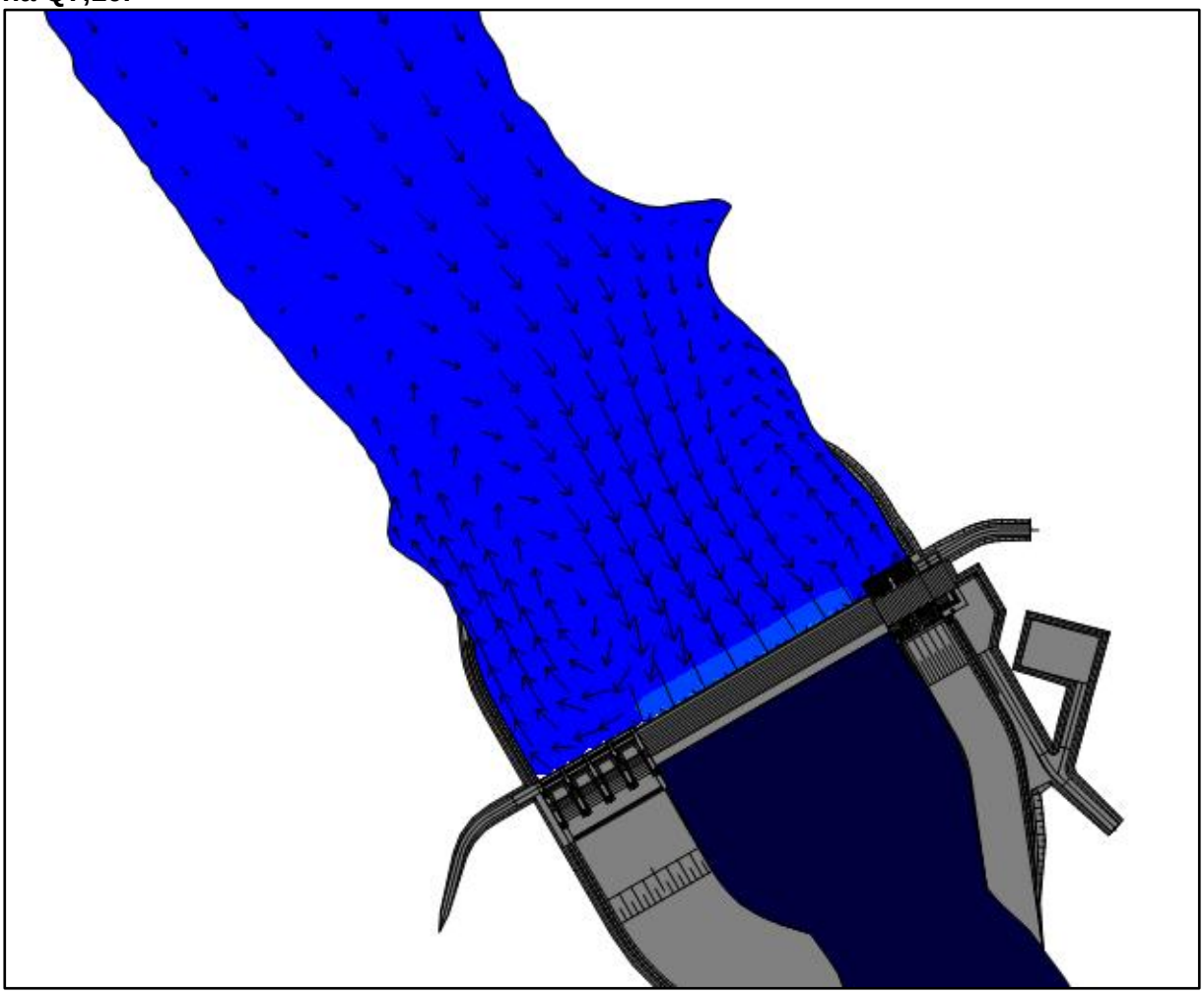


Figura 9.6.72 – Direção da corrente próximo ao barramento do AHE Águas de Chapecó na Q7,10.



9.6.2 Modelo de Transporte de Sedimentos

O objetivo deste modelo é avaliar a capacidade de transporte de sedimentos nos cenários de Qmlt e Q7,10 com a implantação dos empreendimentos, indicando os locais passíveis de assoreamento e erosão.

O critério de transporte de sedimentos adotado pelo modelo utilizado é baseado no parâmetro de Shields segundo SisBaHiA® (2014), que consiste na comparação entre a tensão de arraste no fundo num determinado local, causada por agentes hidrodinâmicos, e a tensão crítica dos sedimentos do mesmo local.

O transporte dos sedimentos se dá quando a tensão de fundo, provocada por agentes hidrodinâmicos é superior à tensão crítica de mobilidade do grão, que varia conforme o tipo de sedimentos. O Capítulo 9.4.5 – Sedimento apresenta a caracterização sedimentológica em cada um dos empreendimentos hidrelétricos.

As figuras a seguir apresentam a ocorrência, em termos percentuais durante dois dias de simulação, em que as tensões de fundo, gerada pelas correntes, superaram a tensão crítica de mobilidade do grão, representando a tendência de sedimentação daquela região em tais cenários, ou seja, quanto mais próximo de 100% maior é a tendência de sedimentação.

9.6.2.1 AHE Nova União

Conforme as análises granulométricas realizadas na região, o diâmetro mediano do sedimento na região do AHE Nova União é de 0,22mm. Para esta granulometria, a tensão crítica de mobilidade, segundo parâmetros de Shields, é de aproximadamente 0,18 N/m². As figuras a seguir apontam a tendência à sedimentação através da comparação entre a tensão de fundo gerada pelas correntes e a tensão crítica de mobilidade do grão.

A sedimentação no AHE Nova União tende a ocorrerão longo de todo o reservatório tanto na Qmlt como na Q7,10. Porém, na Qmlt, a sedimentação só não ocorre no pequeno trecho à montante, onde as tensões de arraste do leito são sempre superiores à tensão crítica do sedimento ali presentes.

Figura 9.6.73 –Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Nova União - Qmlt.

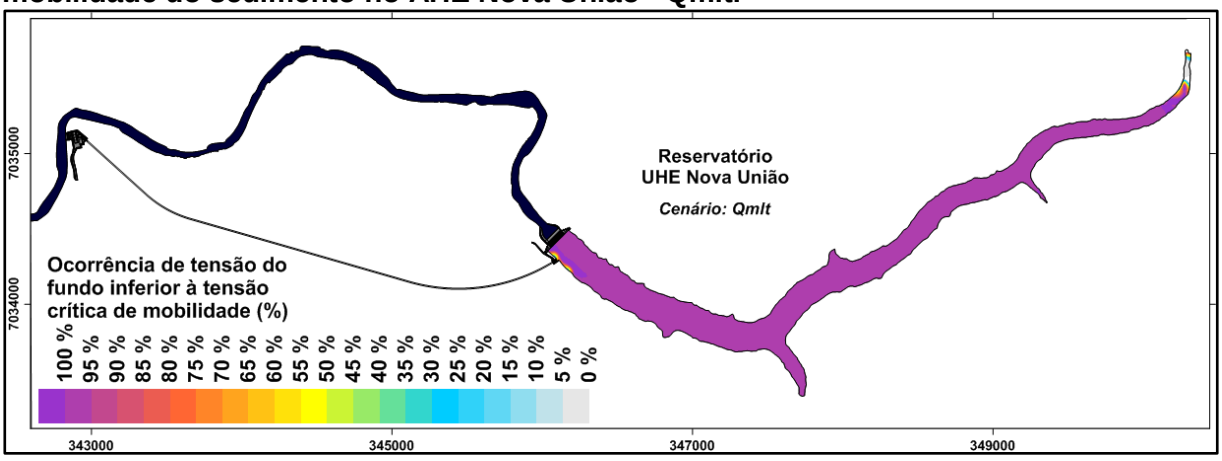
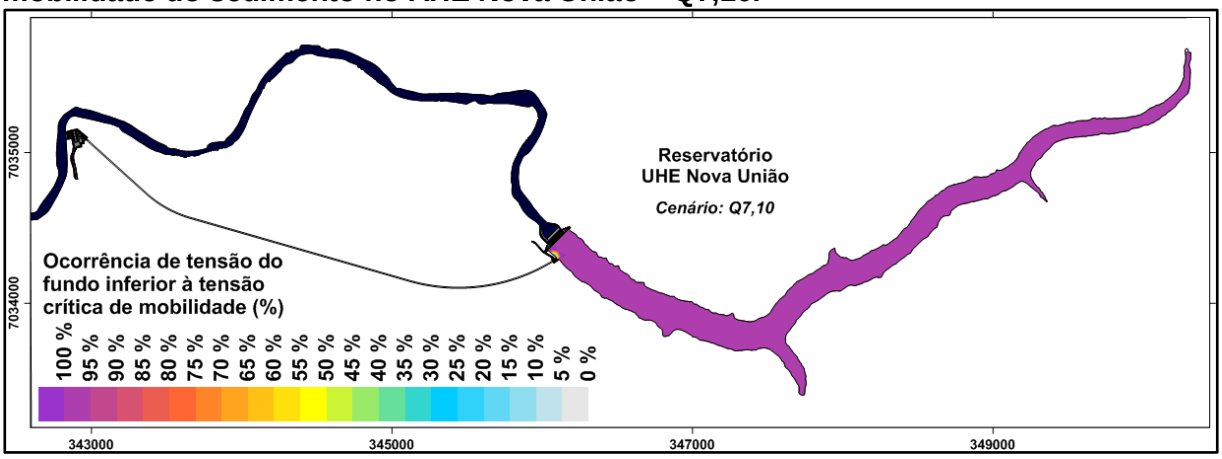


Figura 9.6.74 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Nova União – Q7,10.



9.6.2.2 AHE Marema

Conforme as análises granulométricas realizadas na região, o diâmetro mediano do sedimento na região do AHE Marema é de 0,45 mm. Para esta granulometria, a tensão crítica de mobilidade, segundo parâmetros de Shields, é de aproximadamente 0,24 N/m². As figuras a seguir apontam a tendência à sedimentação através da comparação entre a tensão de fundo gerada pelas correntes e a tensão crítica de mobilidade do grão.

A sedimentação no AHE Marema atende a ocorrerem grande parte do reservatório tanto na Qmlt como na Q7,10. Porém, na Qmlt, a sedimentação tende a não ocorrer somente nos últimos 1500m na área do reservatório e na Q7,10 a sedimentação tende a não ocorrer somente nos últimos 600m na área do reservatório. Na área a montante do reservatório, há regiões com tendência a erosão e a sedimentação. Após a área do reservatório há um trecho de 1400m com tendência a erosão. O comportamento quanto ao transporte de sedimento no Trecho de Vazão Reduzida - TVR é igual nos dois cenários já que a vazão é equivalente a Q7,10 em ambos os cenários.

Figura 9.6.75 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Marema - Qmlt.

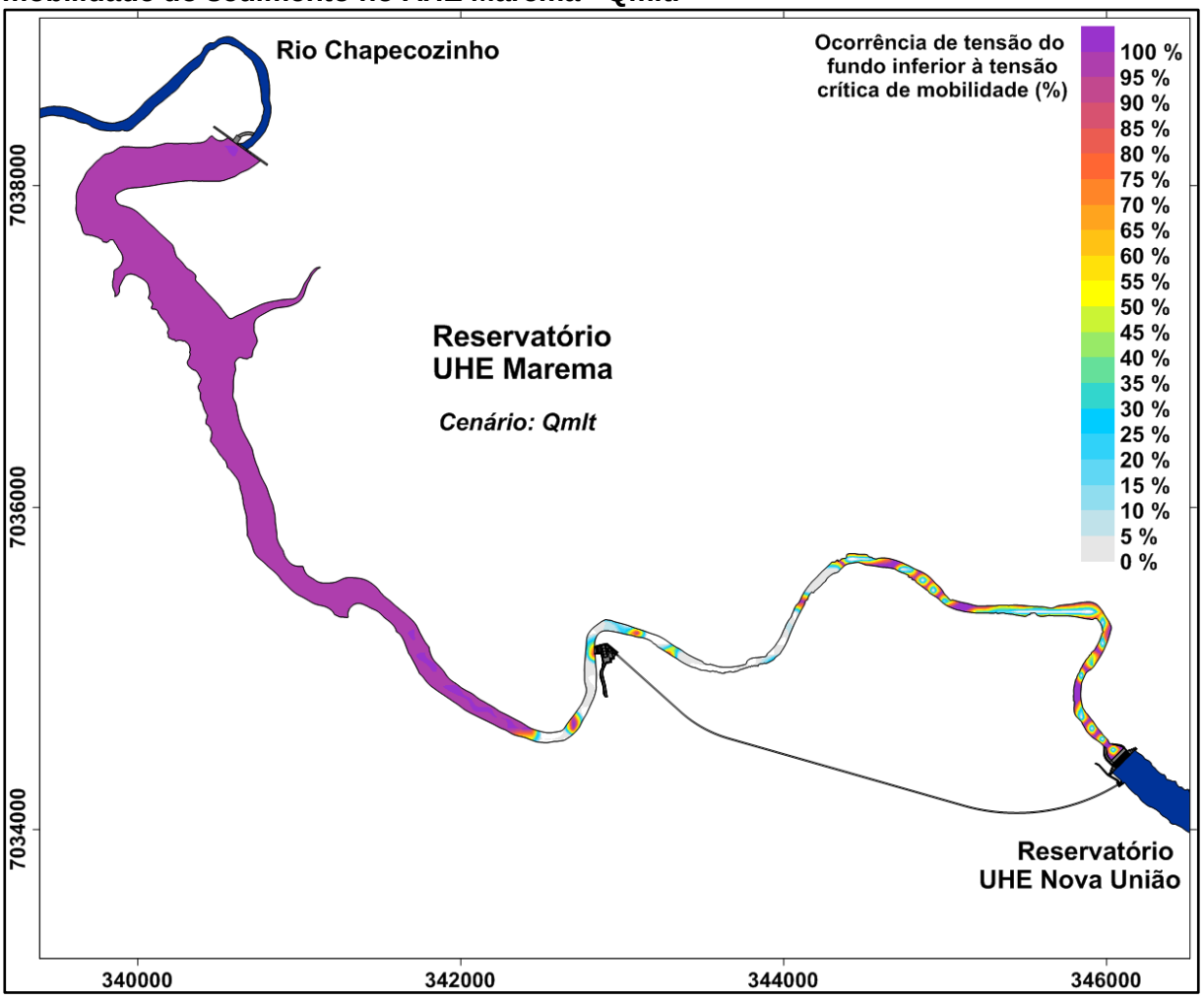
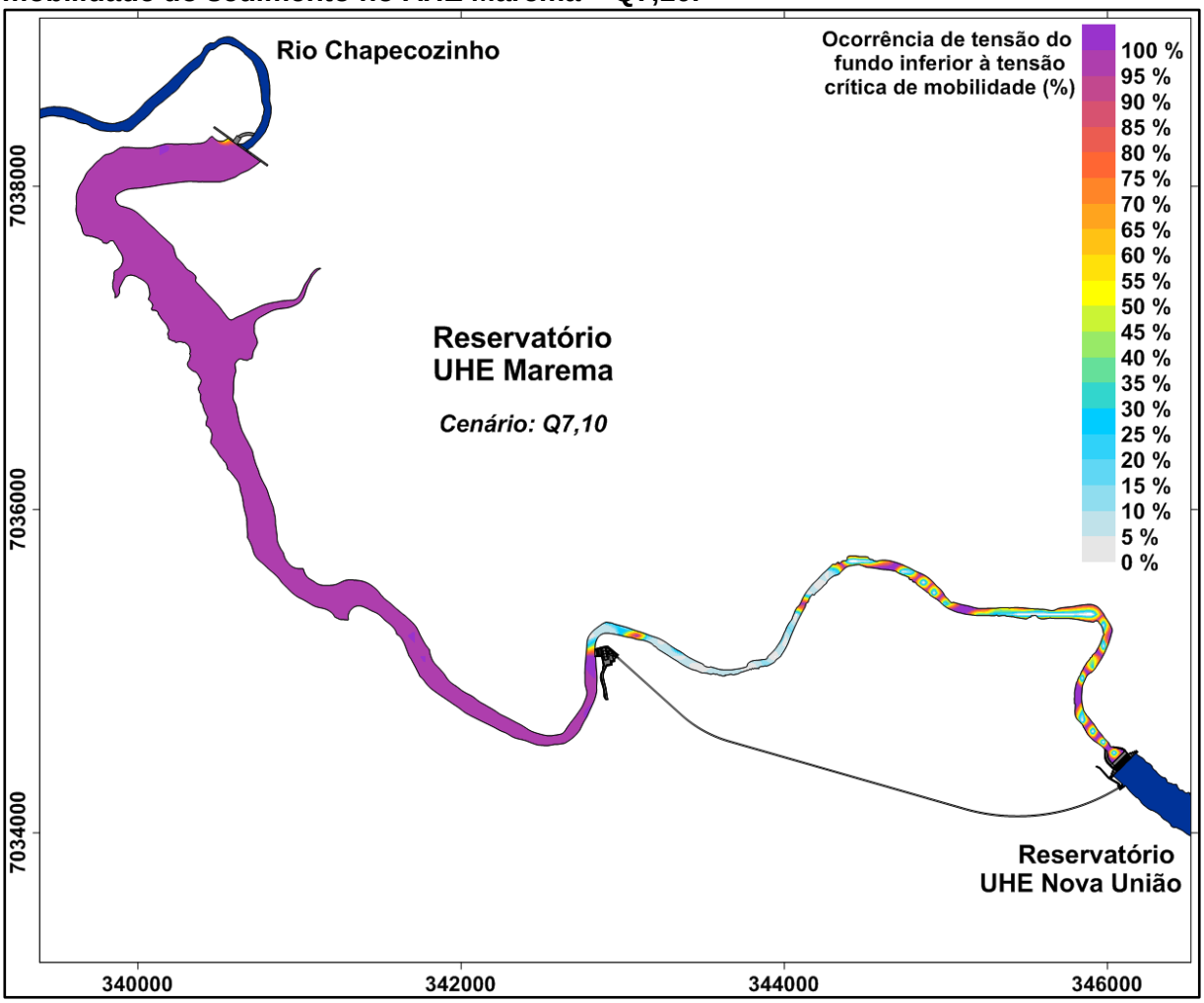


Figura 9.6.76 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Marema – Q7,10.



9.6.2.3 AHE Saudade

Conforme as análises granulométricas realizadas na região, o diâmetro mediano do sedimento na região do AHE Saudade é de 0,08 mm. Para esta granulometria, a tensão crítica de mobilidade, segundo parâmetros de Shields, é de aproximadamente 0,15 N/m². As figuras a seguir apontam a tendência à sedimentação através da comparação entre a tensão de fundo gerada pelas correntes e a tensão crítica de mobilidade do grão.

A sedimentação no AHE Saudade tende a ocorrerem grande parte do reservatório. Na Qmlt, a sedimentação tende a não ocorrer no trecho à montante de aproximadamente 1200m, onde as tensões de arraste do leito são sempre superiores à tensão crítica do sedimento ali presentes.

Figura 9.6.77 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Saudade - Qmlt.

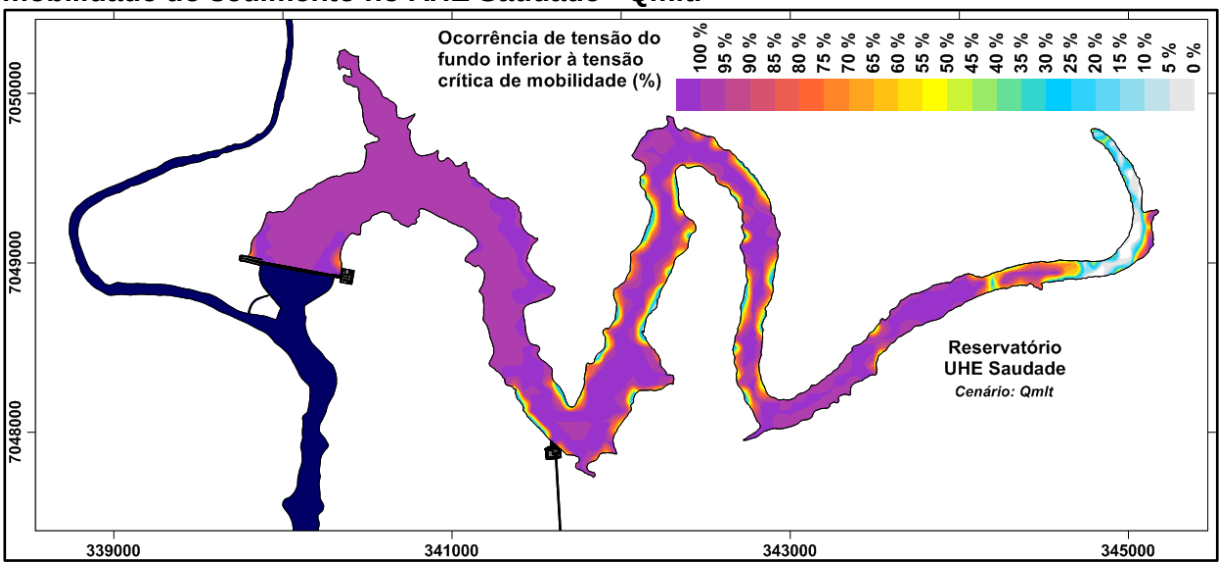
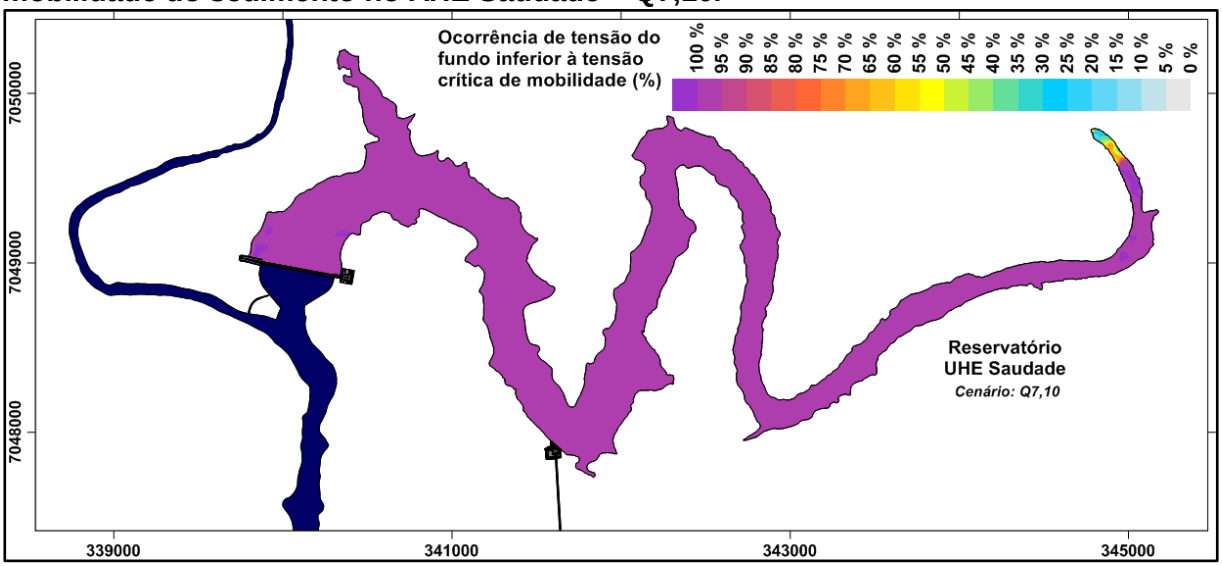


Figura 9.6.78 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Saudade – Q7,10.



9.6.2.4 AHE Foz do Chapecozinho

Conforme as análises granulométricas realizadas na região, o diâmetro mediano do sedimento na região do AHE Foz do Chapecozinho é de 0,07 mm. Para esta granulometria, a tensão crítica de mobilidade, segundo parâmetros de Shields, é de aproximadamente 0,15 N/m². As figuras a seguir apontam a tendência à sedimentação através da comparação entre a tensão de fundo gerada pelas correntes e a tensão crítica de mobilidade do grão.

A sedimentação no AHE Foz do Chapecozinho tende a ocorrer na região mais a jusante do reservatório, próximo ao barramento. Na Qmlt a sedimentação tende a ocorrer somente no trecho de até aproximadamente 2500m a montante do barramento e nas áreas próximas aos tributários onde a velocidade é inferior. Como esperado, na Q7,10 o trecho com tendência a sedimentação é superior, chegando até aproximadamente 5800m a montante do barramento.

Na área a montante do reservatório, há poucas regiões com tendência a sedimentação, como pode ser visualizada nas figuras seguintes.

Figura 9.6.79 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Foz do Chapecozinho - Qmlt.

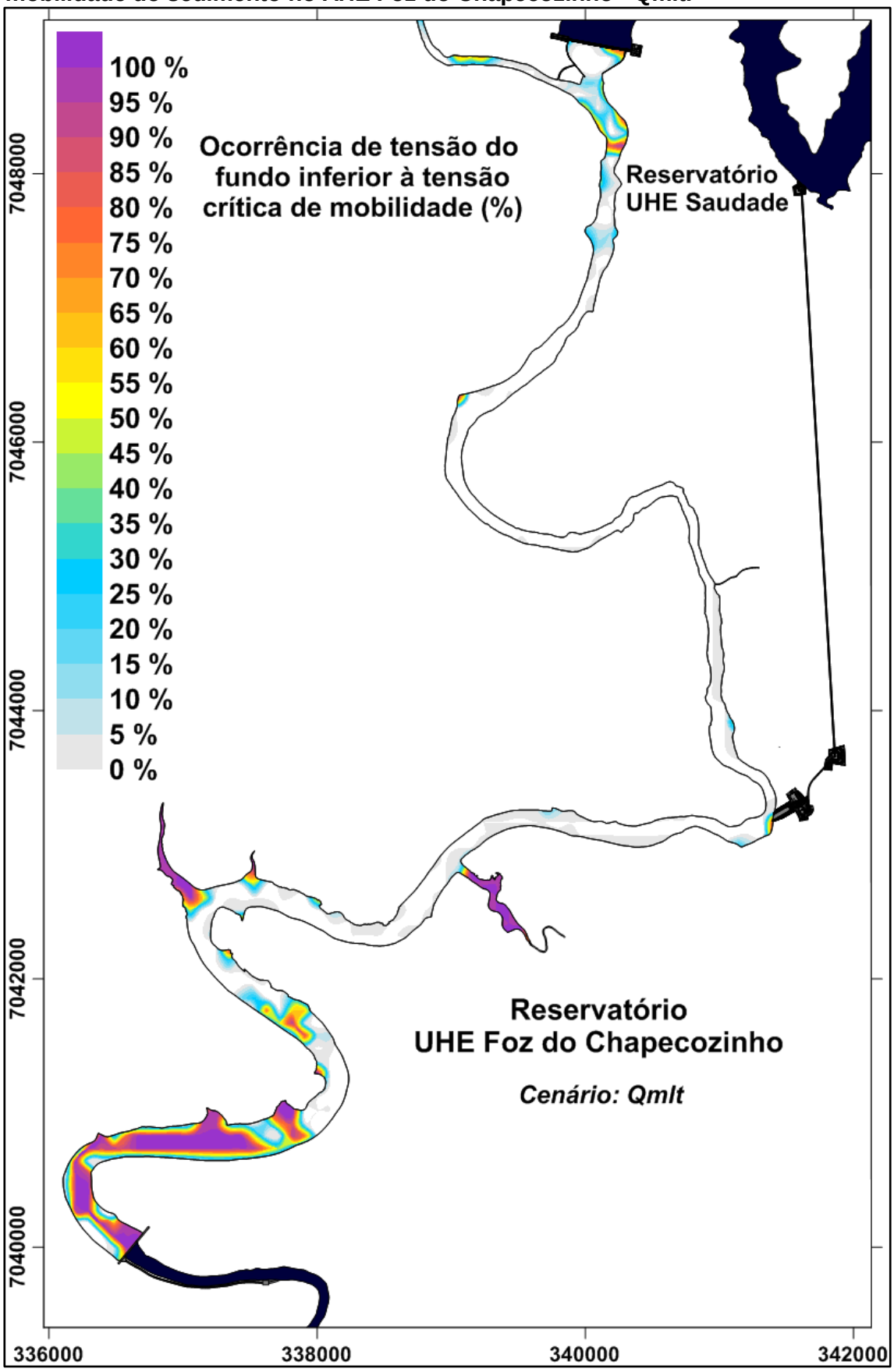
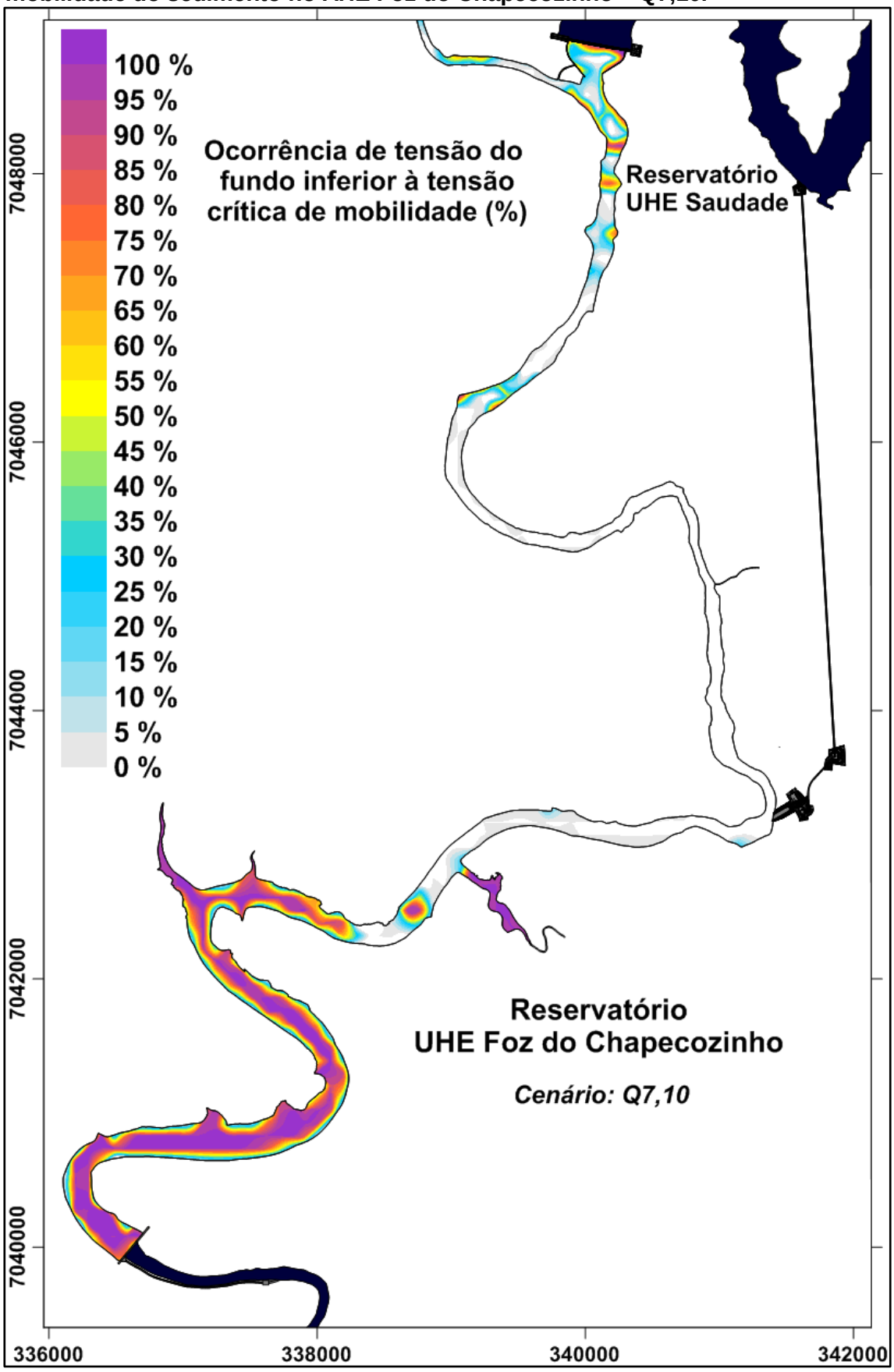


Figura 9.6.80 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Foz do Chapecozinho – Q7,10.



9.6.2.5 AHE Foz do Xaxim

Conforme as análises granulométricas realizadas na região, o diâmetro mediano do sedimento na região do AHE Foz do Xaxim é de 0,09 mm. Para esta granulometria, a tensão crítica de mobilidade, segundo parâmetros de Shields, é de aproximadamente 0,15 N/m². As figuras a seguir apontam a tendência à sedimentação através da comparação entre a tensão de fundo gerada pelas correntes e a tensão crítica de mobilidade do grão.

A sedimentação no AHE Foz do Xaxim tende a ocorrerem grande parte do reservatório. Na Qmlt, a sedimentação tende a não ocorrer somente nos últimos 1200m do reservatório. Já Q7,10 toda a área do reservatório tende a sedimentar. O trecho a montante do reservatório, incluindo a foz do rio Chapecozinho, apresenta regiões com tendência a erosão, como pode ser visualizado nas figuras a seguir.

Figura 9.6.81 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Foz do Xaxim - Qmlt.

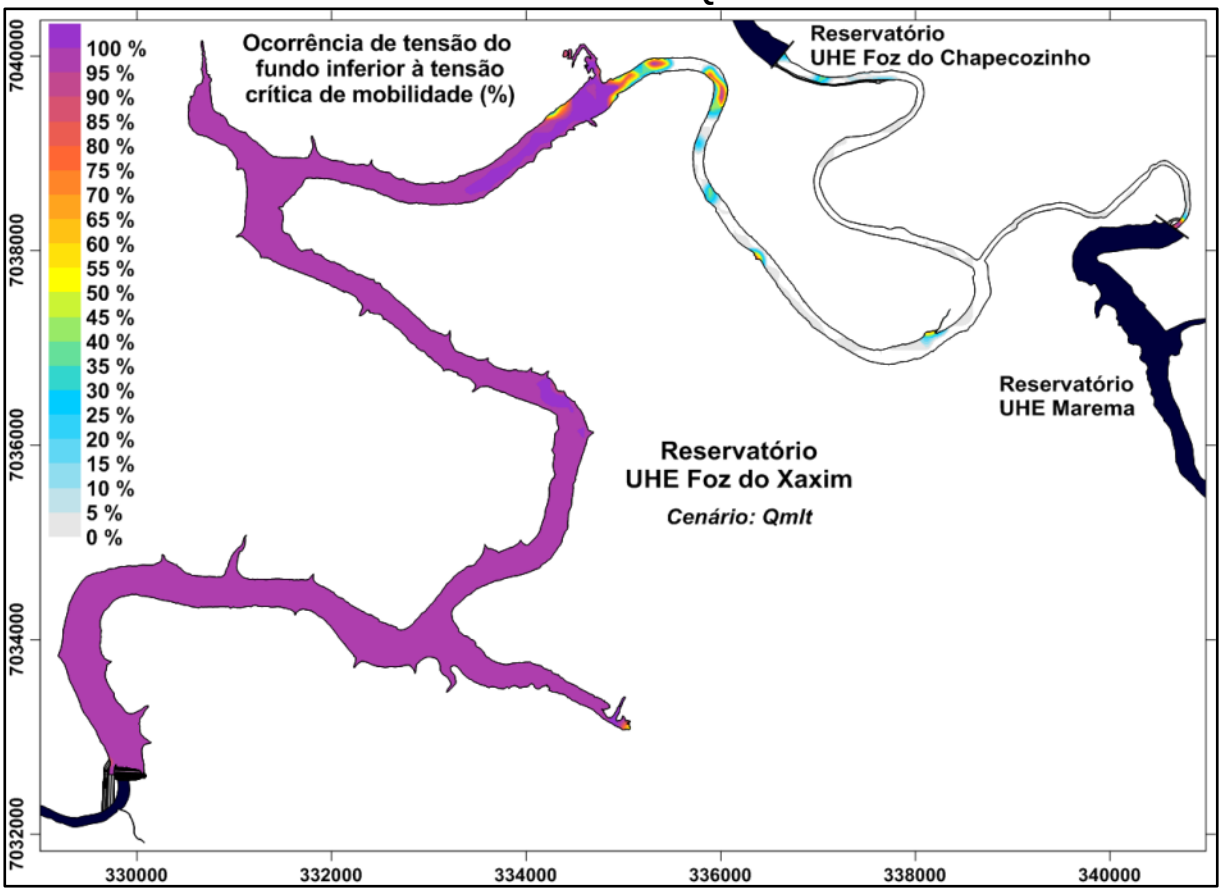
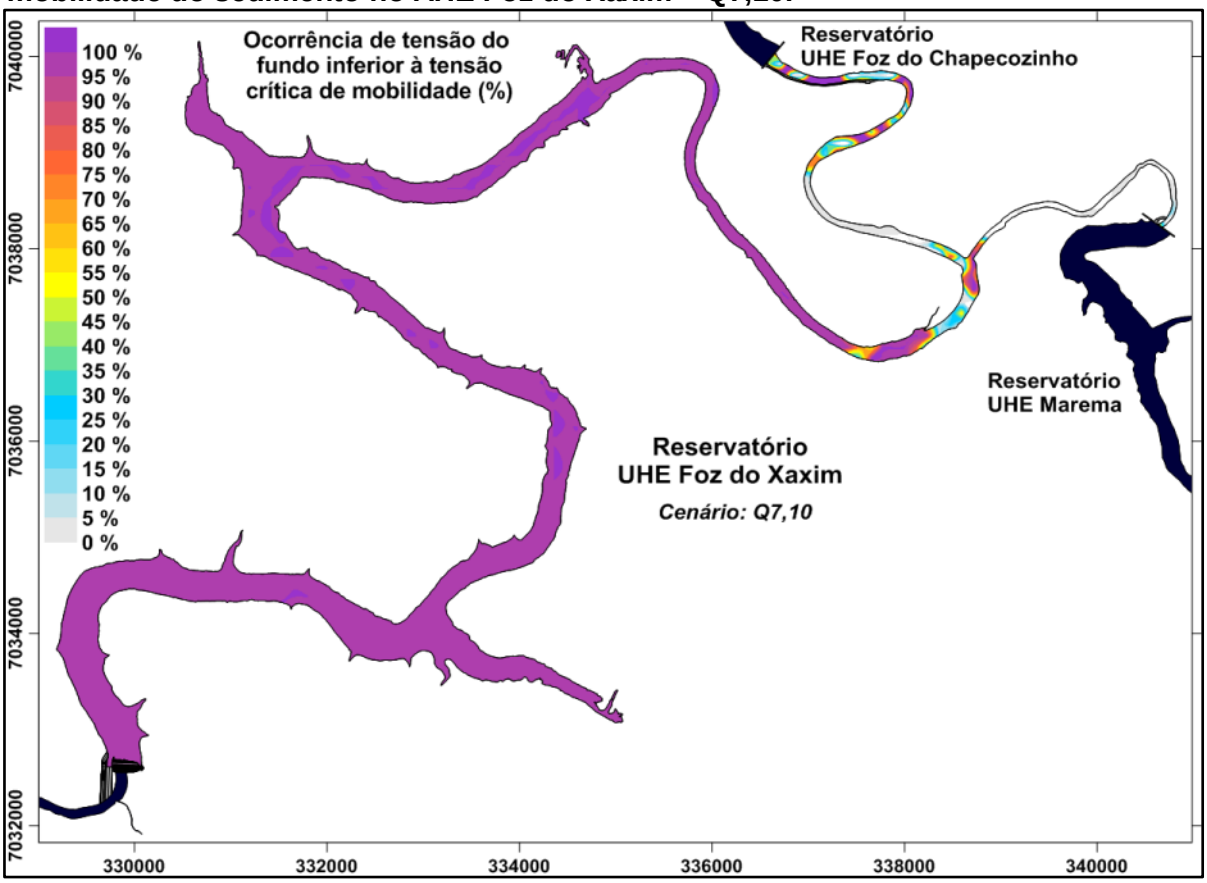


Figura 9.6.82 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Foz do Xaxim – Q7,10.



9.6.2.6 AHE Santo Antônio

Conforme as análises granulométricas realizadas na região, o diâmetro mediano do sedimento na região do AHE Foz do Xaxim é de 0,07 mm. Para esta granulometria, a tensão crítica de mobilidade, segundo parâmetros de Shields, é de aproximadamente 0,15 N/m². As figuras a seguir apontam a tendência à sedimentação através da comparação entre a tensão de fundo gerada pelas correntes e a tensão crítica de mobilidade do grão.

A sedimentação no AHE Santo Antônio tende a ocorrerem grande parte do reservatório. Na Q7,10, a sedimentação tende a não ocorrer somente nos últimos 3500m do reservatório. O trecho a montante do reservatório, apresenta regiões com tendência a erosão, como pode ser visualizado nas figuras a seguir.

Figura 9.6.83 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Santo Antônio - Qmlt.

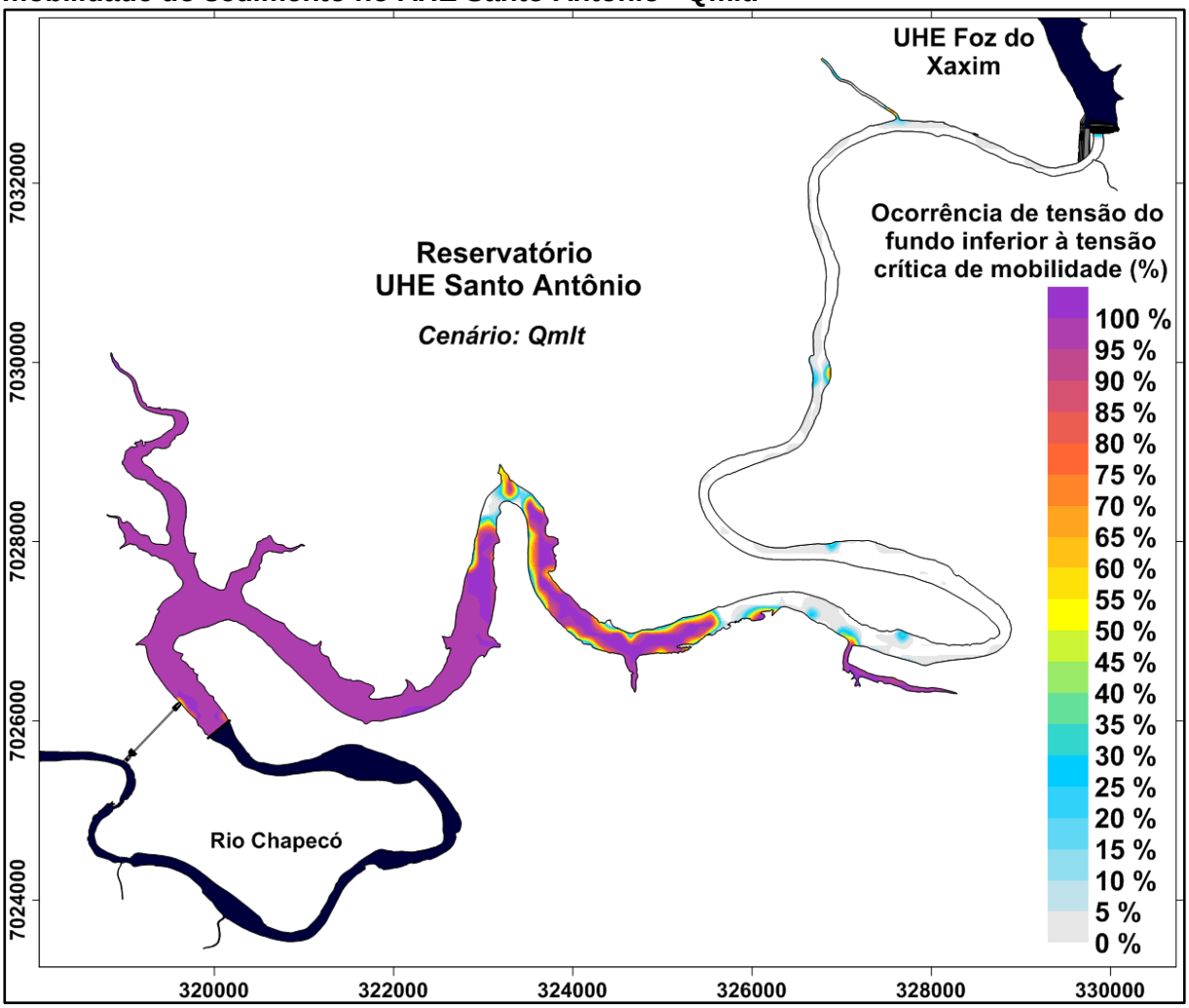
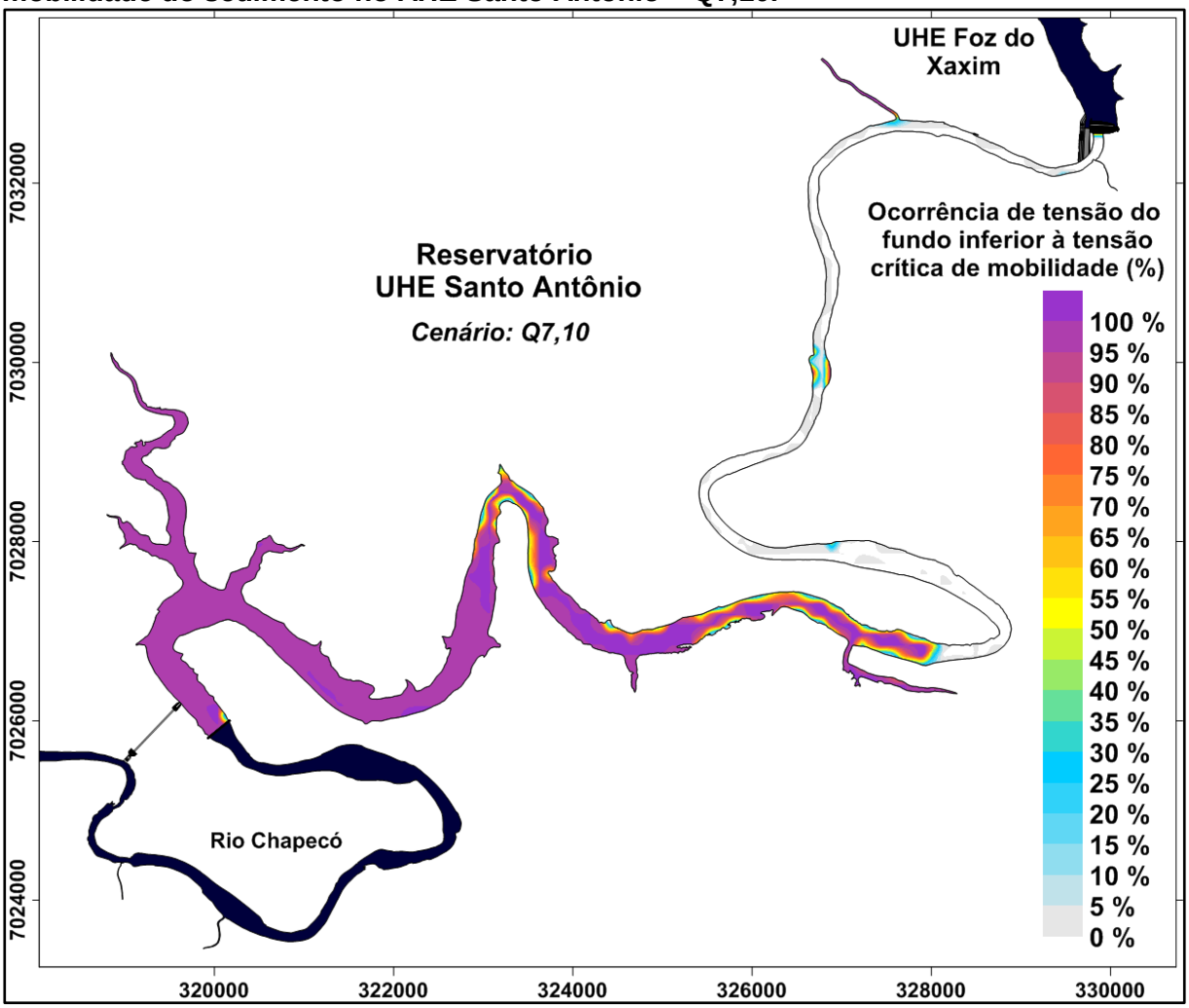


Figura 9.6.84 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Santo Antônio – Q7,10.



9.6.2.7 AHE Nova Erechim

Conforme as análises granulométricas realizadas na região, o diâmetro mediano do sedimento na região do AHE Nova Erechim é de 0,07 mm. Para esta granulometria, a tensão crítica de mobilidade, segundo parâmetros de Shields, é de aproximadamente 0,15 N/m². As figuras a seguir apontam a tendência à sedimentação através da comparação entre a tensão de fundo gerada pelas correntes e a tensão crítica de mobilidade do grão.

A sedimentação no AHE Nova Erechim tende a ocorrerem apenas algumas partes isoladas do reservatório. Na Q7,10, a sedimentação tende a ocorrer principalmente na área do seu principal tributário, como pode ser visualizado nas figuras a seguir.

Figura 9.6.85 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Nova Erechim - Qmlt.

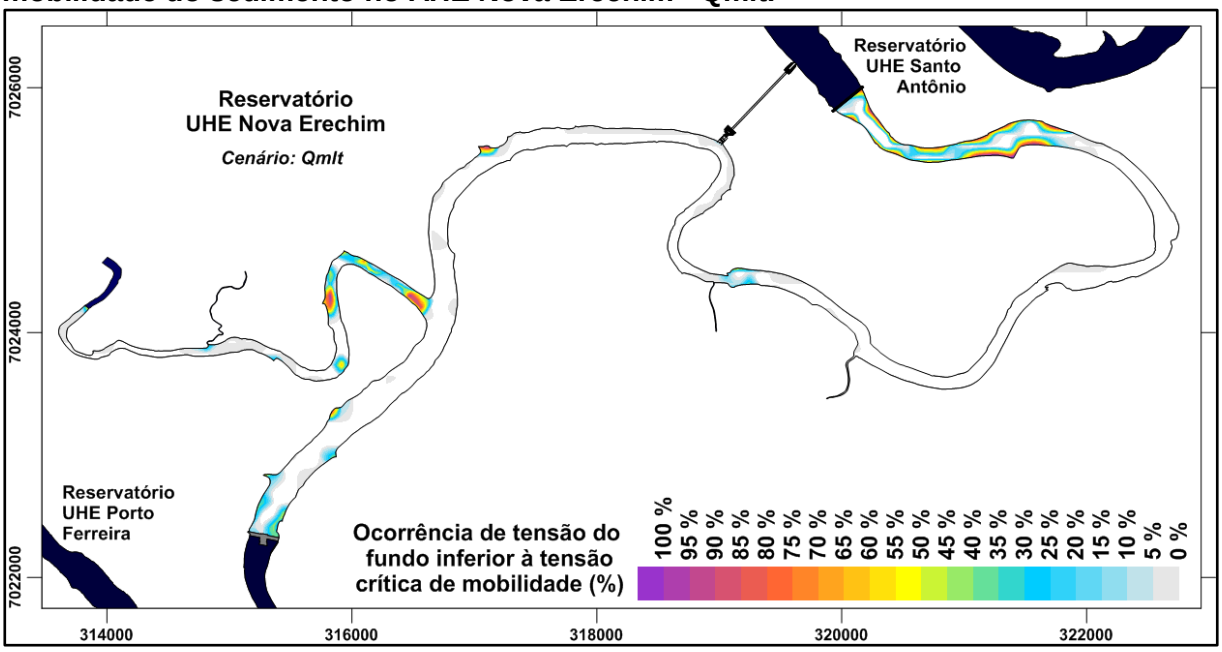
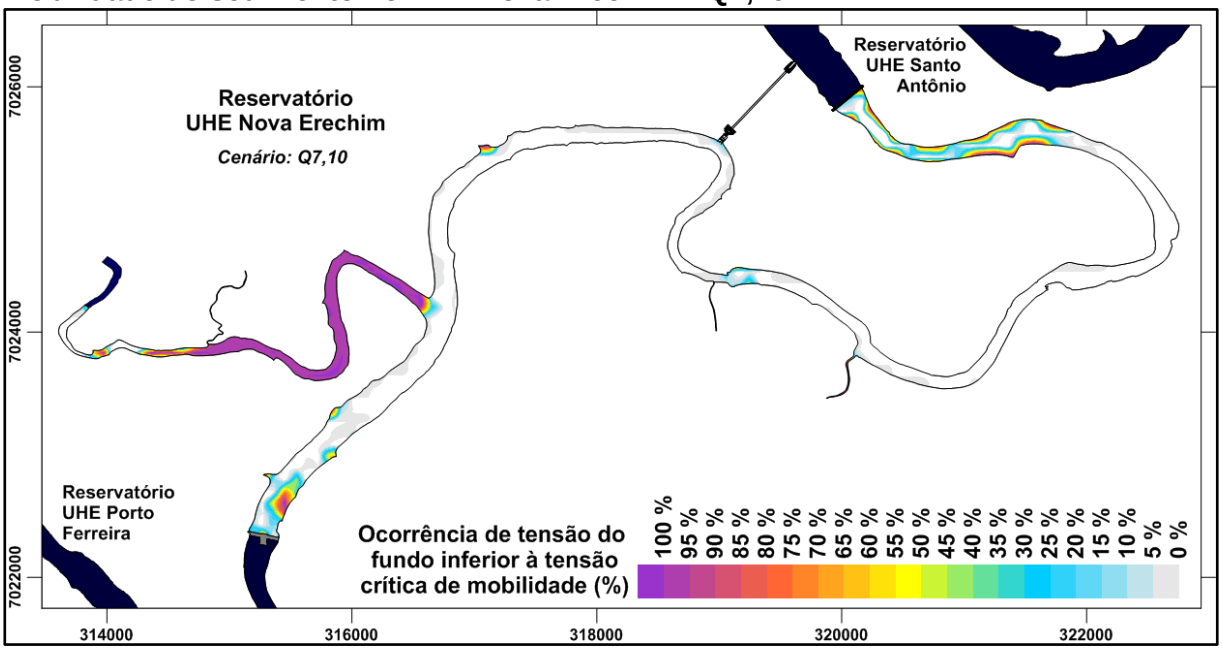


Figura 9.6.86 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Nova Erechim – Q7,10.



9.6.2.8 AHE Porto Ferreira

Conforme as análises granulométricas realizadas na região, o diâmetro mediano do sedimento na região do AHE Porto Ferreira é de 0,07 mm. Para esta granulometria, a tensão crítica de mobilidade, segundo parâmetros de Shields, é de aproximadamente 0,15 N/m². As figuras a seguir apontam a tendência à sedimentação através da comparação entre a tensão de fundo gerada pelas correntes e a tensão crítica de mobilidade do grão.

A sedimentação no AHE Porto Ferreira tende a ocorrerem grande parte do reservatório. Na Qmlt, a sedimentação tende a correrem aproximadamente 70% do reservatório. Já na Q7,10 a região com tendência a sedimentação aumenta para aproximadamente 90% da área do reservatório.

Figura 9.6.87 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Porto Ferreira - Qmlt.

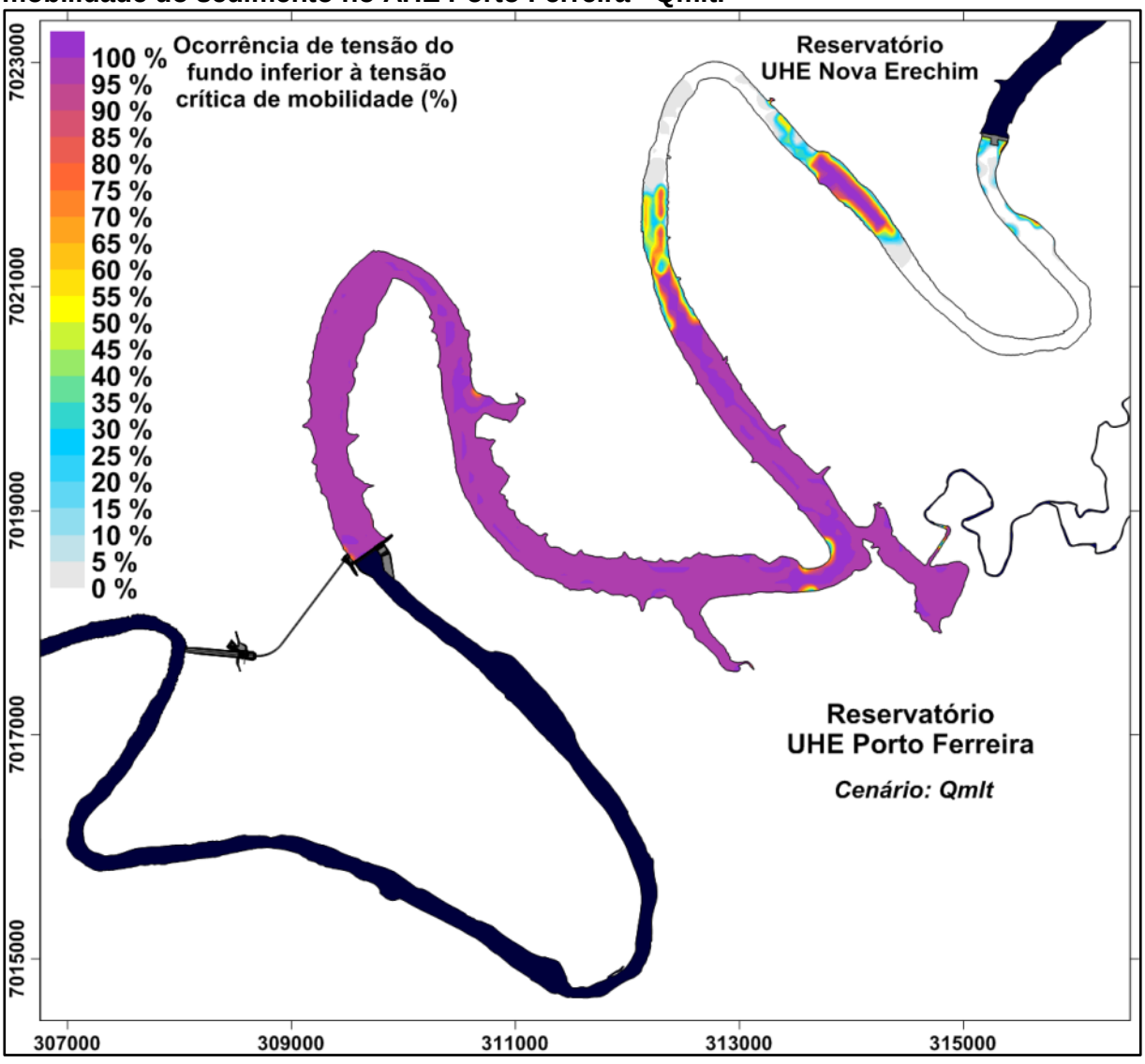
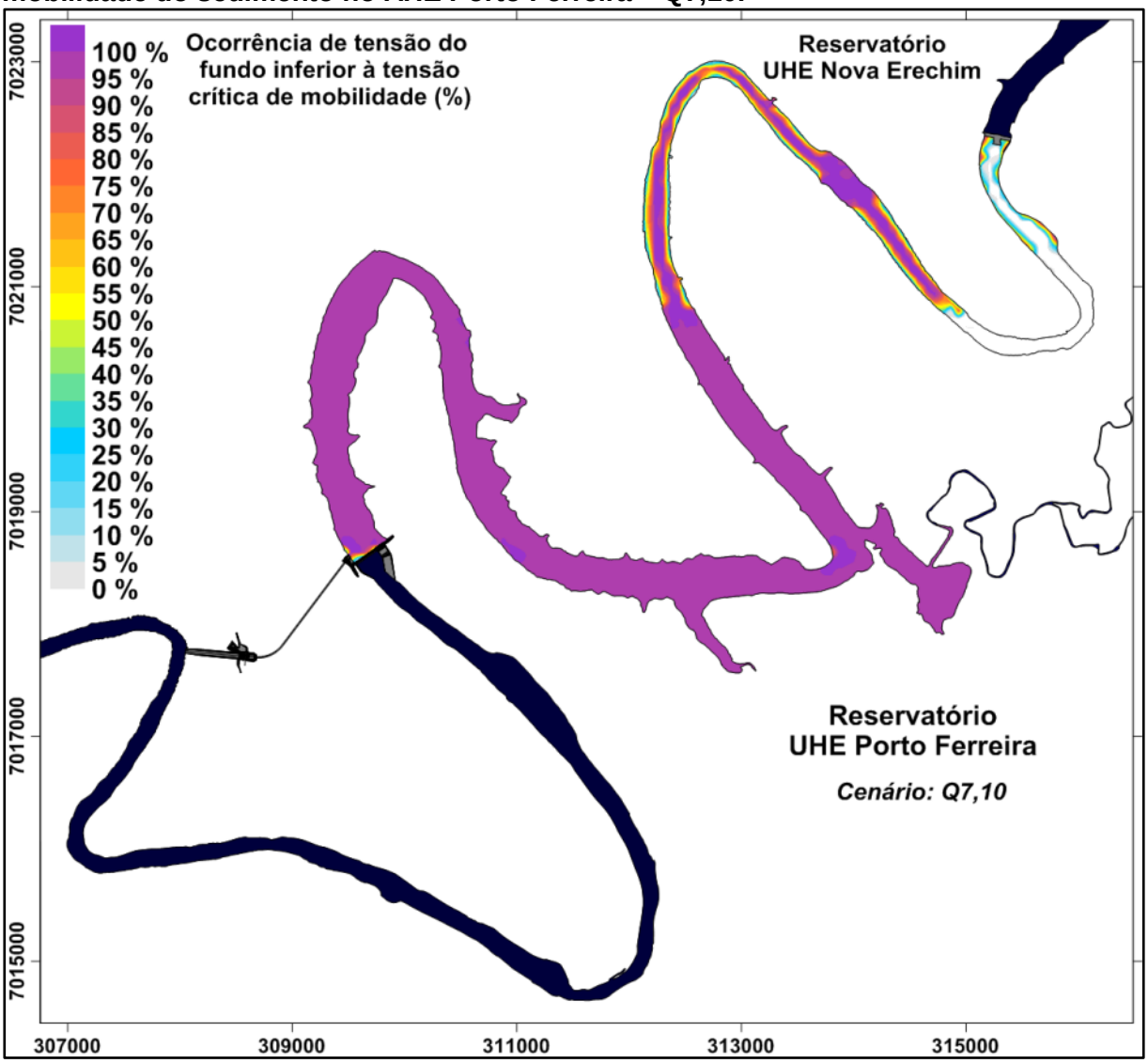


Figura 9.6.88 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Porto Ferreira – Q7,10.



9.6.2.9 AHE Águas de Chapecó

Conforme as análises granulométricas realizadas na região, o diâmetro mediano do sedimento na região do AHE Águas de Chapecó é 0,09 mm. Para esta granulometria, a tensão crítica de mobilidade, segundo parâmetros de Shields, é de aproximadamente 0,15 N/m². As figuras a seguir apontam a tendência à sedimentação através da comparação entre a tensão de fundo gerada pelas correntes e a tensão crítica de mobilidade do grão.

A sedimentação no AHE Águas de Chapecó tende a ocorrerem apenas duas regiões isoladas na Qmlt, como pode ser visualizado na Figura 9.6.89. Já Q7,10 aproximadamente 90% da área do reservatório tende a sedimentar. O trecho a

montante do reservatório, apresenta regiões com tendência a erosão e a sedimentação, como pode ser visualizado nas figuras a seguir.

Figura 9.6.89 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Águas de Chapecó - Qmlt.

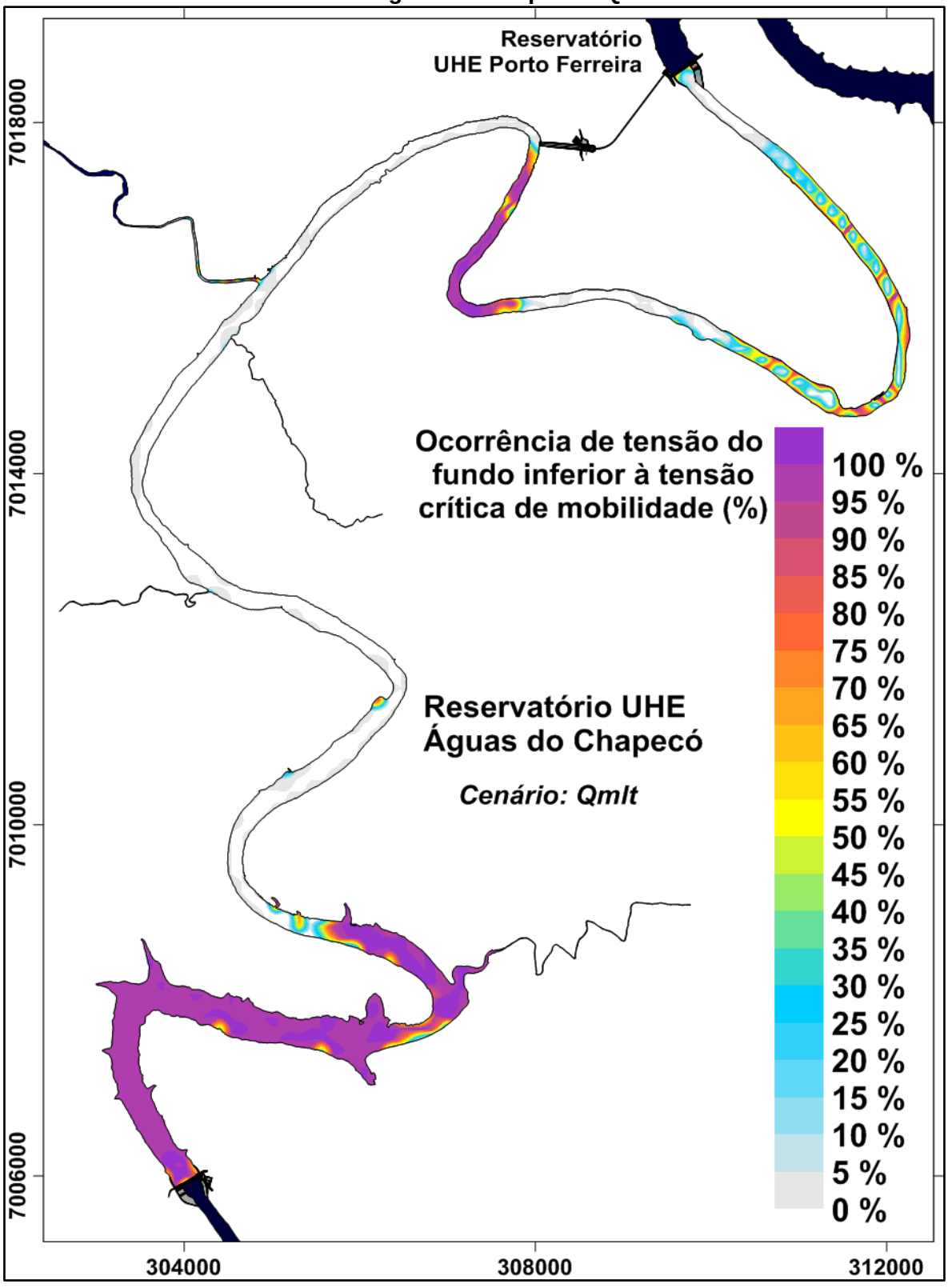
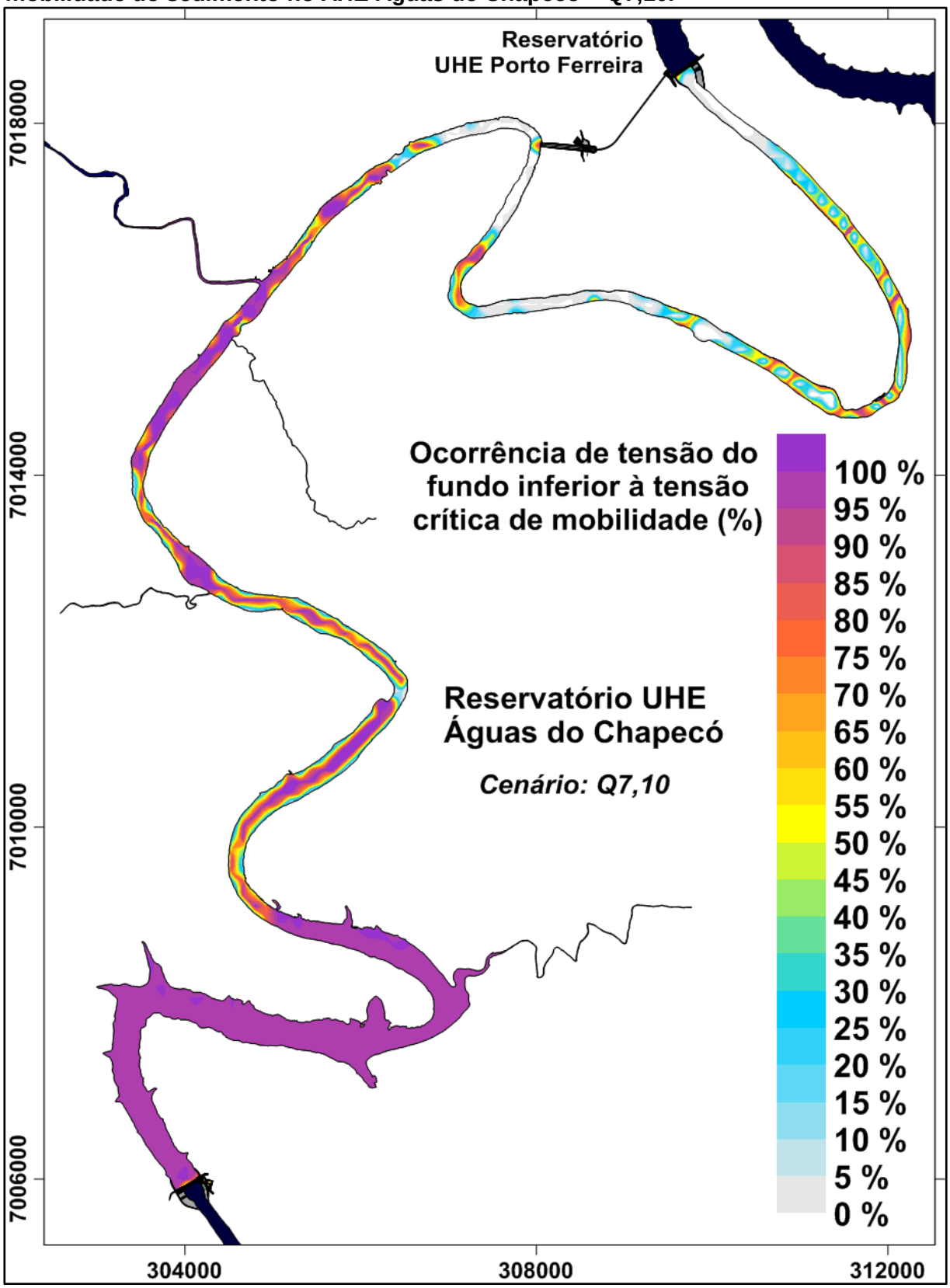


Figura 9.6.90 – Isolinha de ocorrência de tensão do fundo inferior à tensão crítica de mobilidade do sedimento no AHE Águas de Chapecó – Q7,10.



9.6.3 Modelos de Qualidade de Água

Os modelos de qualidade de água foram embasados nos modelos hidrodinâmicos mostrados acima e os dados de entrada de qualidade de água foram obtidos do diagnóstico de qualidade de água e das estimativas de concentração nos tributários apresentados na Tabela 9.4.4 e Tabela 9.4.5. Além disso, as concentrações de saída do modelo de montante serviram como dado de entrada do modelo logo a sua jusante, possibilitando assim uma análise integrada da qualidade de água com a implantação dos nove empreendimentos hidrelétricos propostos na região.

Ressalta-se que não foi simulada a qualidade de água ao longo dos circuitos de geração de energia e canal de fuga. Com isso, presume-se que a qualidade de água que sai pela tomada d´água de um modelo será a mesma que chega pelo canal de fuga já no domínio do modelo a sua jusante, com exceção da OD que foi imposta com valor mais elevado em função da reaeração que acontece tanto pela queda d´água nos vertedouros como pelo turbilhamento nas turbinas.

Como mencionado anteriormente, as estimativas de aporte de matéria orgânica e nutriente foram ajustadas a partir dos dados medidos em campo e essas concentrações estimadas foram impostas no modelo com o mesmo valor para o cenário Qmlt e Q7,10. Apesar de ambos os cenários terem a mesma concentração de entrada nos tributários, estes tiveram cargas poluidoras diferenciadas, uma vez que a vazão é diferente nos dois cenários.

As setas nos mapas mostrados ao longo deste capítulo indicam a localização dos tributários e os aportes de poluentes. A maioria dos tributários tem caráter poluidor, ou seja, concentrações mais elevadas do que as do rio; entretanto alguns deles podem ajudar na dispersão dos poluentes quando estes tiveram suas concentrações inferiores ao do rio principal.

O período de simulação de cada aproveitamento foi determinado com base na duração da sua estabilização e na sua taxa de renovação das águas. Em média, o período de simulação foi de aproximadamente 15 dias para a Qmlt e 30 dias para a Q7,10.

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados de qualidade de água na condição futura e após a estabilização do modelo em ambos os cenários. Os resultados estão separados por aproveitamento, de montante para jusante, e por

parâmetro estudado, sendo eles: OD, DBO, Nitrogênio Orgânico, Amônia, Nitrato, Fósforo Orgânico e Fósforo Inorgânico. As discussões sobre os resultados estão expostas ao longo das suas apresentações e ao final é apresentada as considerações finais da qualidade da água, com a implantação dos empreendimentos.

9.6.3.1 AHE Nova União

As figuras a seguir apresentam a variação de OD e DBO ao longo do reservatório do AHE Nova União. Na região mais próxima ao barramento as velocidades decaem favorecendo a sedimentação e o consumo de DBO, fazendo com que as concentrações de OD e DBO sejam inferiores nesta região. Além disso, a OD é inferior no barramento devido à diminuição da reaeração com a queda das velocidades. Este é também o motivo pelo qual a OD é inferior na Q7,10 em relação à Qmlt.

Figura 9.6.91 – OD no AHE Nova União - Qmlt.

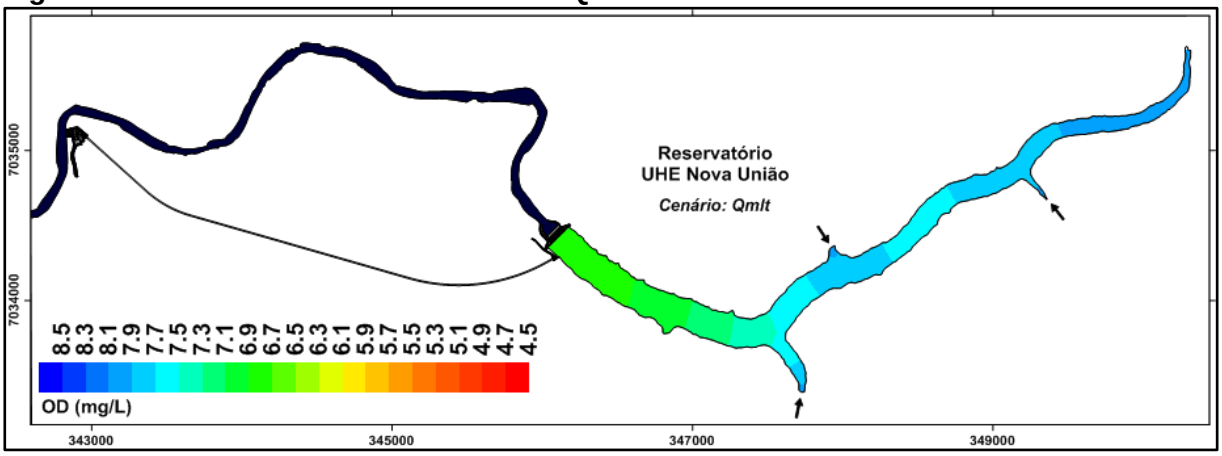
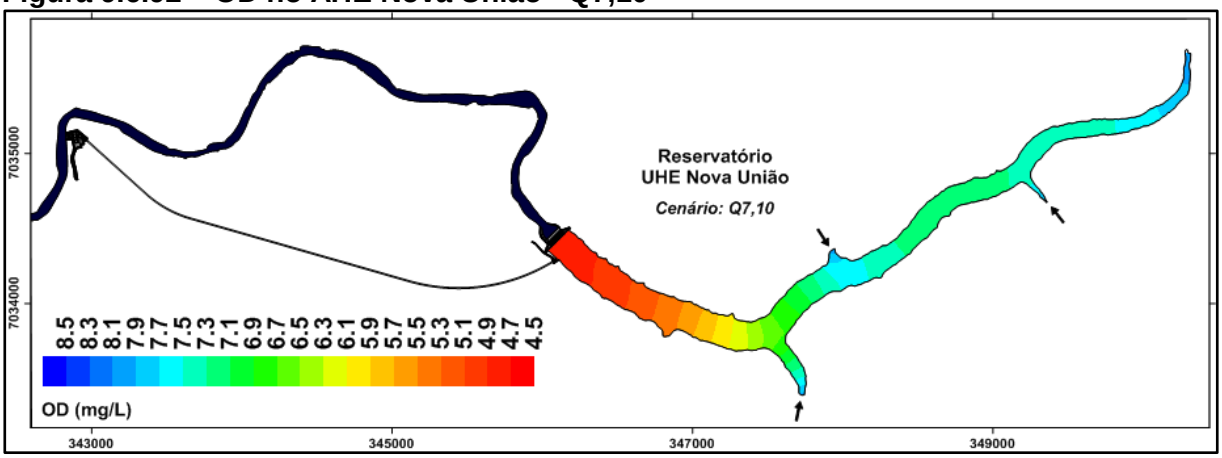


Figura 9.6.92 – OD no AHE Nova União - Q7,10



A concentração inicial de DBO do rio imposta no modelo foi de 2 mg/L e as concentrações nos tributários variaram entre 5 e 6 mg/L, fazendo aumentar a concentração de DBO até 4,7 mg/L na Qmlt no curso principal após a entrada de um dos tributários. Este valor viola o limite preconizado pela CONAMA 357/05 (5 mg/L). Já no barramento as concentrações caem a 0,83 mg/L na Qmlt e a 0,38 mg/L na Q7,10.

Figura 9.6.93 – DBO no AHE Nova União - Qmlt.

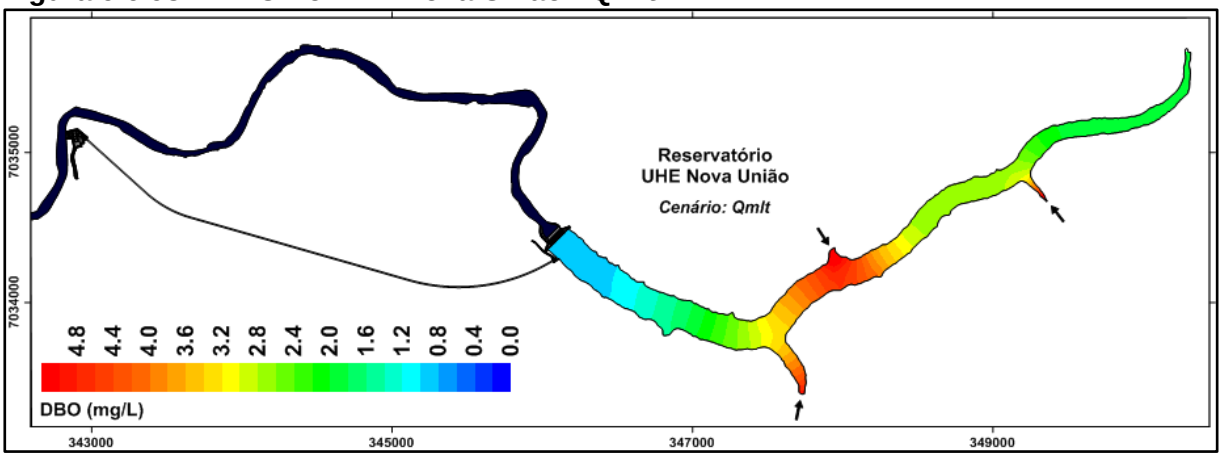
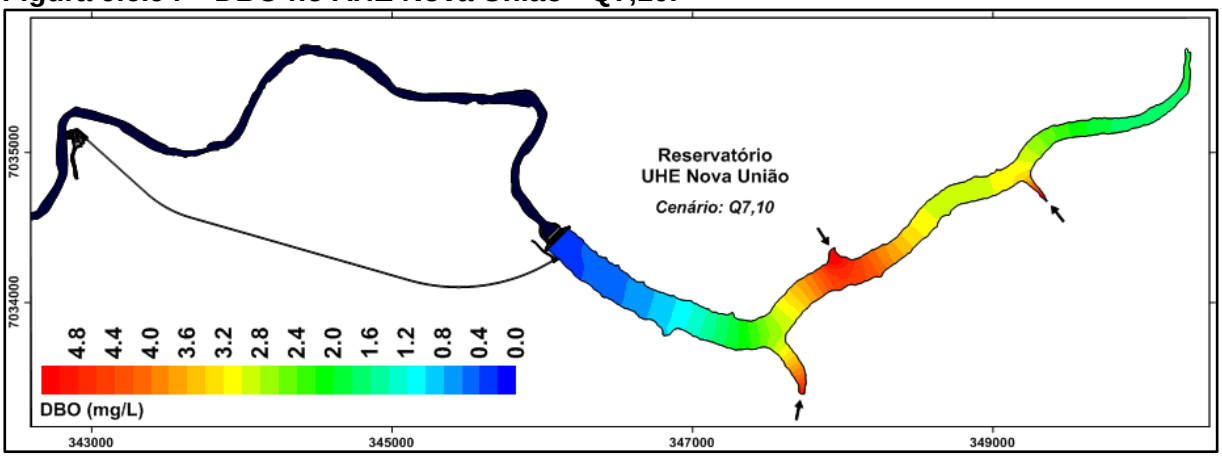


Figura 9.6.94 – DBO no AHE Nova União - Q7,10.



As figuras a seguir apresentam as variações espaciais do nitrogênio orgânico, amônia e nitrato nos dois cenários. A condição inicial do nitrogênio orgânico imposta no modelo foi de 0,8 mg/L enquanto que as concentrações dos tributários foram entre 1 mg/L a 1,2 mg/L, o que fez elevar a concentração do nitrogênio orgânico na área do reservatório. Entretanto, as concentrações caíram próximo da região do barramento, uma vez que a queda da velocidade favorece a amonificação, transformação de nitrogênio orgânico em amônia, aumentando assim a

concentração da amônia nessa região, como pode ser visualizado na Figura 9.6.95 e na Figura 9.6.96

Figura 9.6.95 – Nitrogênio orgânico no AHE Nova União – Qmlt.

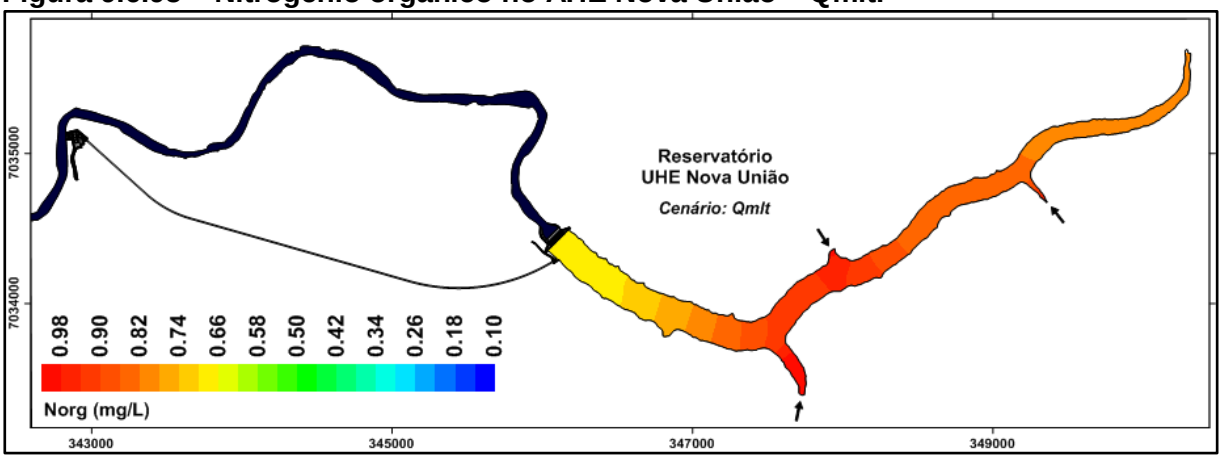
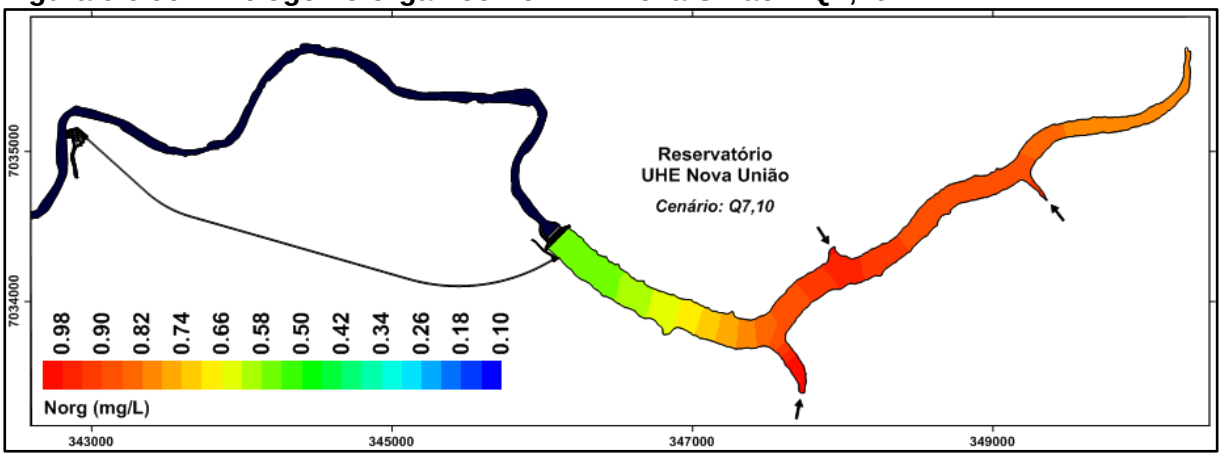


Figura 9.6.96 – Nitrogênio orgânico no AHE Nova União – Q7,10.



A concentração da amônia se mostrou superior próximo a região do barramento e fica ainda maior na Q7,10 devido às baixas velocidades que fazem com que a transformação de nitrogênio orgânico em amônia seja ainda maior. Entretanto, os valores ficam abaixo do limite recomendado. Este mesmo comportamento acontece com o nitrato, como pode ser visualizado na sequência.

Figura 9.6.97 – Amônia no AHE Nova União – Qmlt.

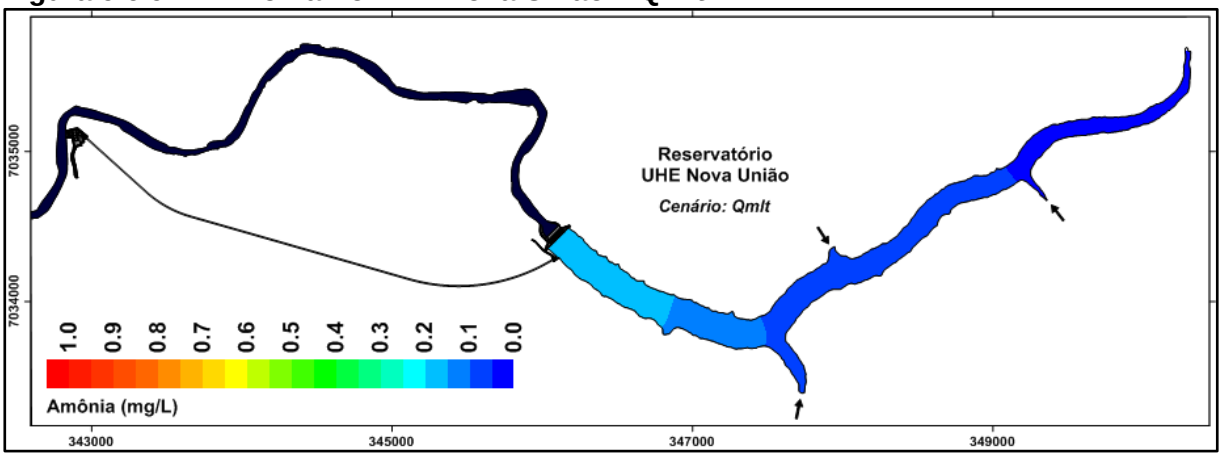


Figura 9.6.98 – Amônia no AHE Nova União – Q7,10.

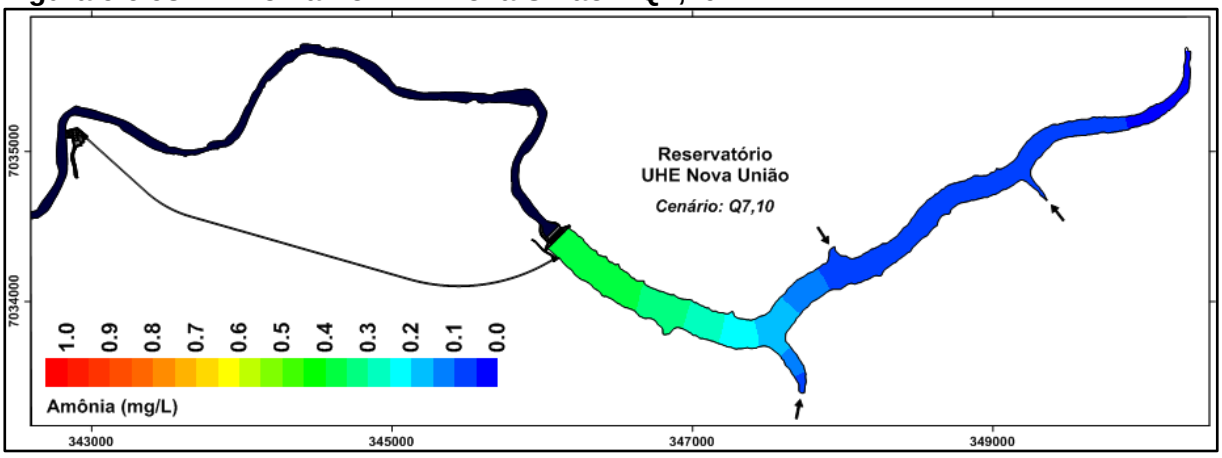


Figura 9.6.99 – Nitrato no AHE Nova União - Qmlt.

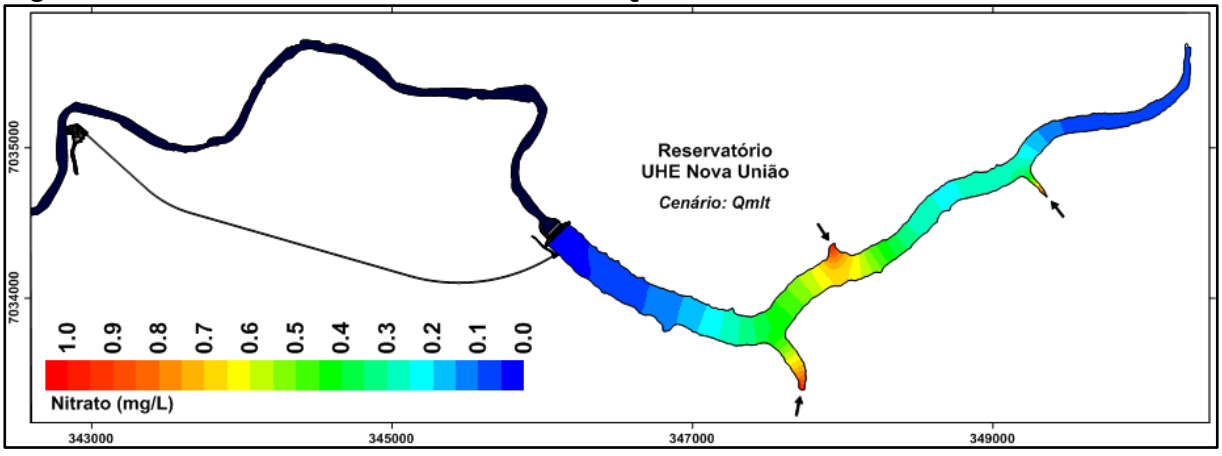
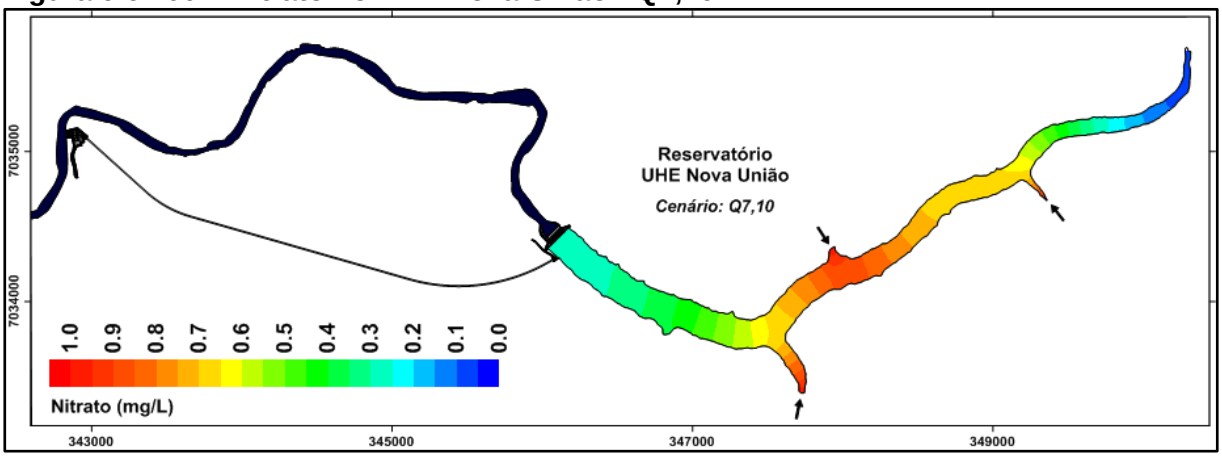


Figura 9.6.100 – Nitrato no AHE Nova União - Q7,10.



A seguir estão apresentadas as figuras do fósforo orgânico e inorgânico. Observa-se que o fósforo orgânico é um pouco superior na Qmlt, entretanto, o fósforo inorgânico fica maior na Q7,10, principalmente próximo ao barramento. Este resultado deve-se as baixas velocidades na região do barramento e na Q7,10, que favorece a transformação do fósforo orgânico em inorgânico.

Segundo a resolução CONAMA 357/05 o valor limite para fósforo total é de 0,03 mg/L para regiões lênticas. Entretanto as concentrações atuais do rio bem como as concentrações estimadas para os tributários já excedem este valor.

Figura 9.6.101 – Fósforo orgânico no AHE Nova União – Qmlt.

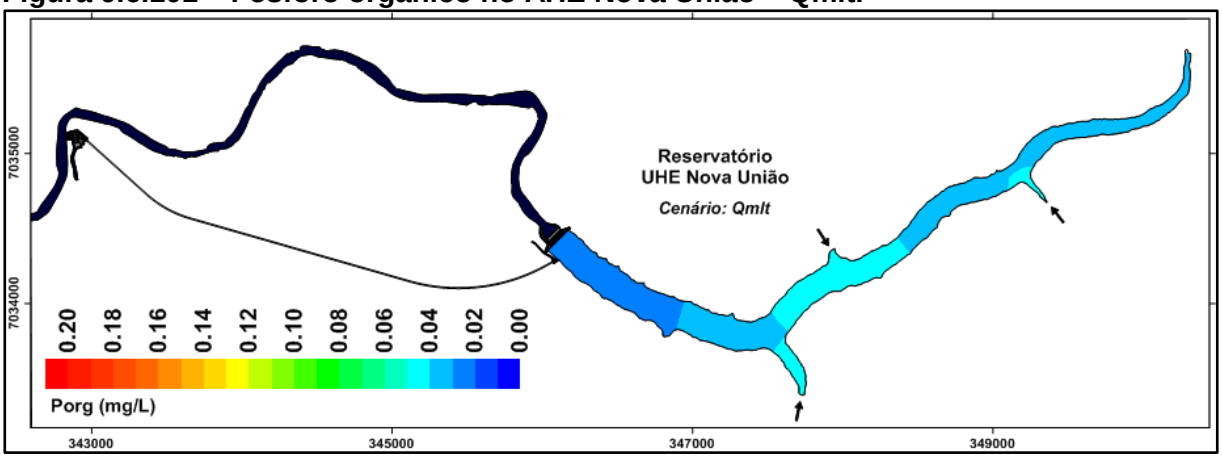


Figura 9.6.102 – Fósforo orgânico no AHE Nova União – Q7,10.

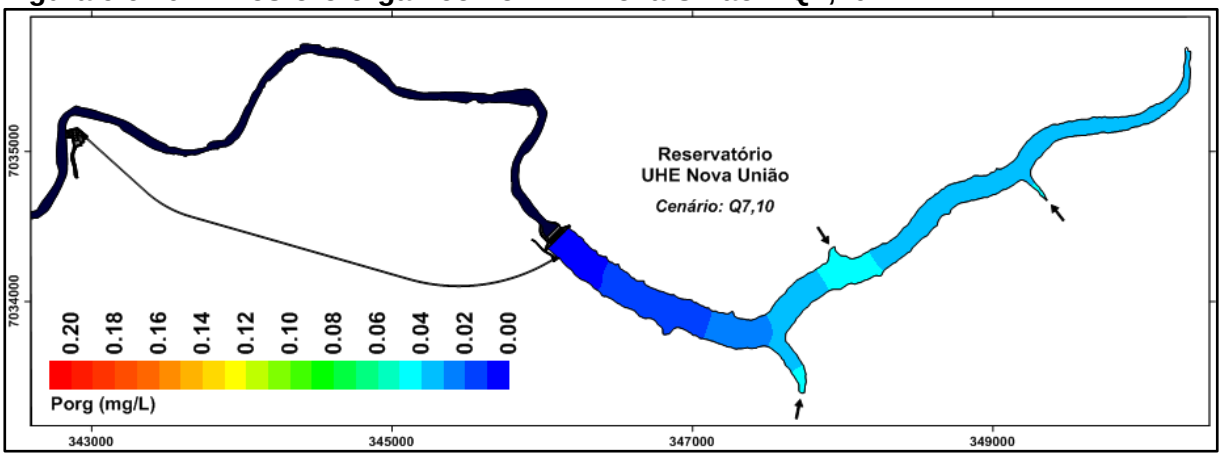


Figura 9.6.103 – Fósforo inorgânico no AHE Nova União – Qmlt.

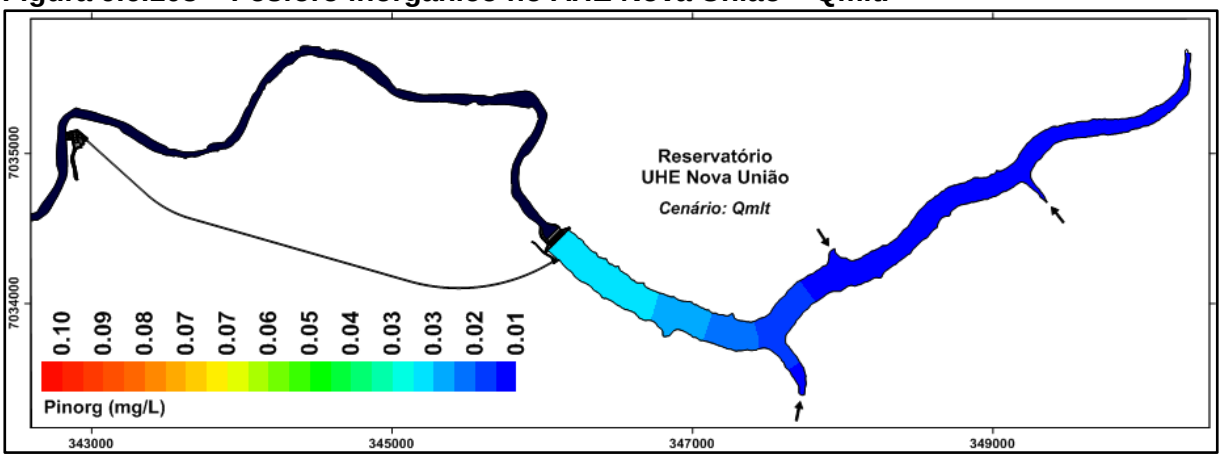
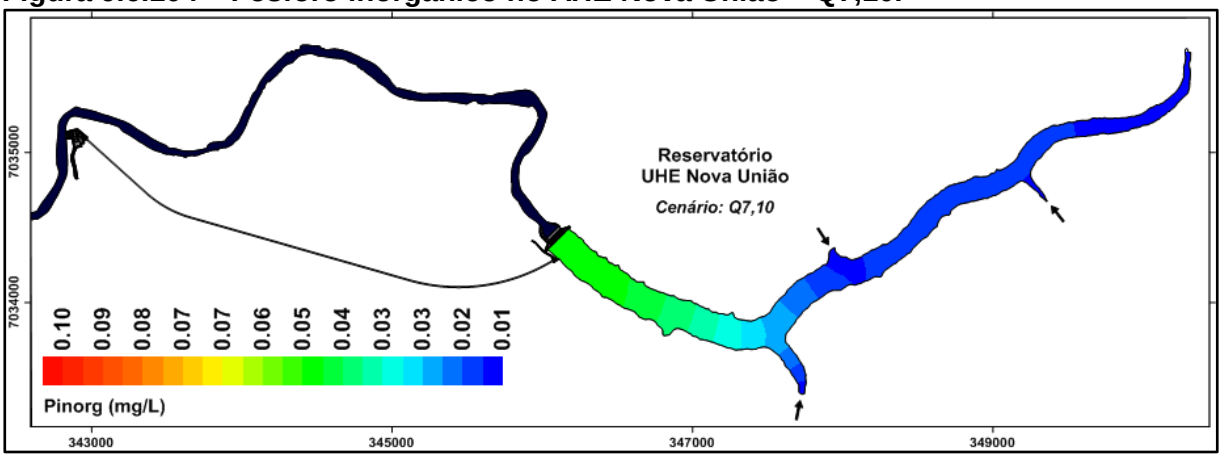


Figura 9.6.104 – Fósforo inorgânico no AHE Nova União – Q7,10.



9.6.3.2 AHE Marema

As figuras a seguir apresentam a variação de OD e DBO ao longo do domínio de modelagem do AHE Marema. Na região mais próxima ao barramento a OD e a DBO tiveram suas concentrações reduzidas, com OD chegando a 4,5 mg/L, violando a legislação. Já na Qmlt o menor valor de OD foi próximo ao barramento e equivalente a 6,8 mg/L.

Apesar do valor de DBO obtido na saída do reservatório do AHE Nova União ter sido baixa, inferior a 1 mg/L, o valor estimado de DBO dos tributários dessa região foi bastante elevado, 10 mg/L, fazendo com que as concentrações em alguns locais do reservatório apresentem valores acima da legislação. No entanto, a DBO logo é reduzida em função da sua decomposição e deposição.

Figura 9.6.105 – OD no AHE Marema – Qmlt.

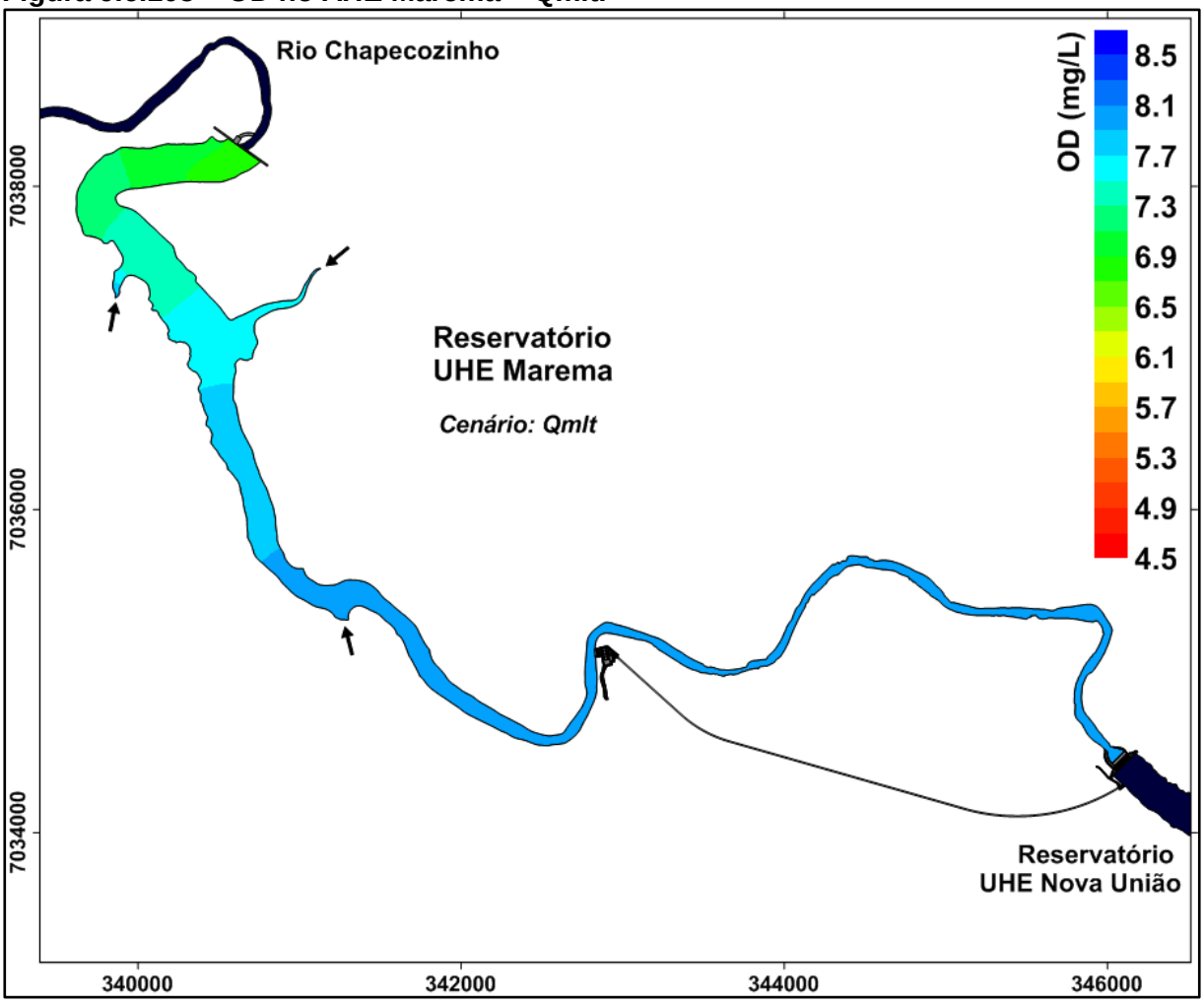


Figura 9.6.106 – OD no AHE Marema – Q7,10.

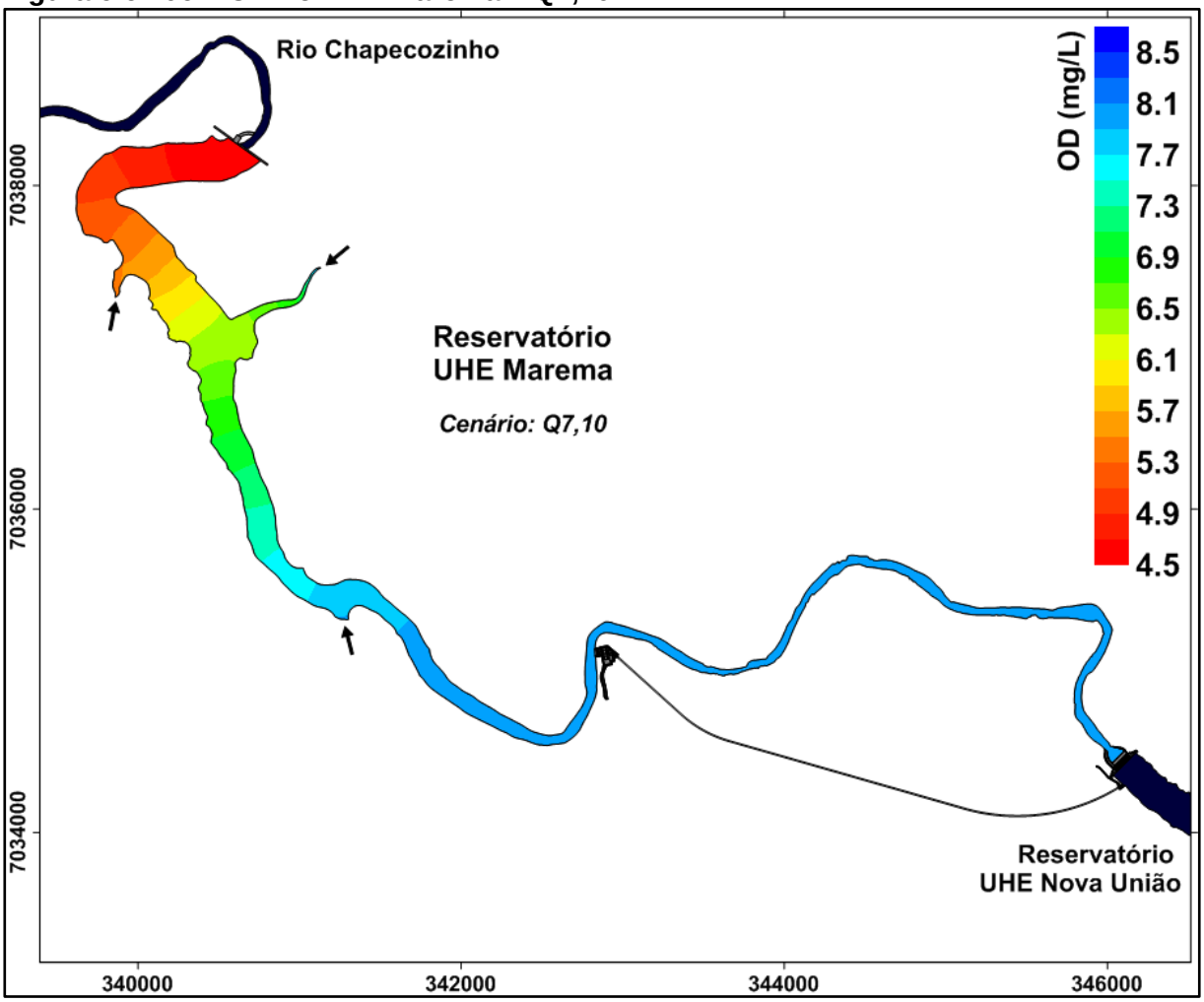


Figura 9.6.107 – DBO no AHE Marema – Qmlt.

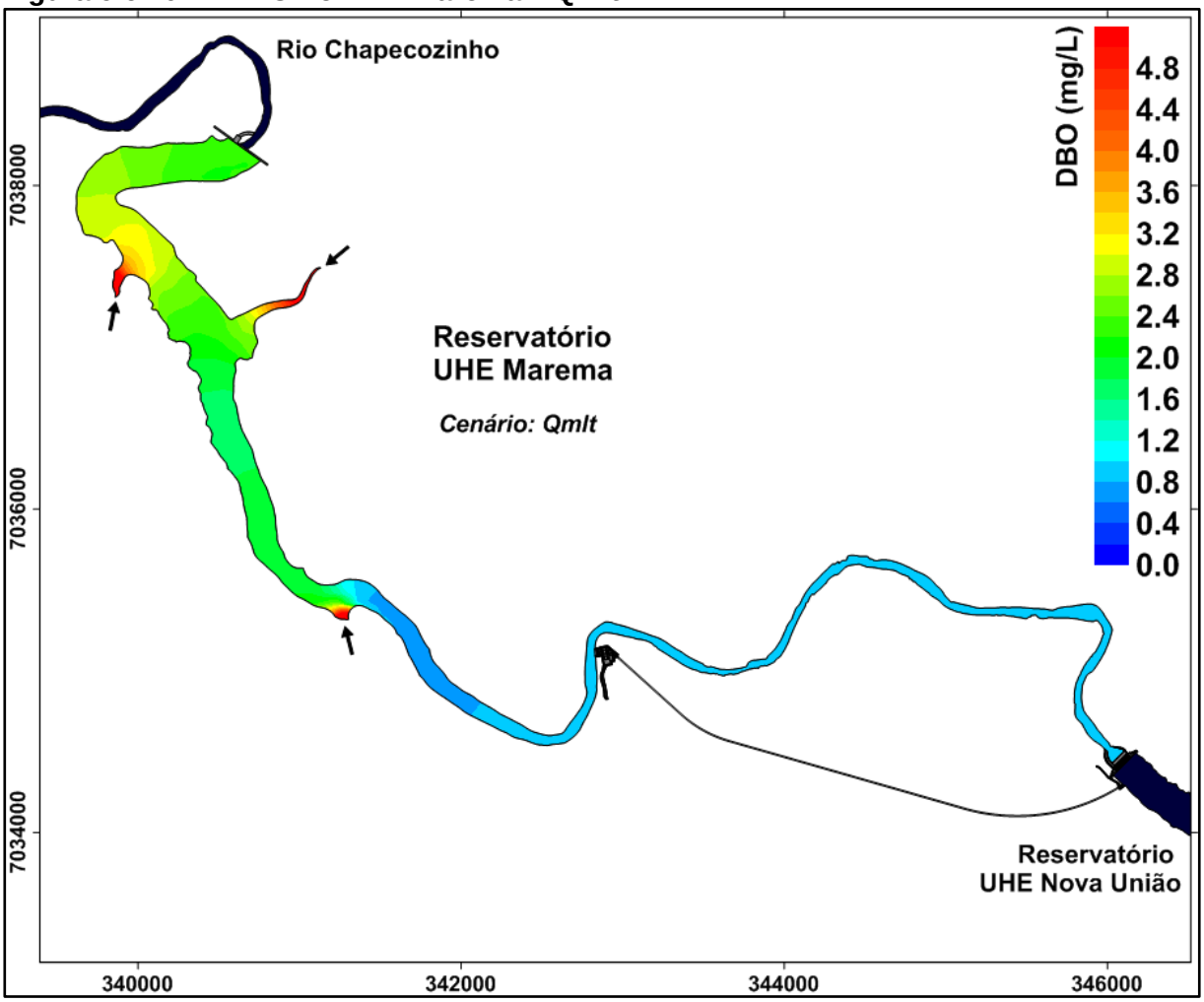
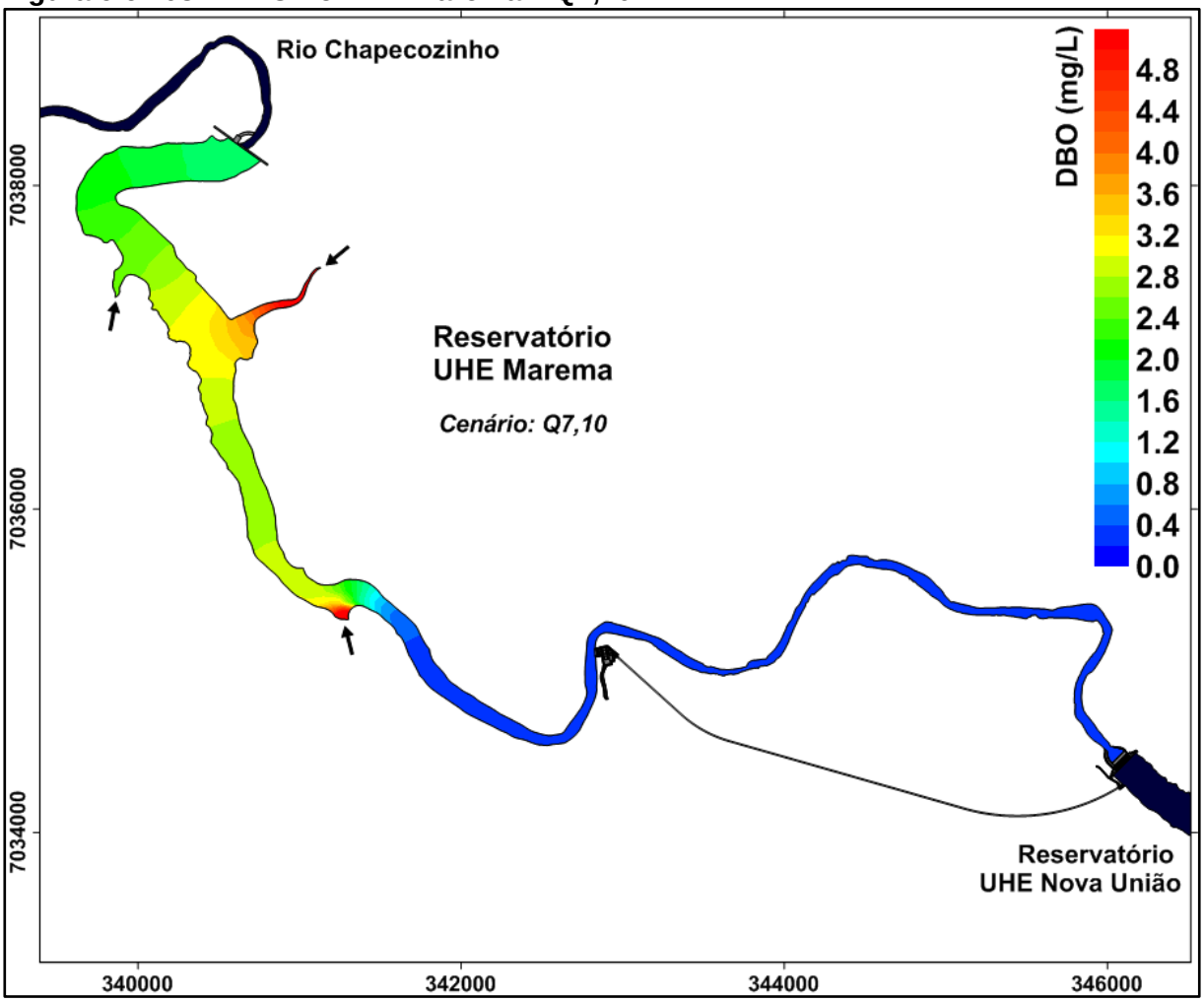


Figura 9.6.108 – DBO no AHE Marema – Q7,10.



A seguir são apresentadas as variações de nitrogênio orgânico, amônia e nitrato na região de modelagem do AHE Marema. Nestas regiões foram observados em campo concentrações de nitrogênio orgânico elevadas, fazendo elevar também as concentrações estimadas nos tributários. As concentrações de nitrogênio orgânico nos tributários chegaram a 1,2 mg/L enquanto que a amônia foi de até 5 mg/L no tributário mais a montante, fazendo com que as concentrações de amônia a jusante desse trecho fiquem acima do valor recomendado, 1,0 mg/L, chegando a 1,6 mg/L na Q7,10.

Além disso, a concentração de amônia que saiu do AHE Nova União já se mostrou mais elevada em relação à condição atual, o que favoreceu também o aumento da concentração da amônia na região do AHE Marema em relação a sua condição atual.

O nitrogênio orgânico se mostrou inferior na Q7,10 e próximo ao barramento devido à amonificação, aumentando ainda mais a concentração da amônia nesta região. O nitrato se manteve baixo em ambos os cenários e bastante distante do valor limite sugerido.

Figura 9.6.109 – Nitrogênio Orgânico no AHE Marema – Qmlt.

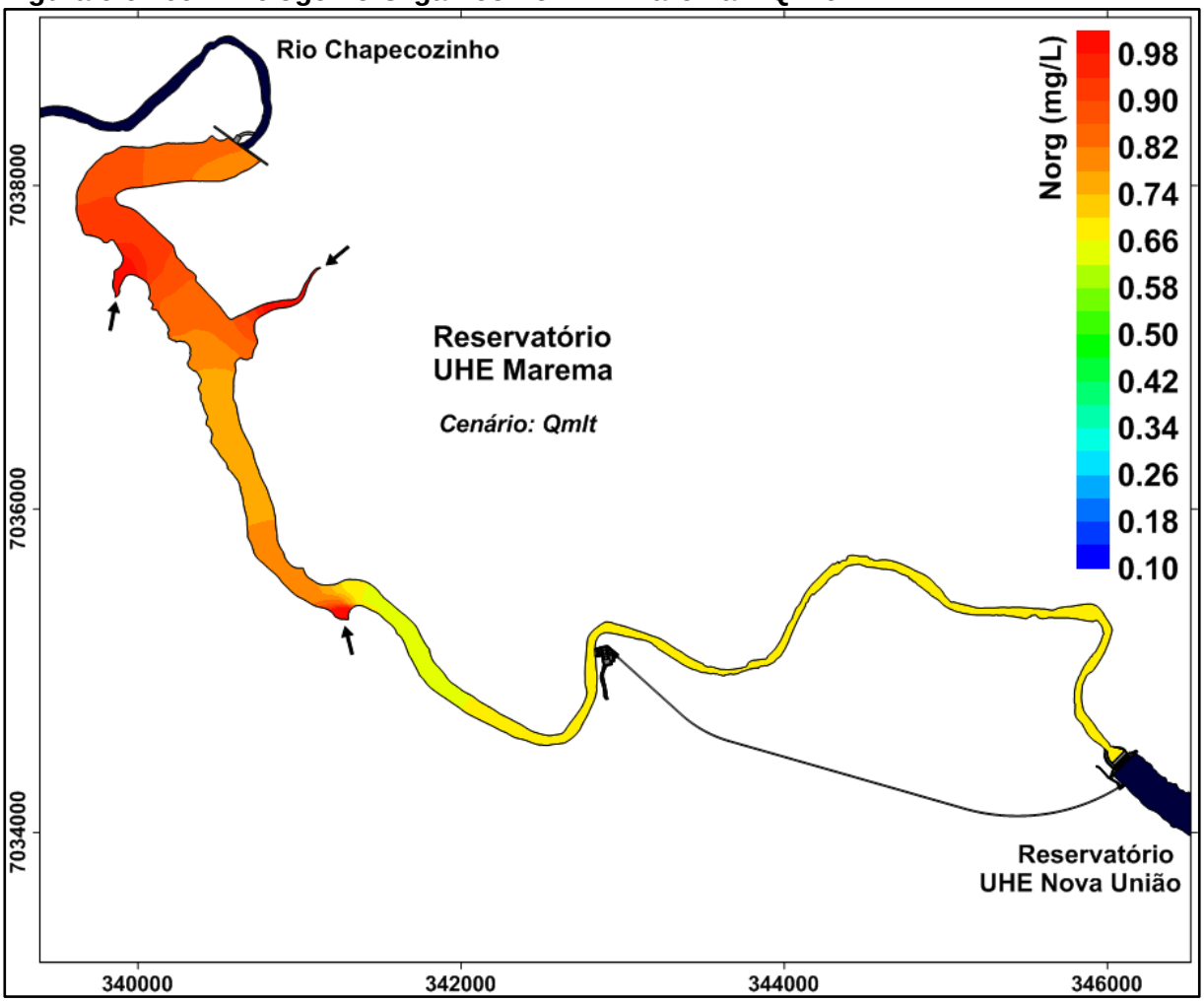


Figura 9.6.110 – Nitrogênio Orgânico no AHE Marema – Q7,10.

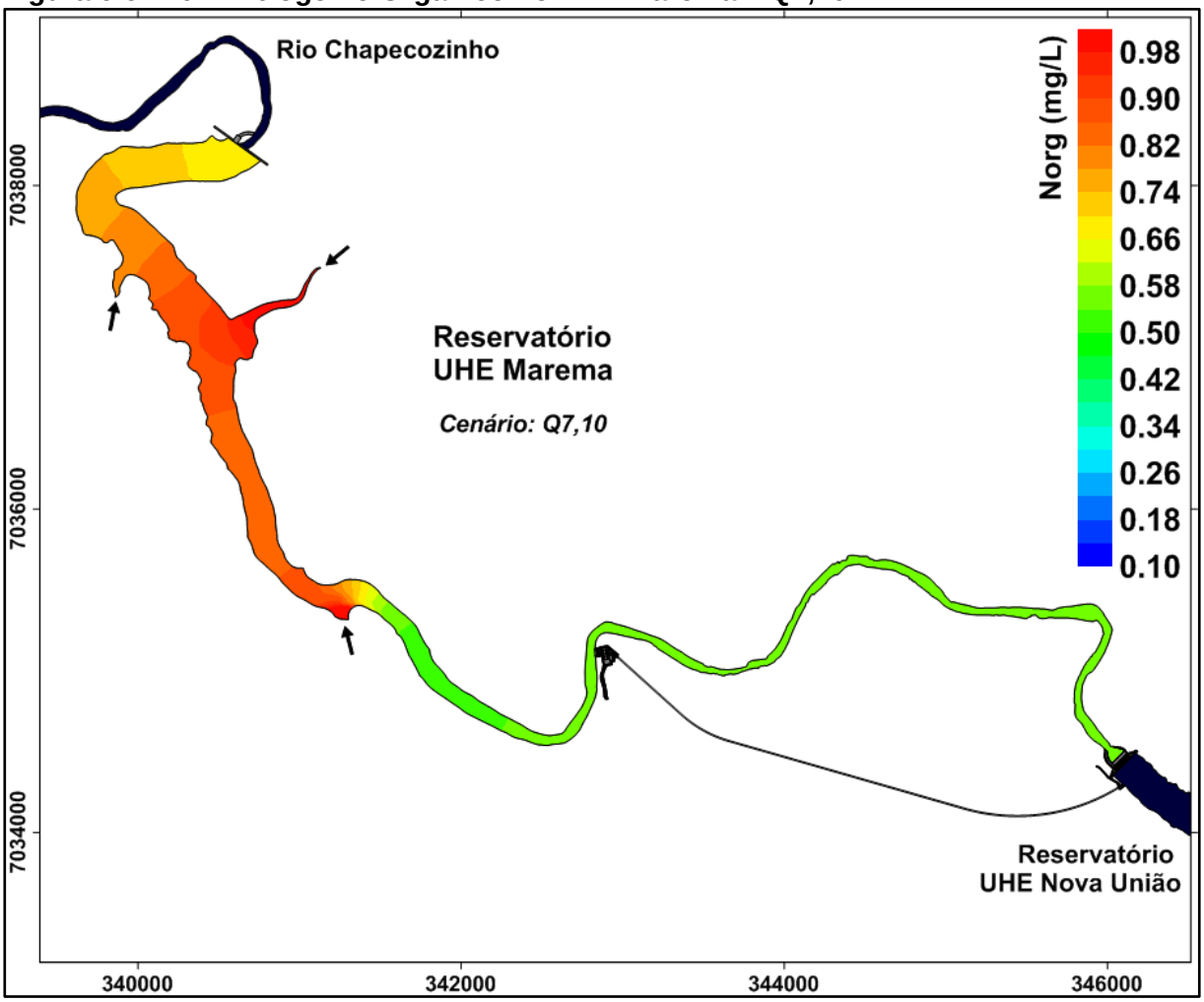


Figura 9.6.111 – Amônia no AHE Marema – Qmlt.

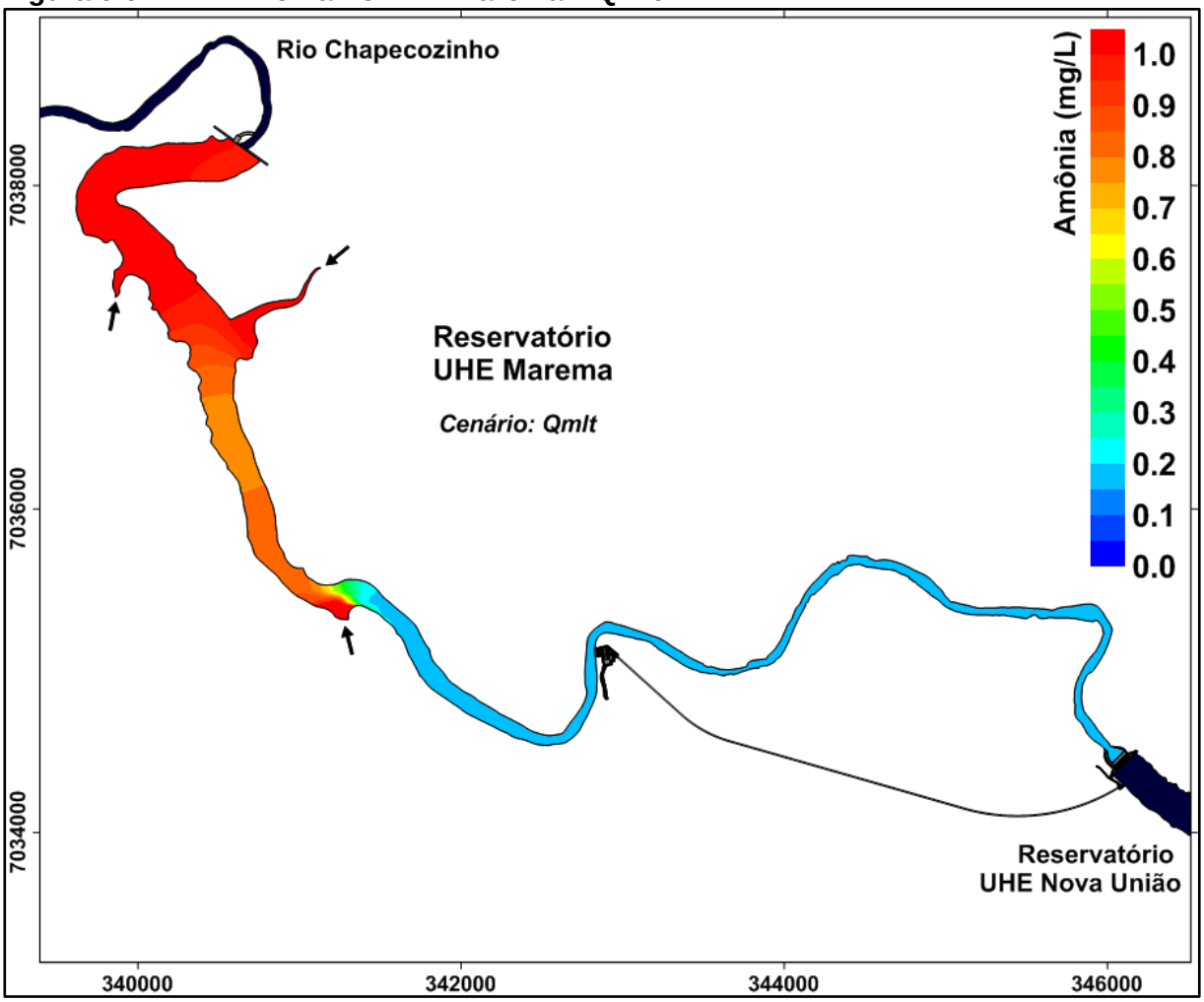


Figura 9.6.112 – Amônia no AHE Marema – Q7,10.

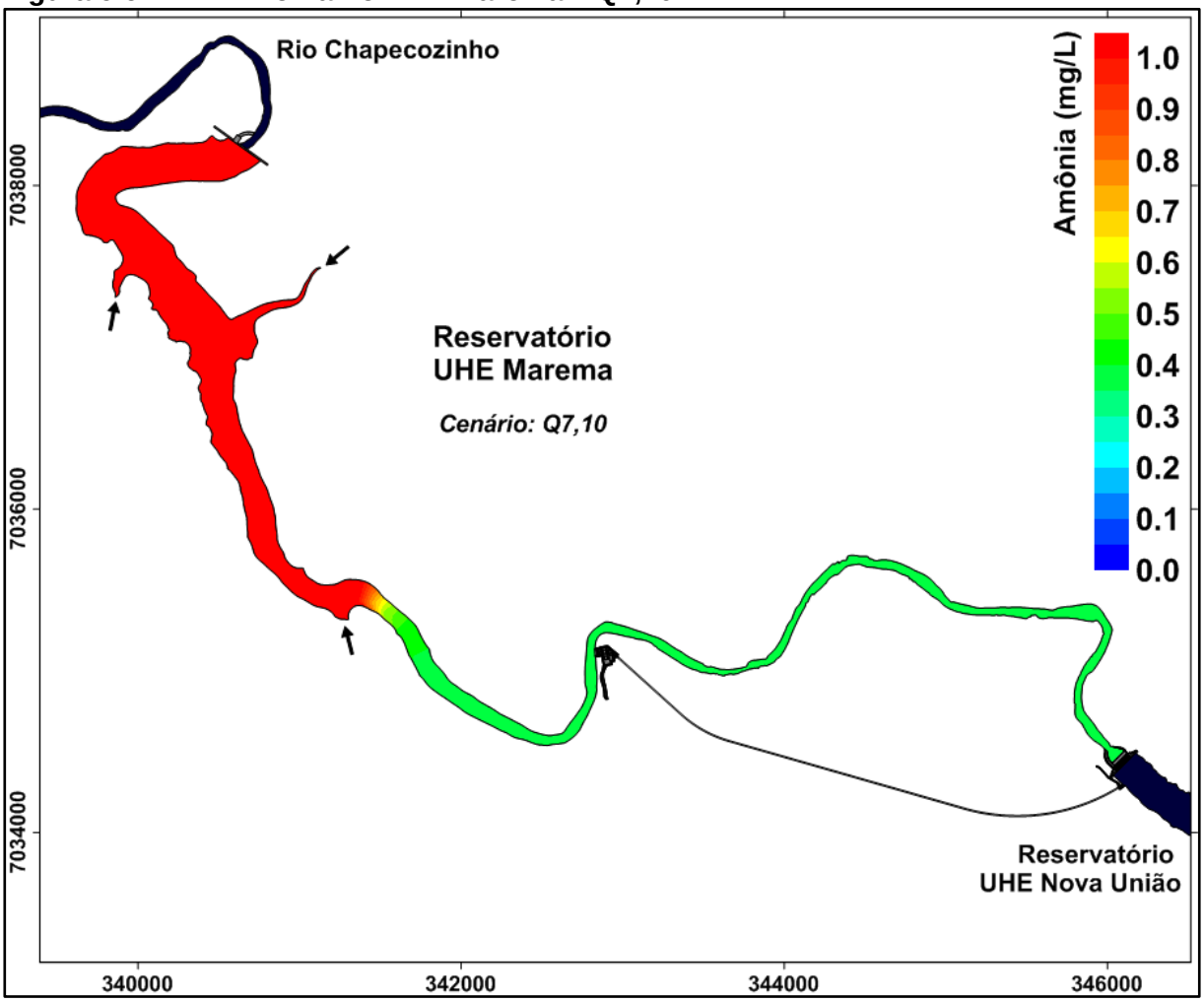


Figura 9.6.113 – Nitrato no AHE Marema – Qmlt.

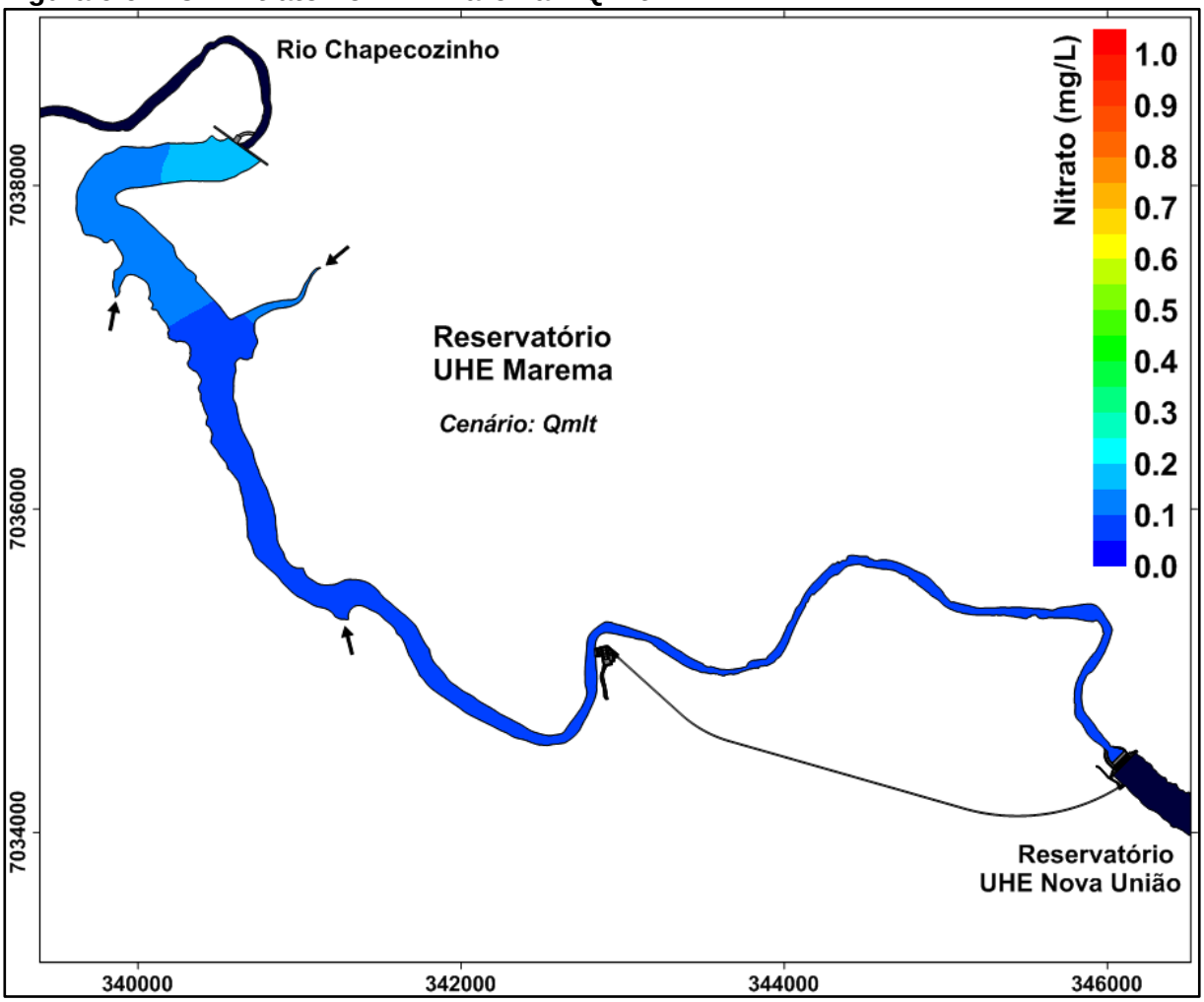
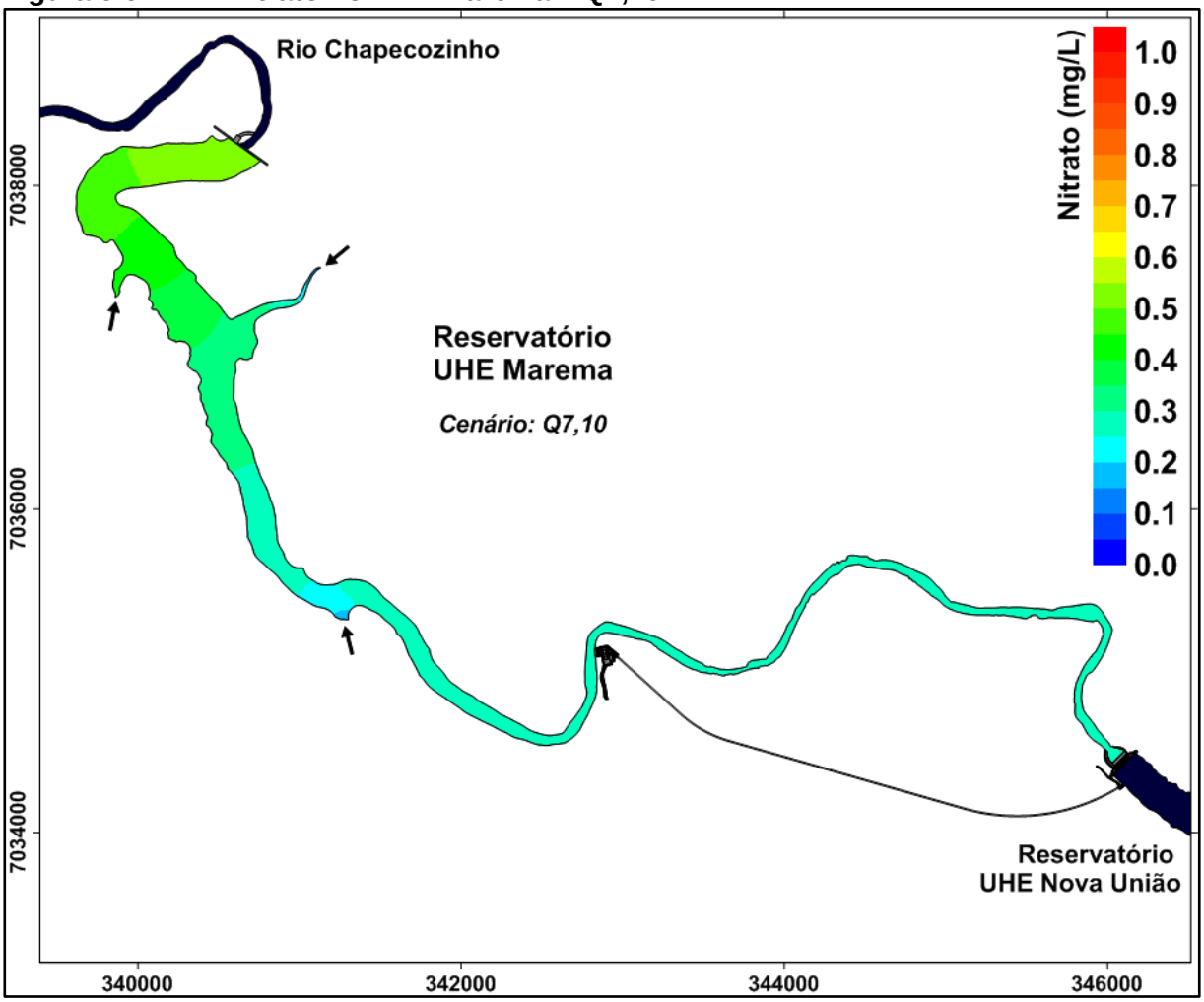


Figura 9.6.114 – Nitrato no AHE Marema – Q7,10.



Assim como no AHE Nova União, o fósforo orgânico foi sendo reduzido ao longo do reservatório devido sua transformação em nitrogênio inorgânico e não se observa diferença significativa entra os dois cenários.

Figura 9.6.115 – Fósforo orgânico no AHE Marema – Qmlt.

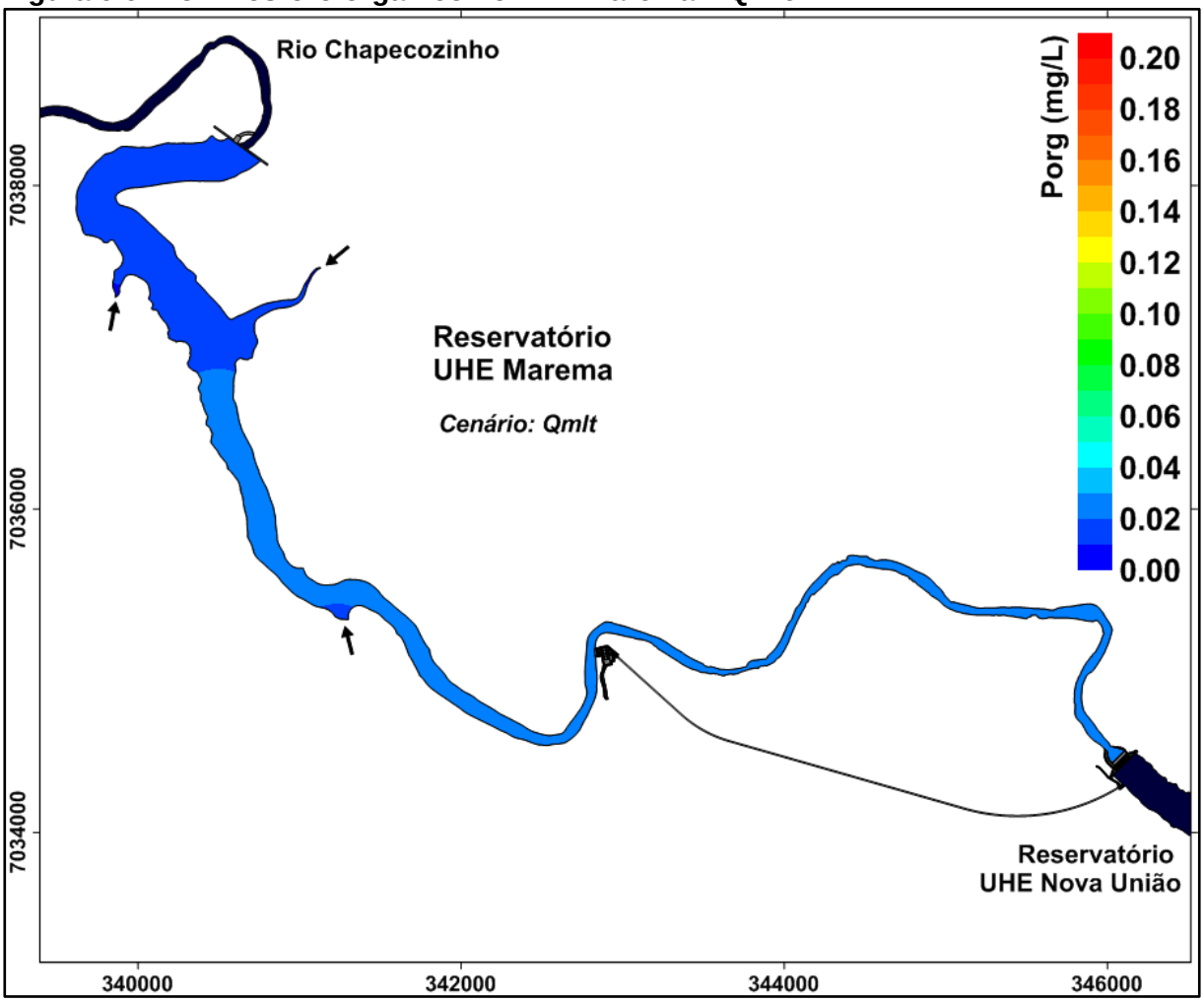
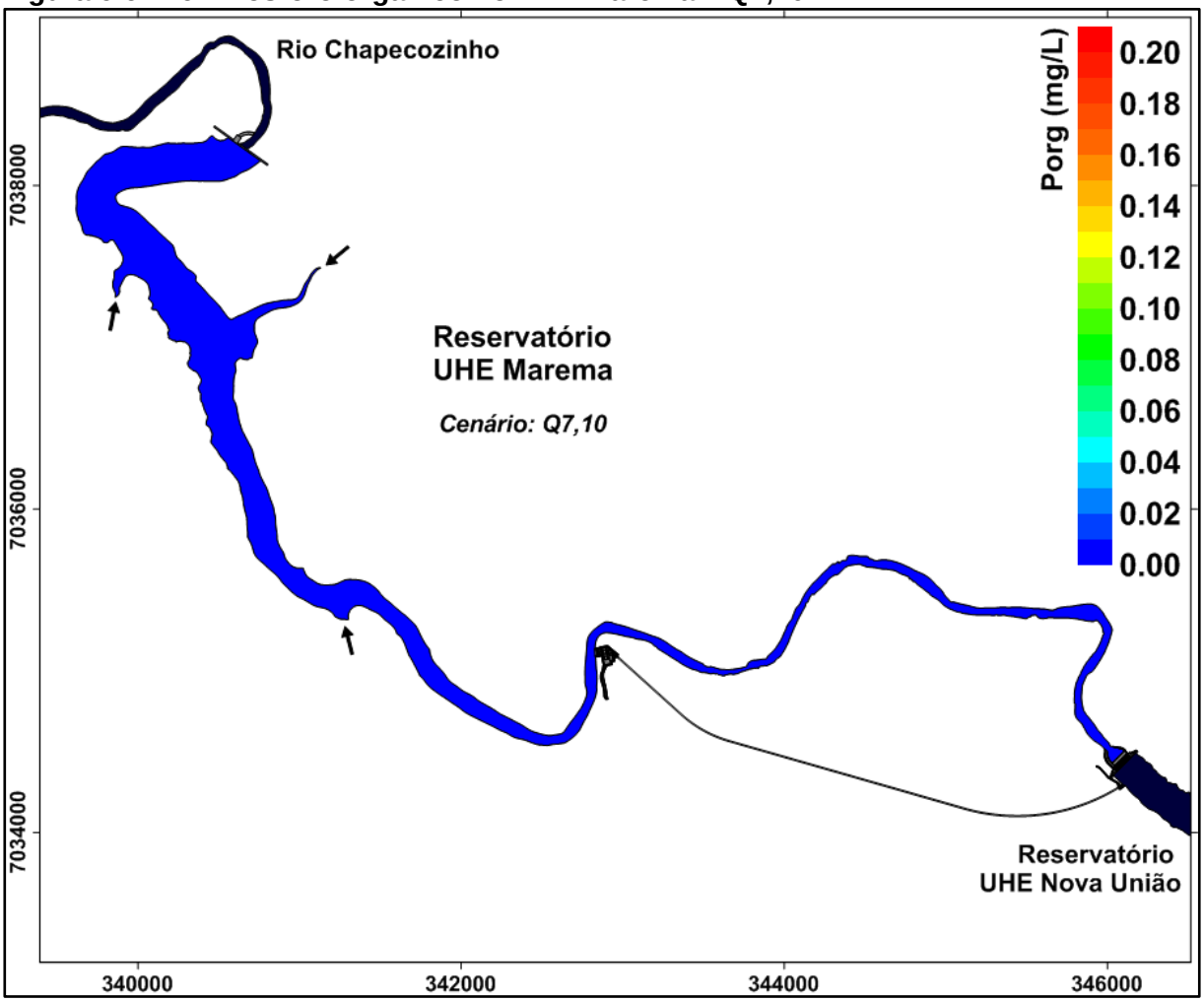


Figura 9.6.116 – Fósforo orgânico no AHE Marema – Q7,10.



Mesmo com tributários com concentrações inferiores a concentração do rio, o fósforo inorgânico a montante teve o mesmo valor no barramento, 0,03 mg/L, e isto se deve em partes a transformação do fósforo orgânico em inorgânico que fica ainda maior na Q7,10.

Figura 9.6.117 – Fósforo inorgânico no AHE Marema – Qmlt.

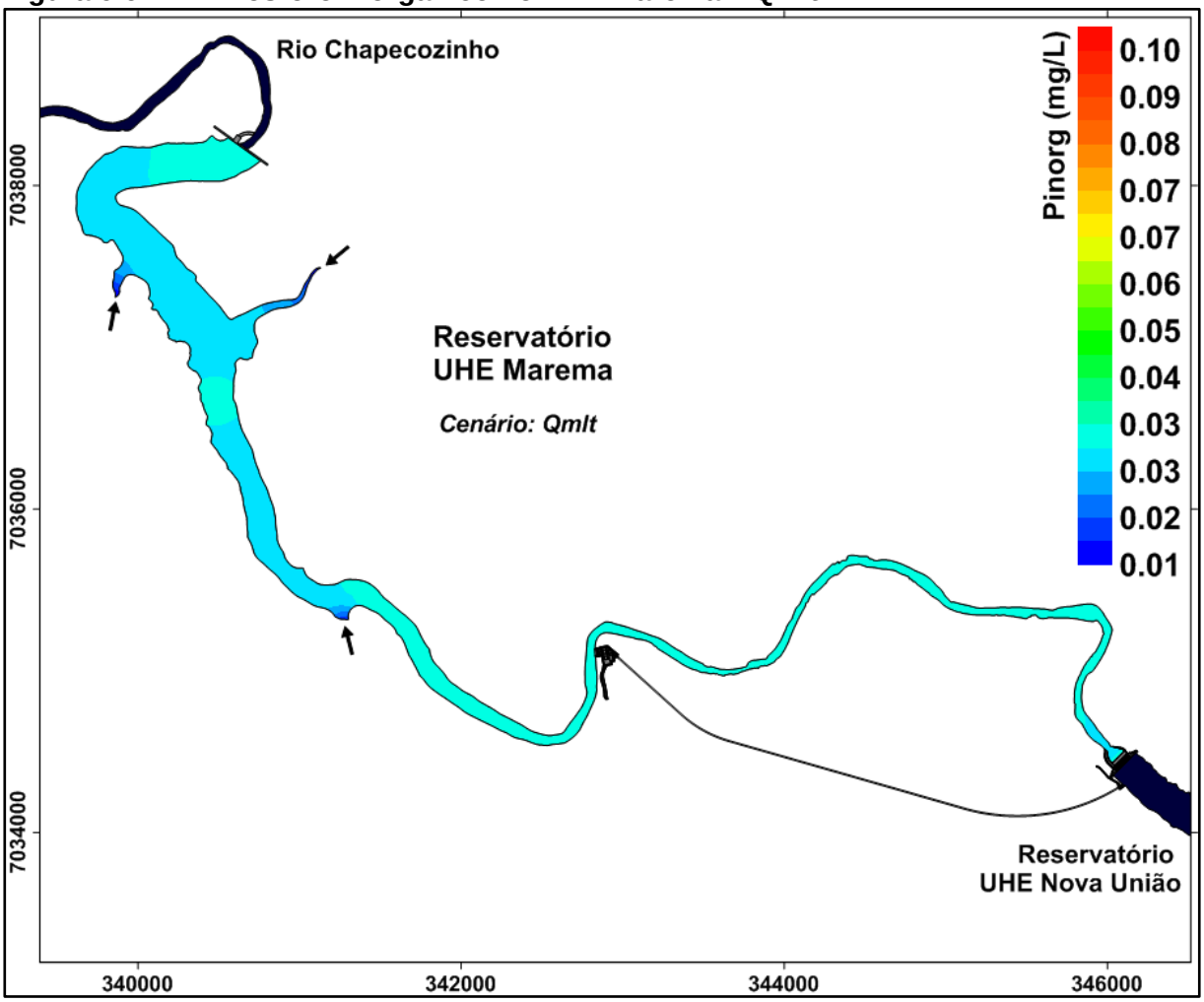
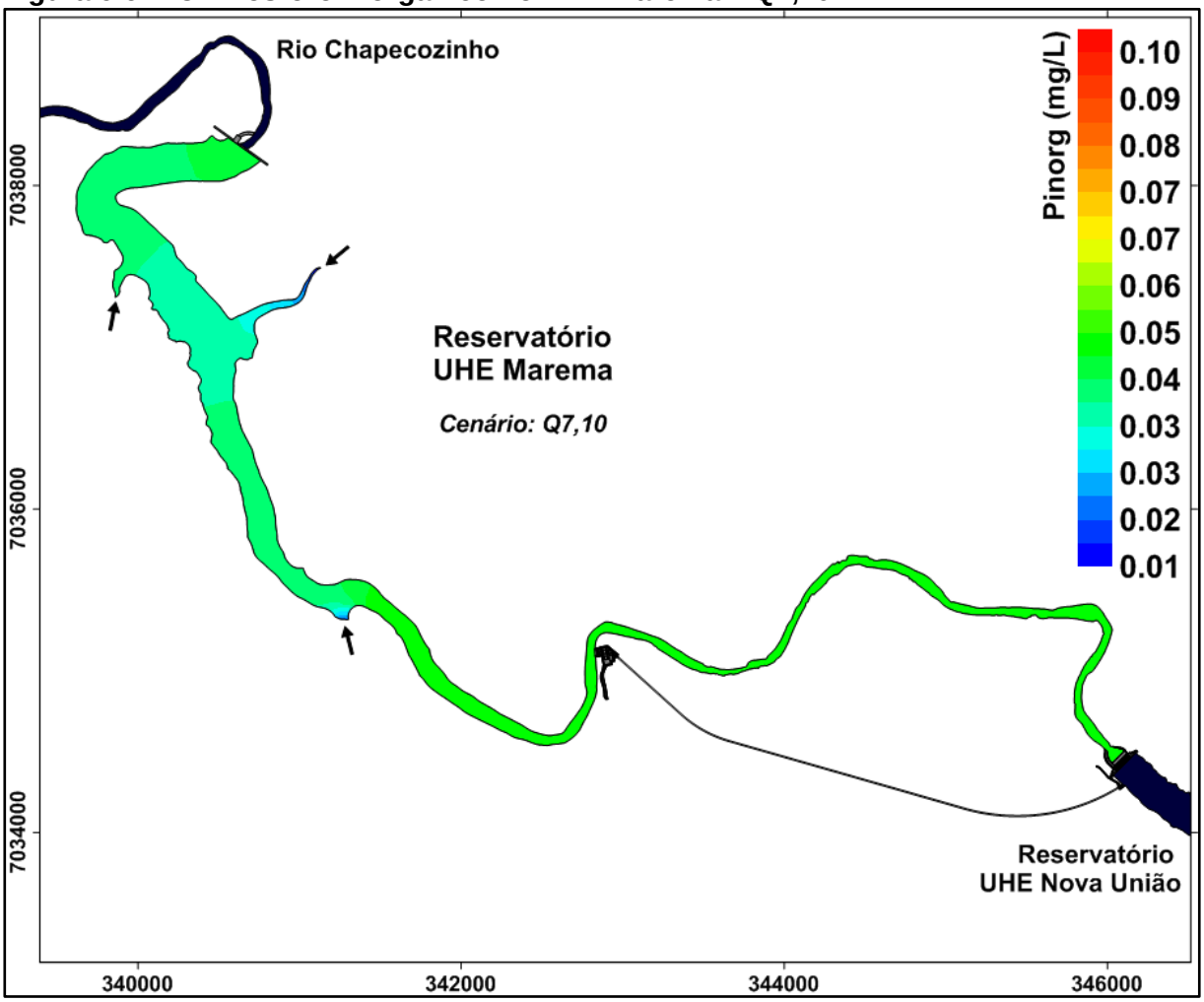


Figura 9.6.118 – Fósforo inorgânico no AHE Marema – Q7,10.



9.6.3.3 AHE Saudade

As figuras a seguir apresentam a concentração de OD e DBO ao longo do reservatório do AHE Saudade. Na Qmlt a OD na montante é aproximadamente 7 mg/L enquanto que na jusante, próximo ao barramento, cai a 5,3 mg/L. Já na Q7,10 a queda é ainda maior, chegando a 4,6 mg/L próximo ao barramento. Esta queda deve-se a diminuição da reaeração em função das baixas velocidades e também deve-se ao consumo de DBO, cujas concentrações também caem nesta região.

A DBO imposta a montante foi de 1,8 mg/L e os tributários tiveram concentrações equivalentes a 5mg/L fazendo aumentar a DBO em alguns pequenos trechos, chegando a 4mg/L no canal principal. À medida que a matéria orgânica é consumida ao longo do reservatório a concentração de DBO cai, chegando a 0,4 mg/L na Qmlt e 0,8 mg/L na Q7,10 na região próxima ao barramento.

Figura 9.6.119 – OD no AHE Saudade – Qmlt.

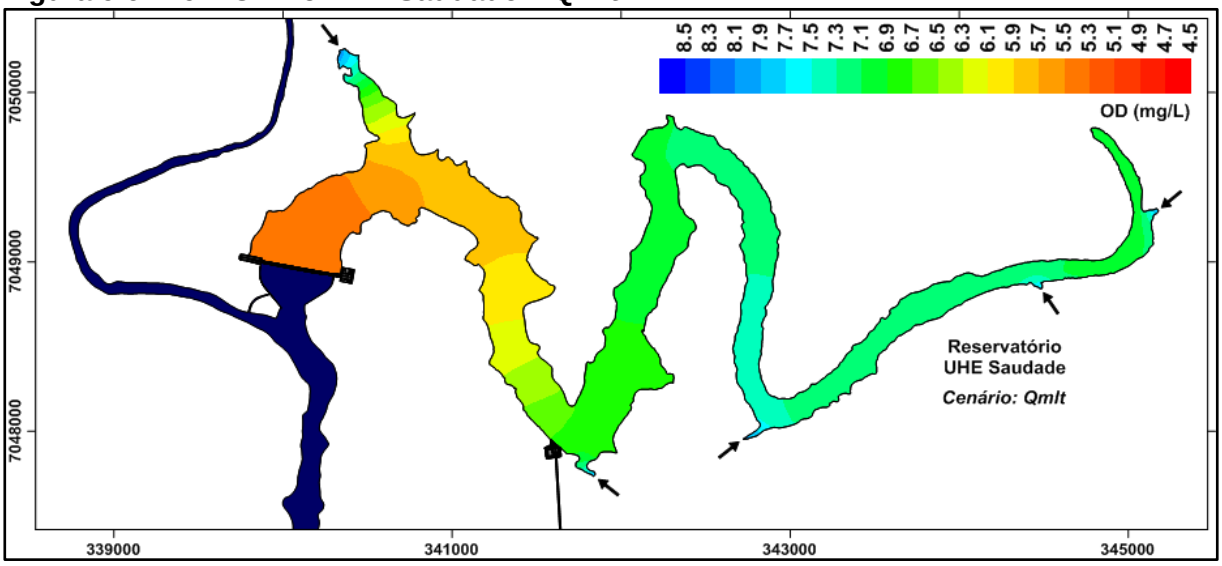


Figura 9.6.120 - OD no AHE Saudade – Q7,10.

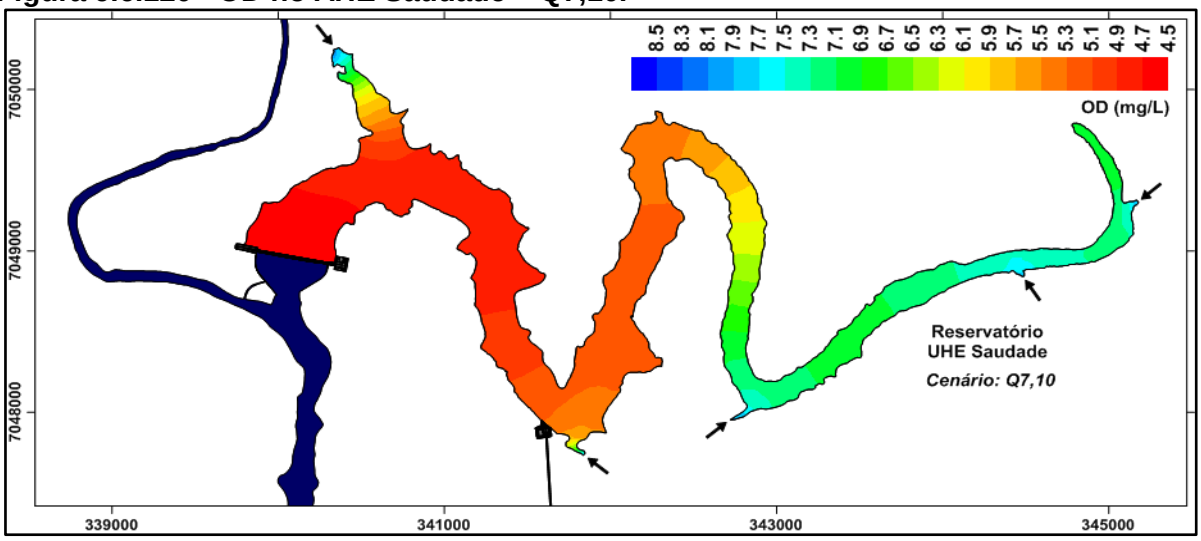


Figura 9.6.121 - DBO no AHE Saudade – Qmlt.

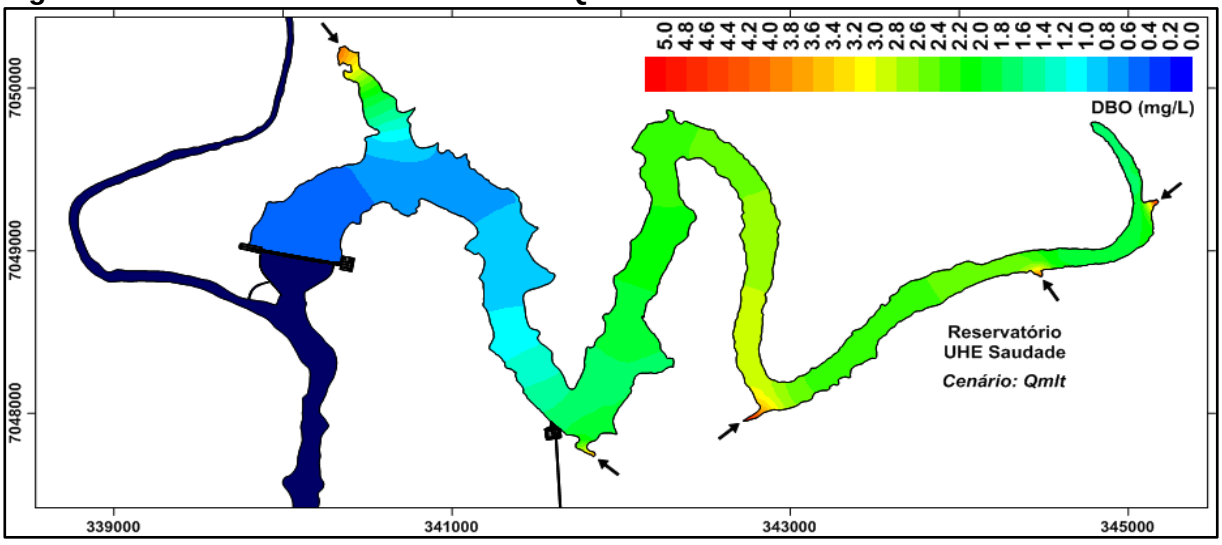
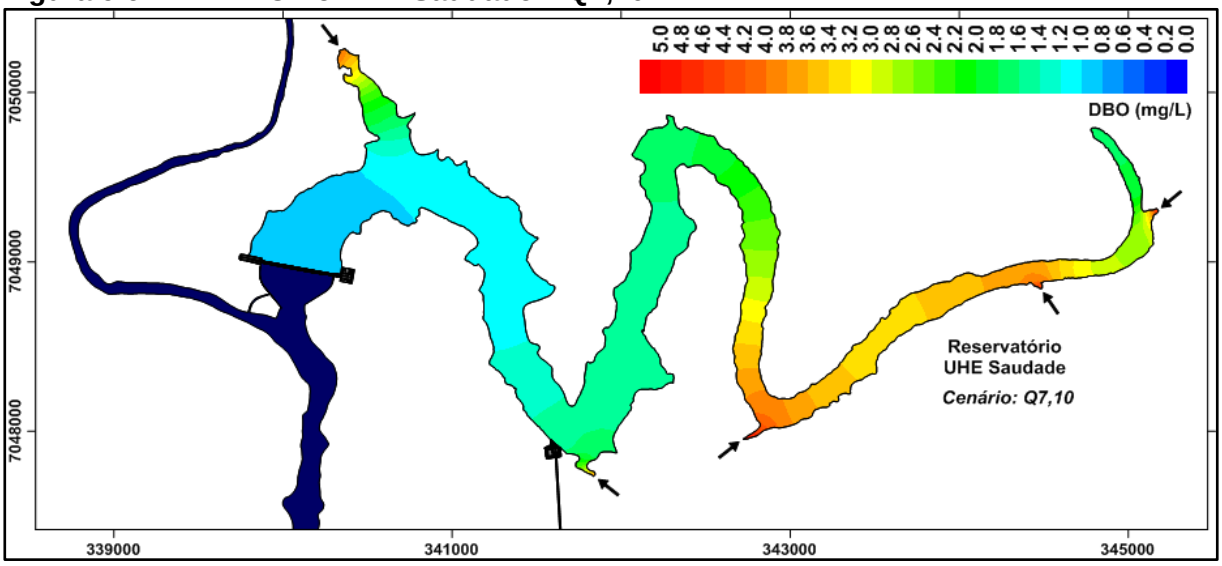


Figura 9.6.122 - DBO no AHE Saudade – Q7,10.



As figuras a seguir mostram que as concentrações de nitrogênio orgânico ficam maiores na Qmlt e menores na Q7,10, com valores de 0,75 mg/L na Qmlt e 0,33 mg/L na Q7,10 na região próximo ao barramento. Já a amônia se mostrou maior na Q7,10, com valor de até 0,32 mg/L no barramento, e menor na Qmlt, 0,07 mg/L no mesmo local. Estes resultados são esperados uma vez que a velocidade de escoamento nesta região diminui, o que intensifica o processo de amonificação. Entretanto, as concentrações observadas não atingem o valor limite, segundo COANAM 357/05, equivalente 1 mg/L.

Quanto ao nitrato não observa-se variações significativas, porém os maiores valores estão na Q7,10, chegando a 0,43 mg/L no barramento. Destaca-se que este valor é bastante distante do valor limite, 10 mg/L.

Figura 9.6.123 - Nitrogênio orgânico no AHE Saudade – Qmlt.

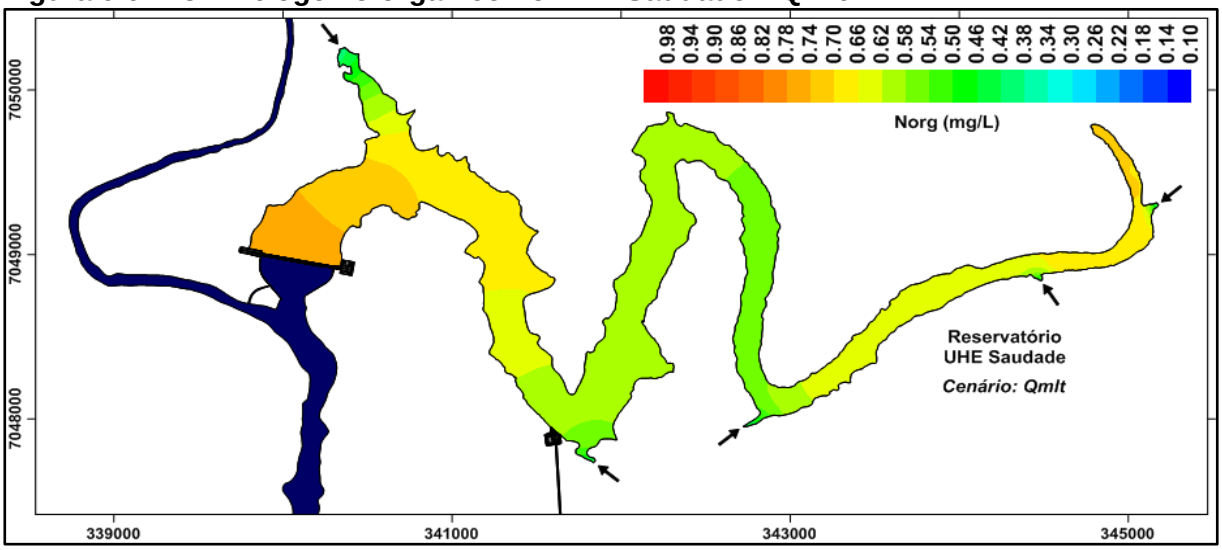


Figura 9.6.124 - Nitrogênio orgânico no AHE Saudade – Q7,10.

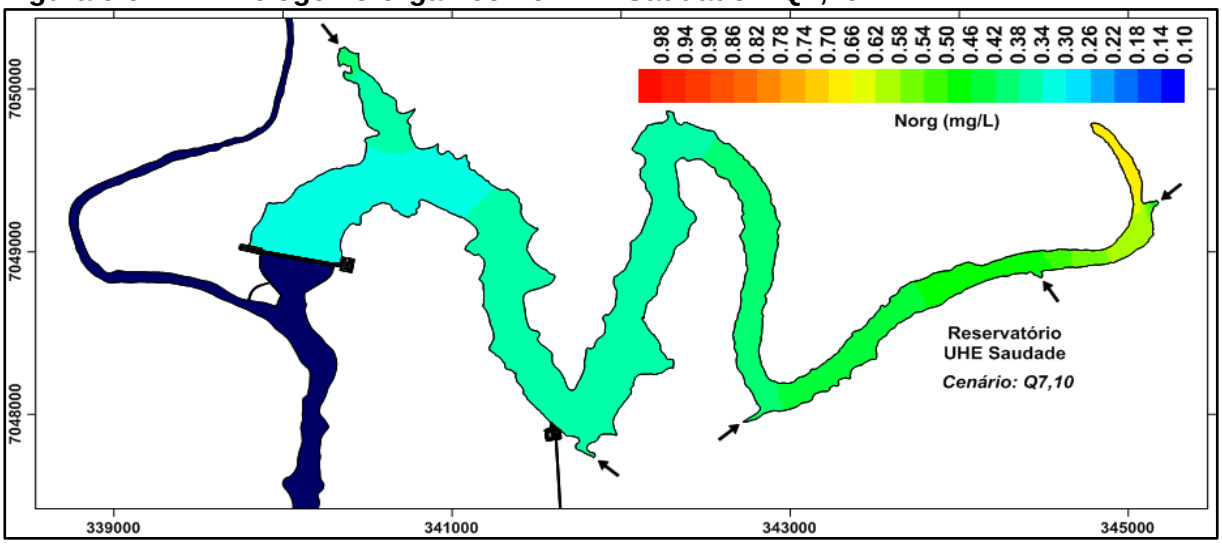


Figura 9.6.125 - Amônia no AHE Saudade – Qmlt.

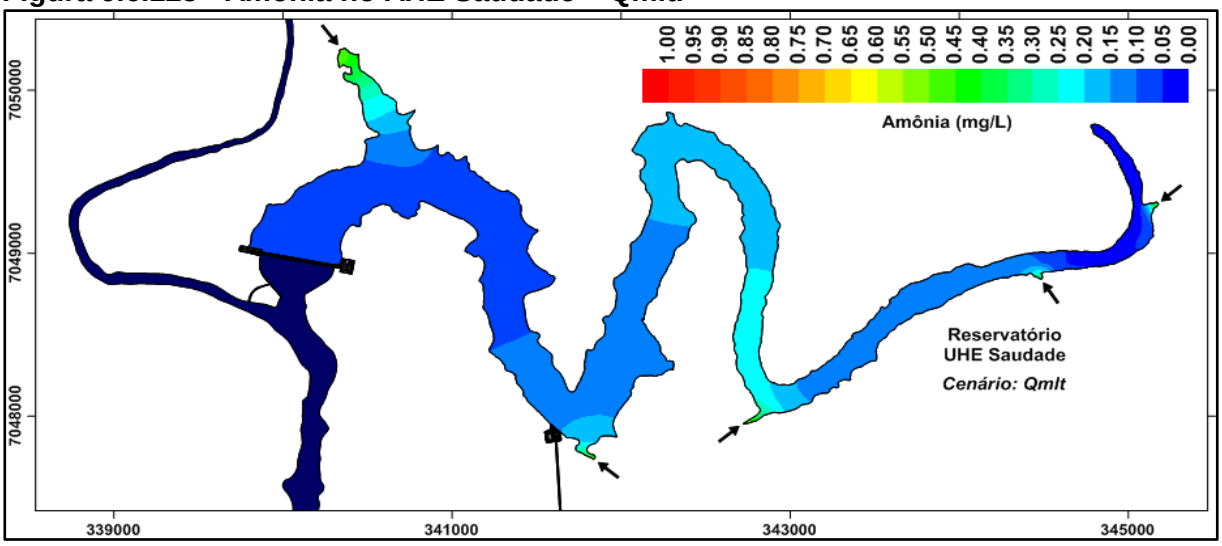


Figura 9.6.126 - Amônia no AHE Saudade – Q7,10.

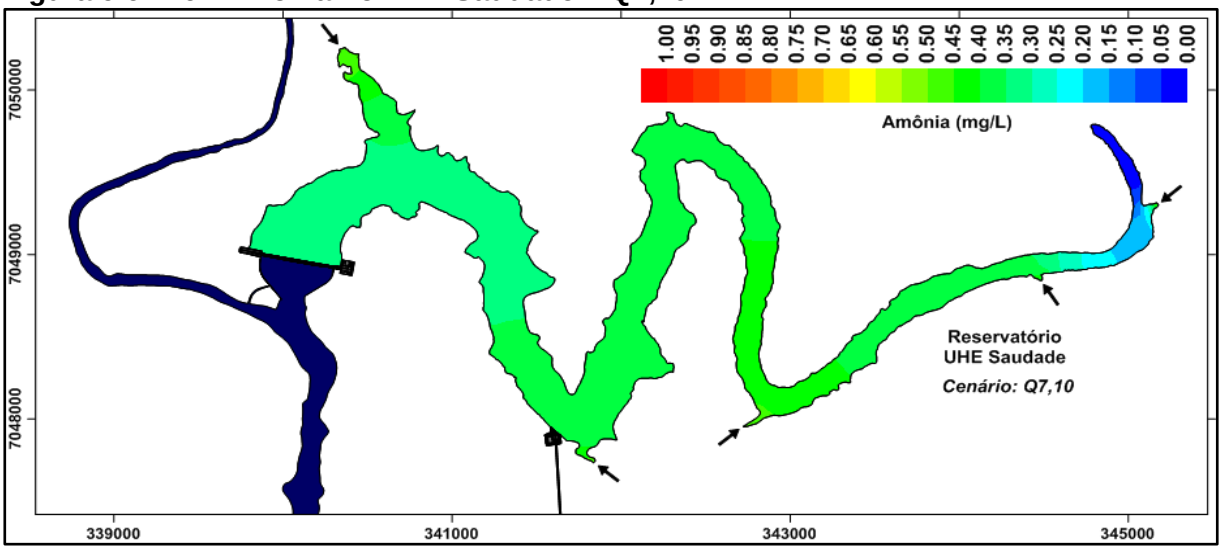


Figura 9.6.127 - Nitrato no AHE Saudade – Qmlt.

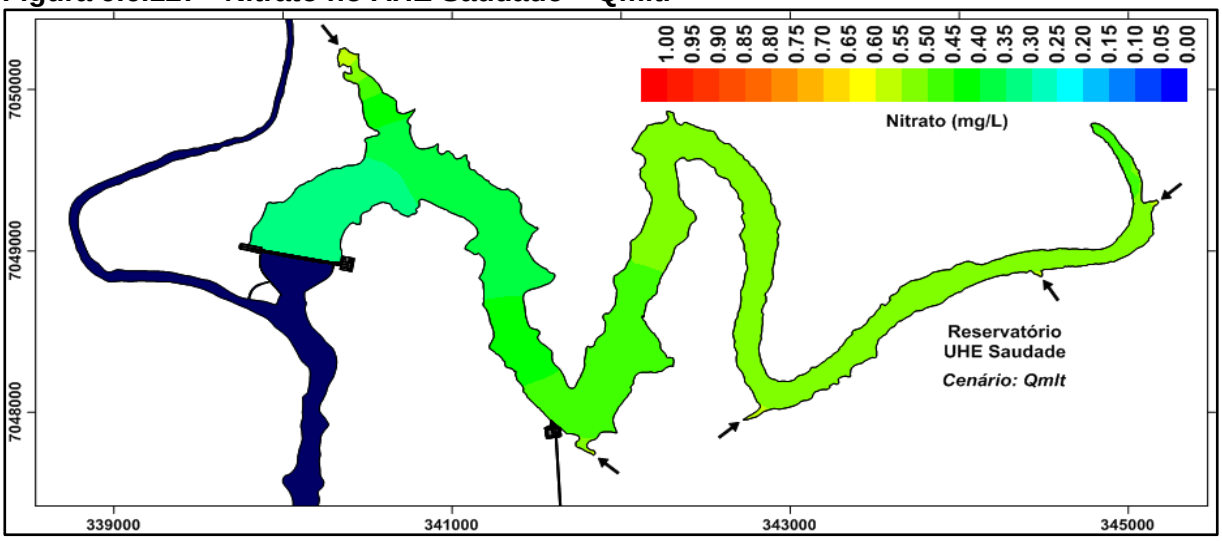
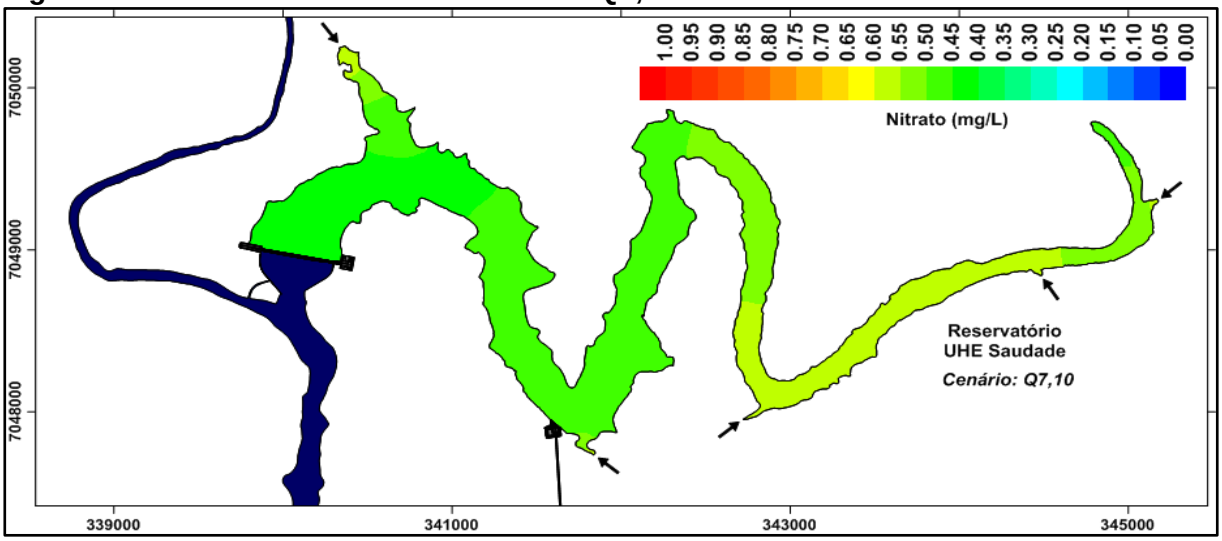


Figura 9.6.128 - Nitrato no AHE Saudade – Q7,10.



As concentrações iniciais de fósforo orgânico e inorgânico foram 0,04 mg/L e 0,01 mg/L respectivamente, o que já viola o valor aceitável de fósforo total para condições lênticas, 0,03 mg/L. Estes valores iniciais, que foram estimados a partir das concentrações medidas, foram sofrendo alterações ao longo do reservatório com a entrada de aportes pelos tributários e com reações naturais, como sedimentação e transformação do fósforo orgânico em fósforo inorgânico. Esse processo é intensificado quando as velocidades do escoamento são mais baixas, fazendo com que o fósforo orgânico seja maior na Qmlt, chegando a 0,02 mg/L no barramento, e o fósforo inorgânico seja maior na Q7,10, chegando a 0,045 mg/L no barramento.

Figura 9.6.129 - Fósforo orgânico no AHE Saudade – Qmlt.

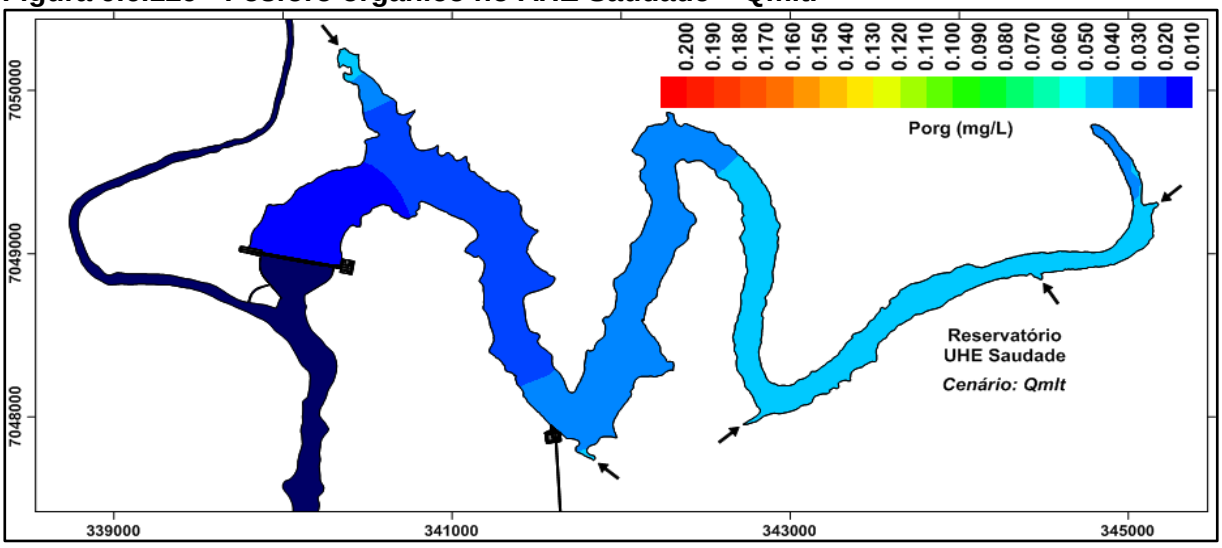


Figura 9.6.130 - Fósforo orgânico no AHE Saudade – Q7,10.

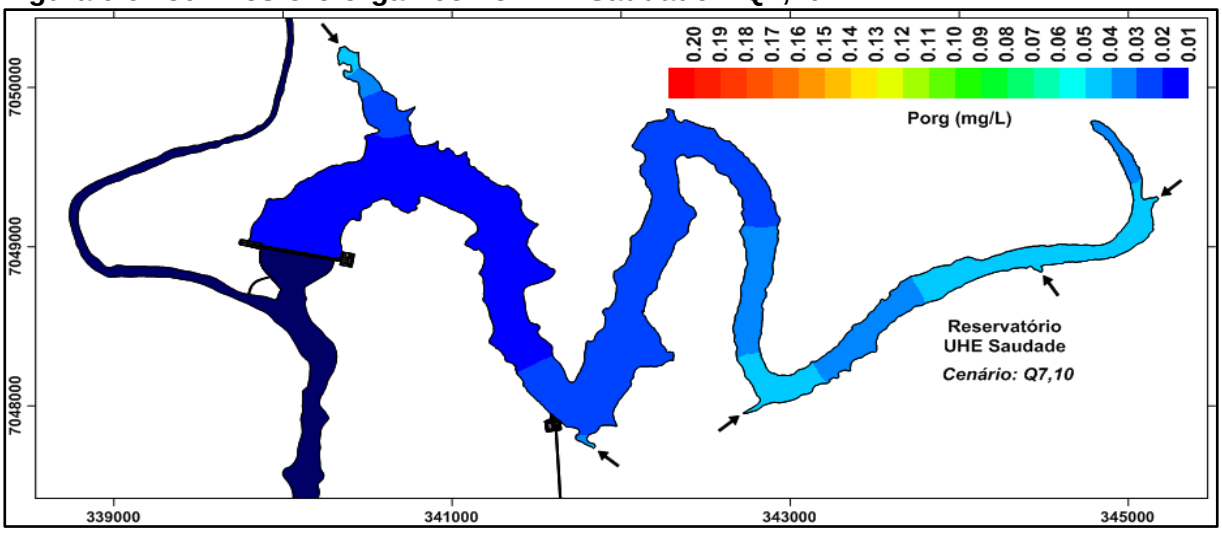


Figura 9.6.131 - Fósforo inorgânico no AHE Saudade – Qmlt.

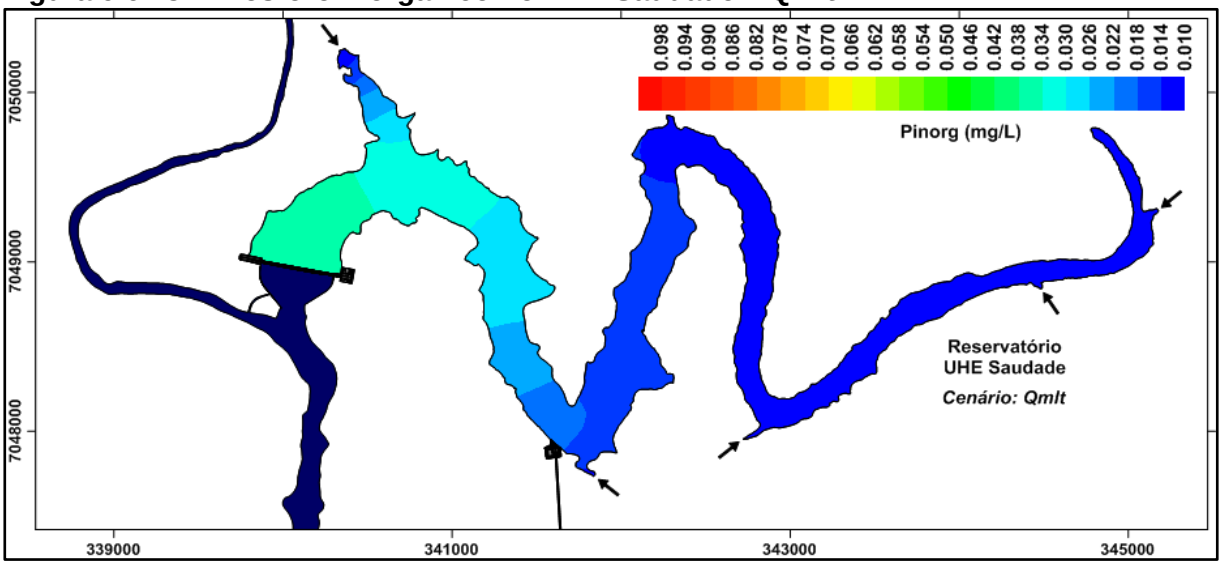
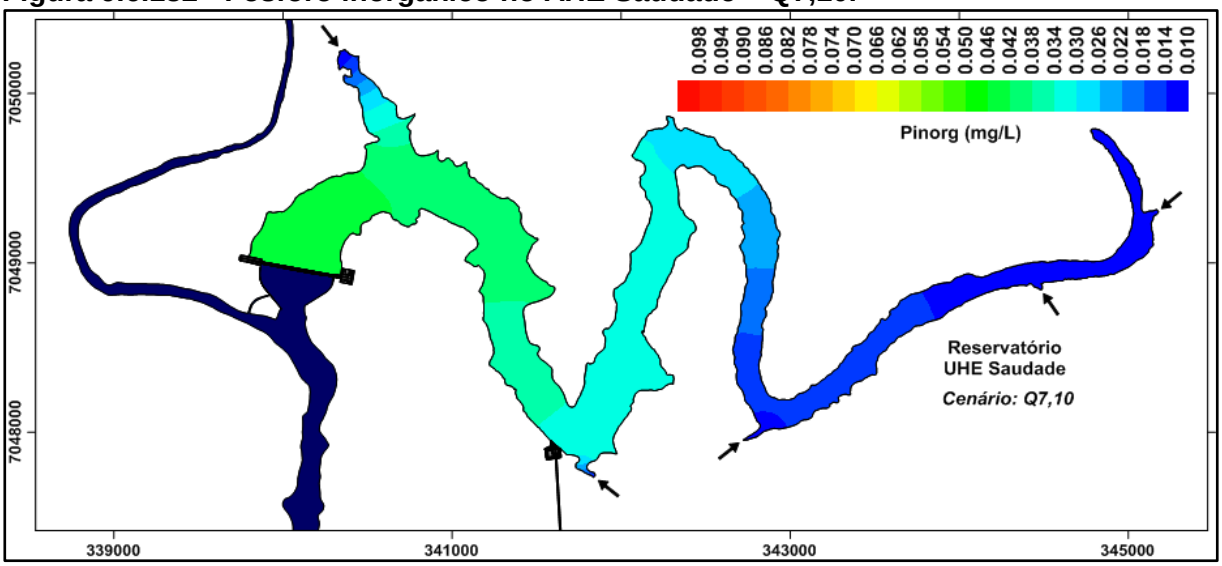


Figura 9.6.132 - Fósforo inorgânico no AHE Saudade – Q7,10.



9.6.3.4 AHE Foz do Chapecozinho

As figuras a seguir apresentam a concentração de OD e DBO na área de modelagem do AHE Foz do Chapecozinho. A concentração de OD próximo ao barramento cai em relação à montante, entretanto continua com valores desejáveis, chegando a 7,4 mg/L na Q7,10.

Vale destacar que as concentrações iniciais utilizadas na modelagem da área do AHE Foz do Chapecozinho foram as mesmas verificadas na saída de água do AHE Saudade, com exceção do oxigênio dissolvido, cujo valor foi elevado a 8 mg/L em função da reaeração ocorrida no processo de geração de energia. Os resultados

apontam que há uma tendência de queda da OD na região próxima ao reservatório, devido à diminuição da reaeração em função das baixas velocidades nesta região e também devido ao consumo de DBO, cujas concentrações também caem nesta região. No entanto, o efeito de queda da OD na região do barramento não é repassado para jusante devido à reaeração causada pelos vertedouros e pelas turbinas.

A concentração de DBO na saída do AHE Saudade foi inferior a 1 mg/L enquanto que a concentração de DBO imposta nos tributários variou entre 4 mg/L a 6mg/L, fazendo aumentar a DBO em alguns pequenos trechos, chegando a 3,4 mg/L no canal principal. À medida que a matéria orgânica é consumida ao longo do reservatório a concentração de DBO cai, chegando a 2,2 mg/L na região próxima ao barramento.

Figura 9.6.133 - OD no AHE Foz do Chapecozinho – Qmlt.

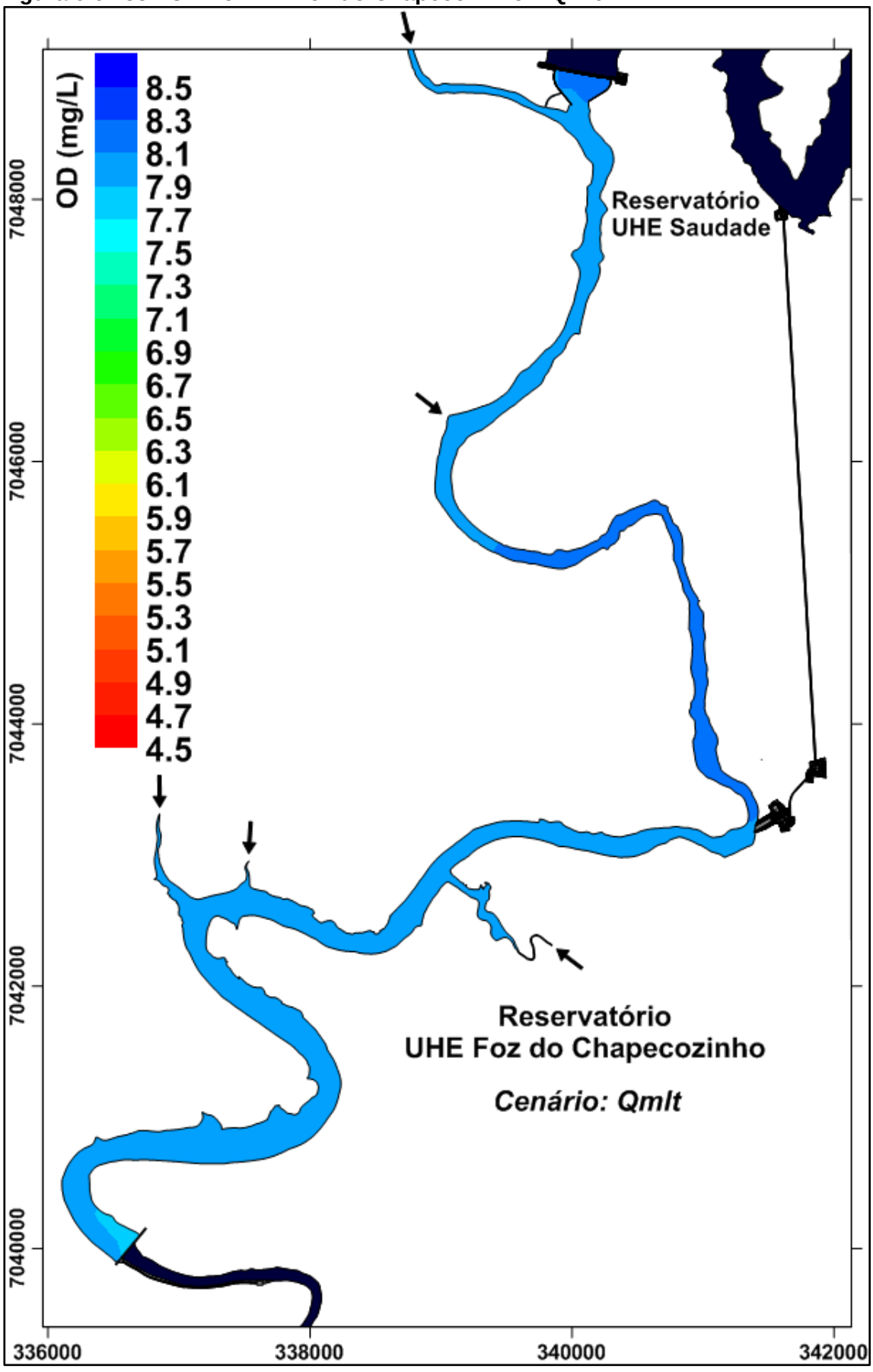


Figura 9.6.134 - OD no AHE Foz do Chapecozinho – Q7,10.

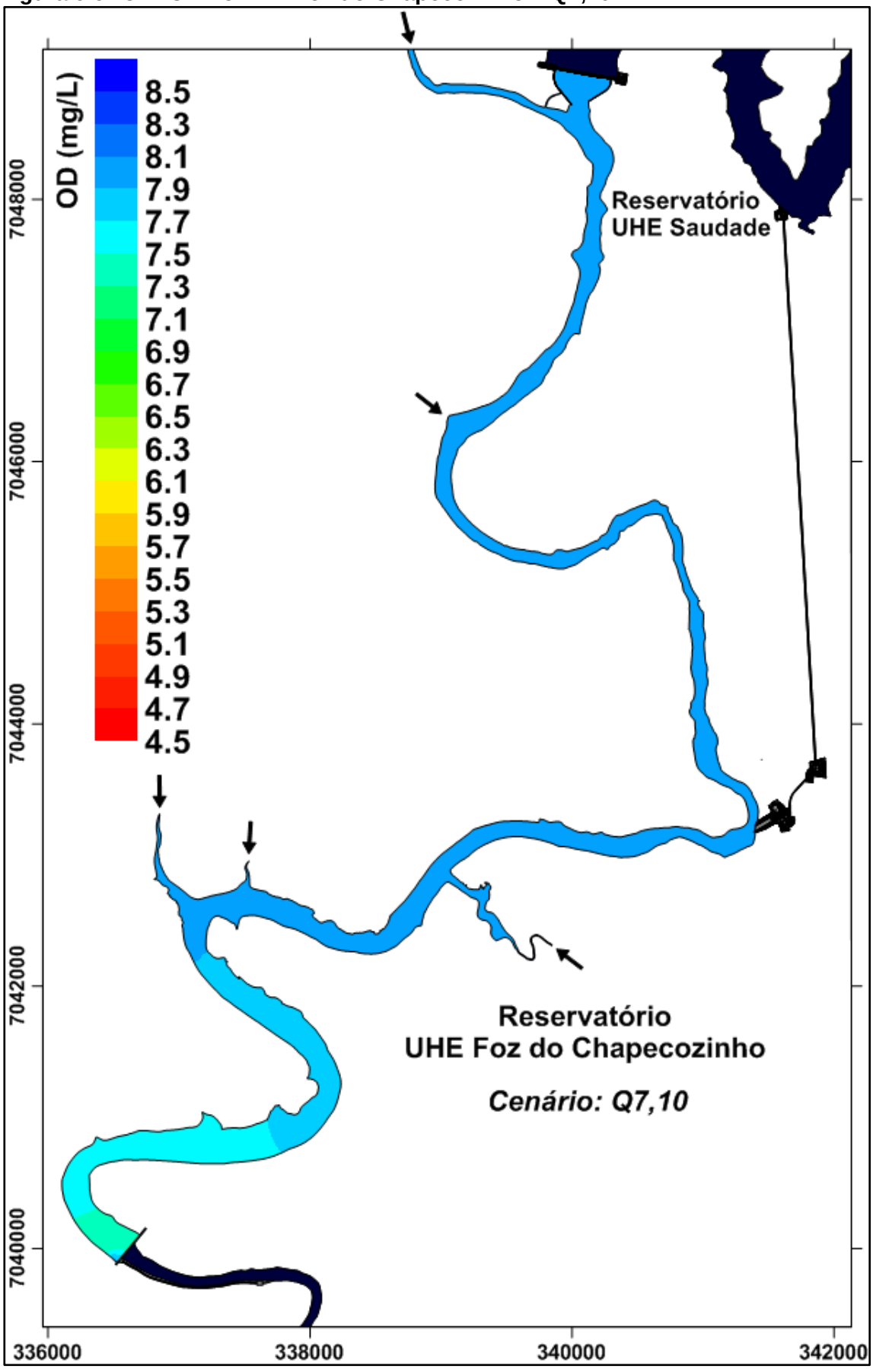


Figura 9.6.135 - DBO no AHE Foz do Chapecozinho – Qmlt.

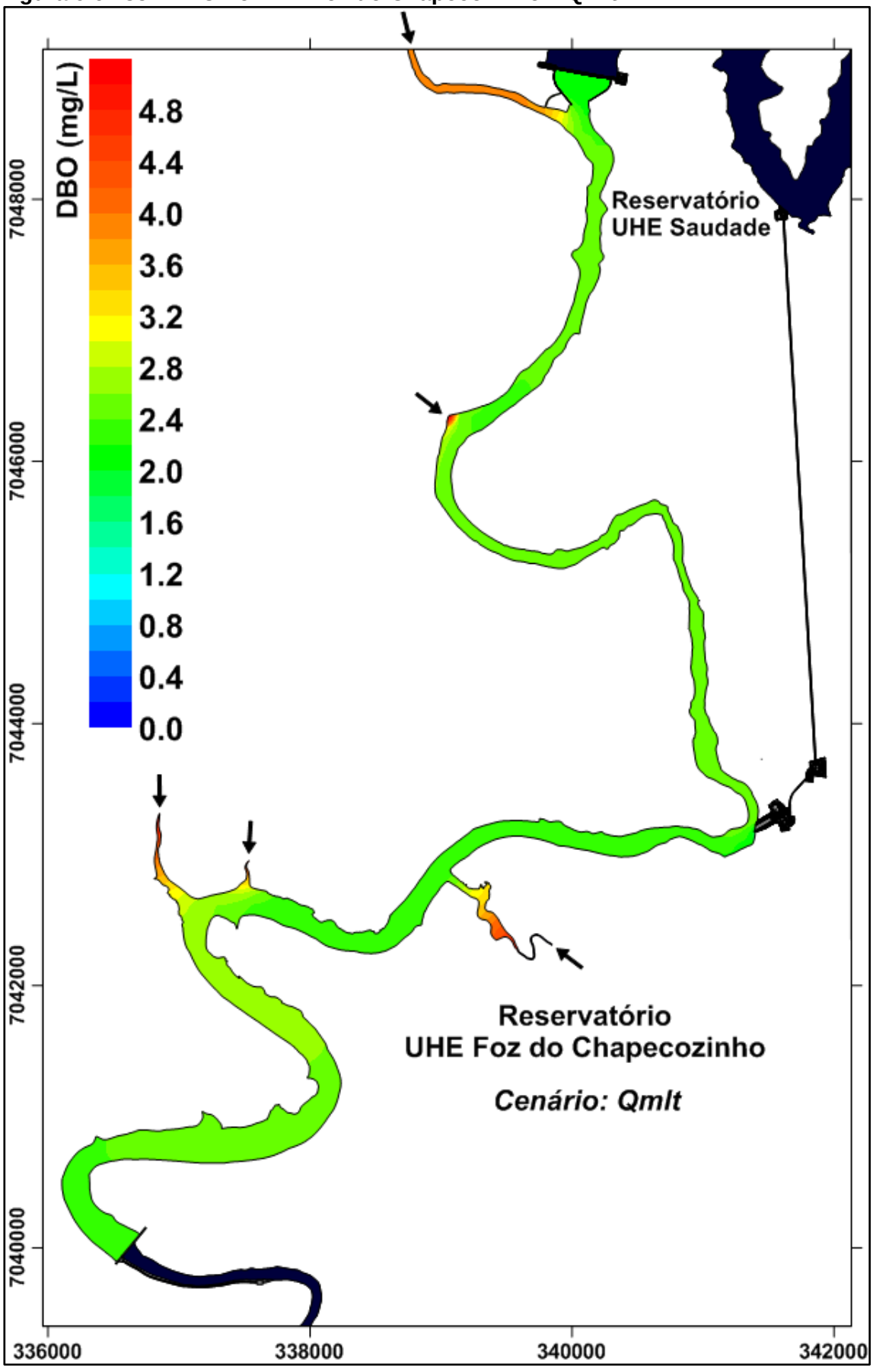
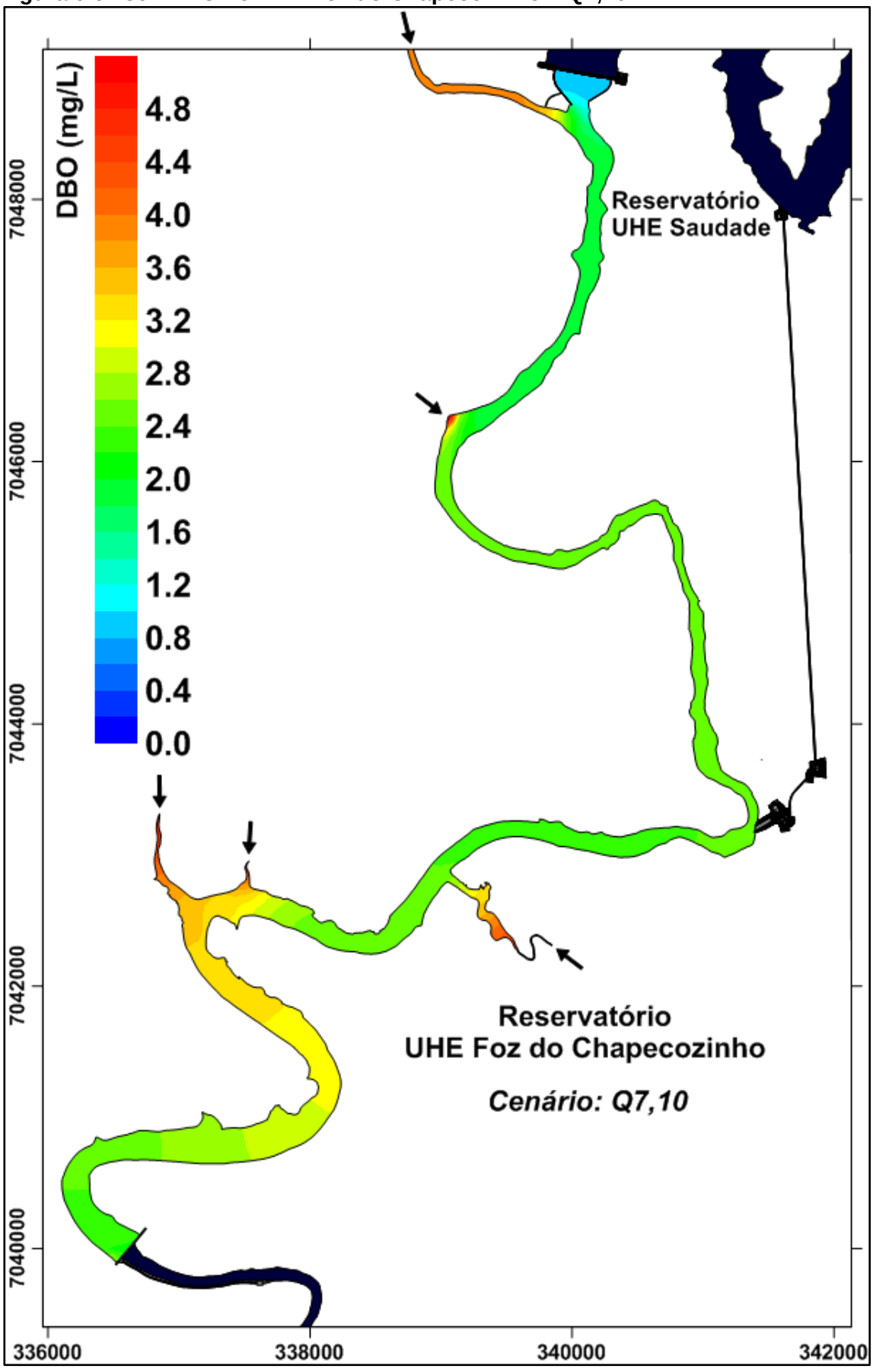


Figura 9.6.136 - DBO no AHE Foz do Chapecozinho – Q7,10.



A concentração de nitrogênio orgânico pouco variou entre os barramentos do AHE Saudade e do AHE Foz do Chapecozinho com concentração de aproximadamente 0,46 mg/L na Q7,10 e 0,63 mg/L na Qmlt. Já a amônia teve maior variação espacial e entre os cenários, apresentando maior concentração na Q7,10 como observado nas AHEs a montante. Ao longo do curso principal a amônia chegou a 0,6 mg/L na Q7,10 e na Qmlt o valor máximo foi de 0,2 mg/L no curso principal. Já no barramento a concentração da amônia caiu a 0,33 mg/L na Q7,10 e 0,12 mg/L na Qmlt.

Figura 9.6.137 - Nitrogênio orgânico no AHE Foz do Chapecozinho – Qmlt.

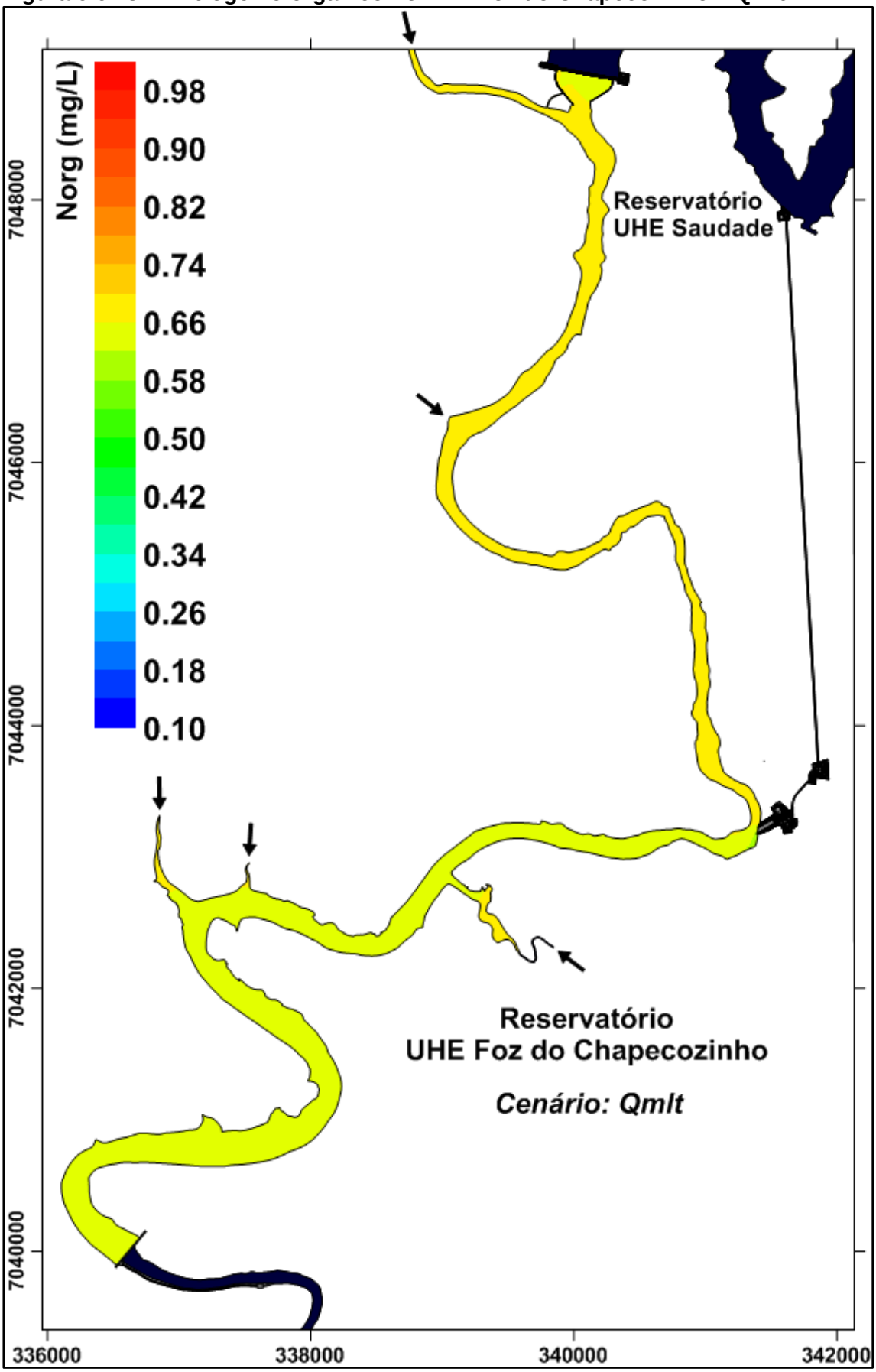


Figura 9.6.138 - Nitrogênio orgânico no AHE Foz do Chapecozinho – Q7,10.

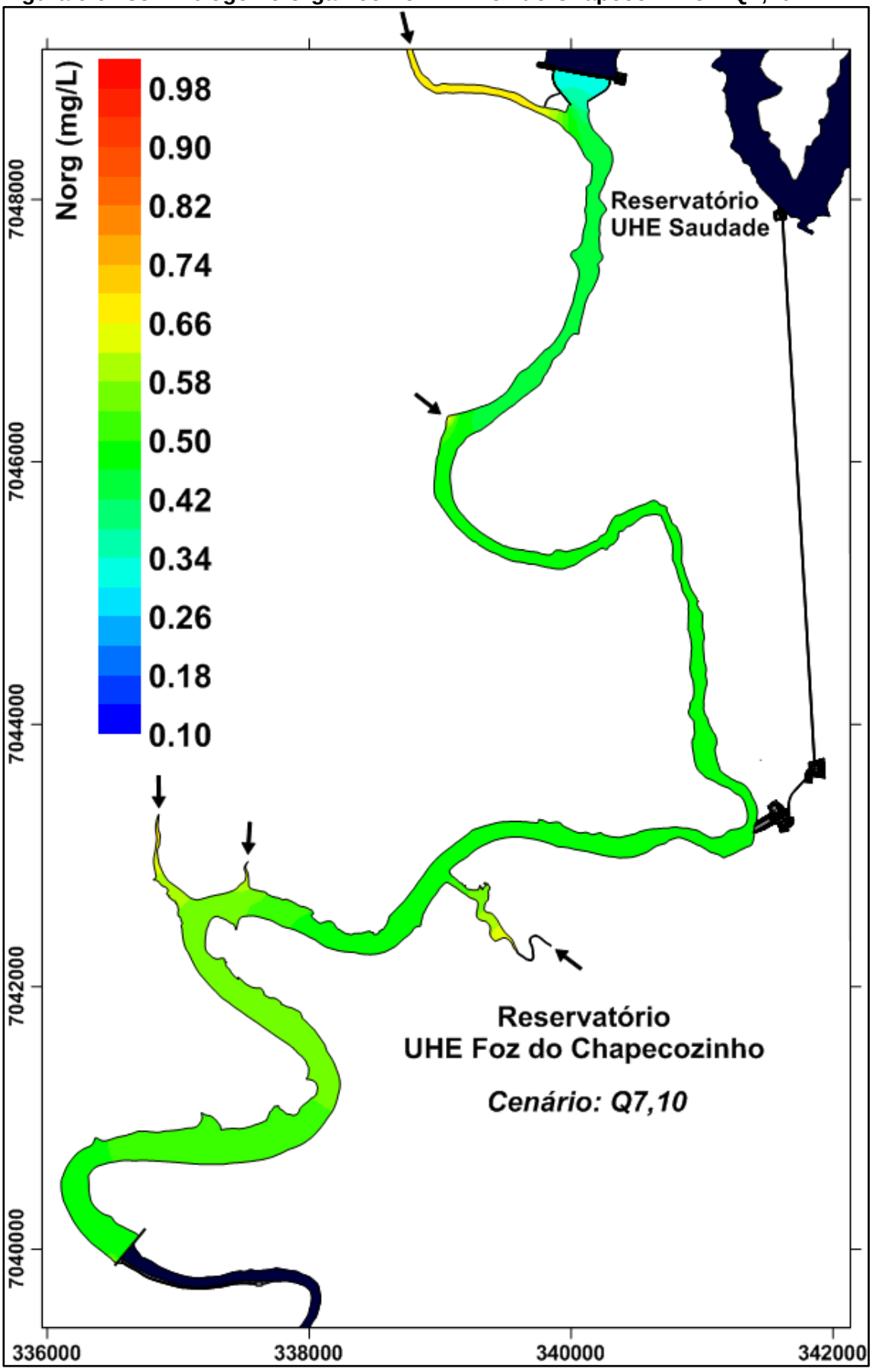


Figura 9.6.139 - Amônia no AHE Foz do Chapecozinho – Qmlt.

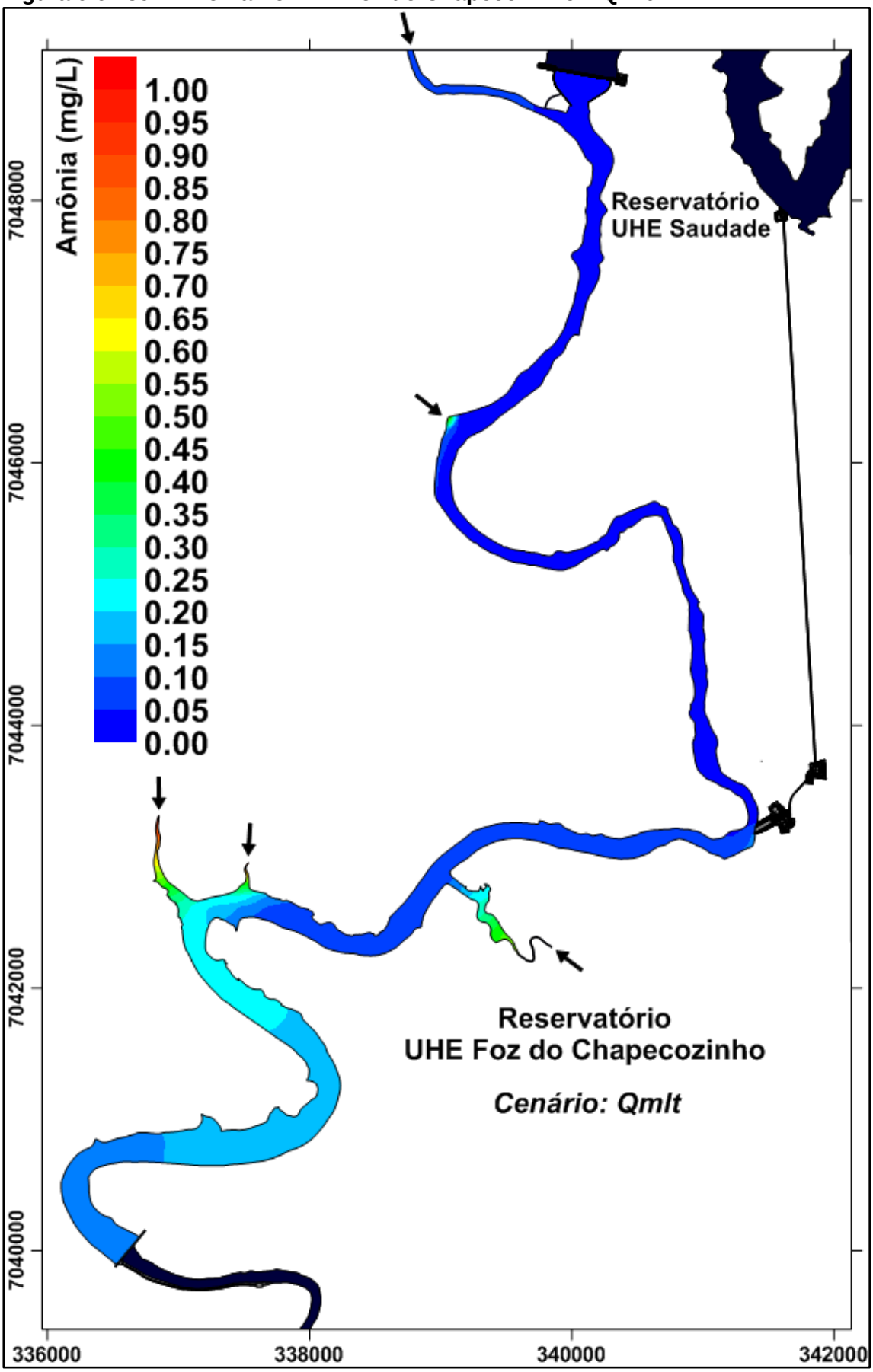


Figura 9.6.140 - Amônia no AHE Foz do Chapecozinho – Q7,10.

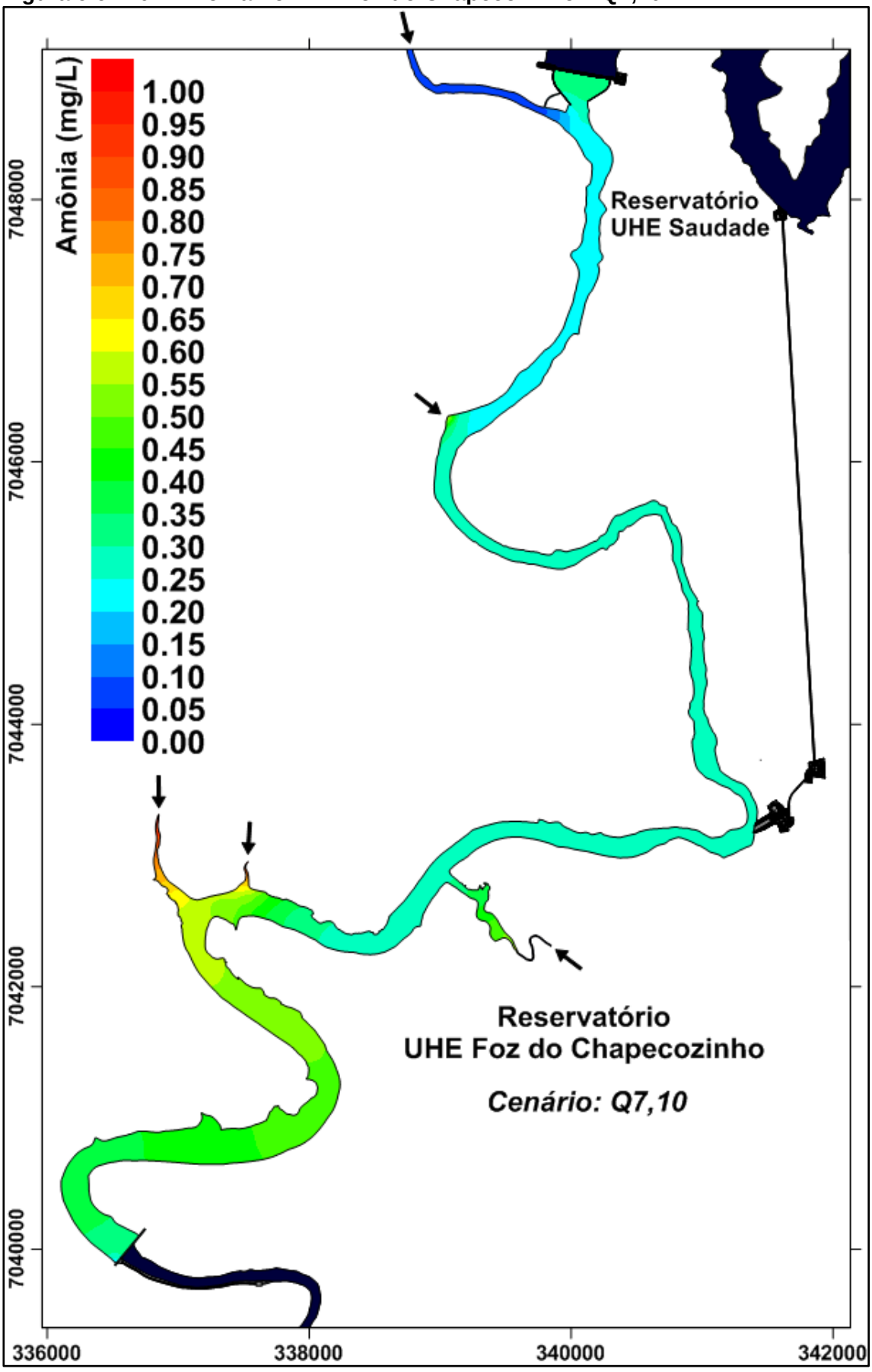


Figura 9.6.141 - Nitrato no AHE Foz do Chapecozinho – Qmlt.

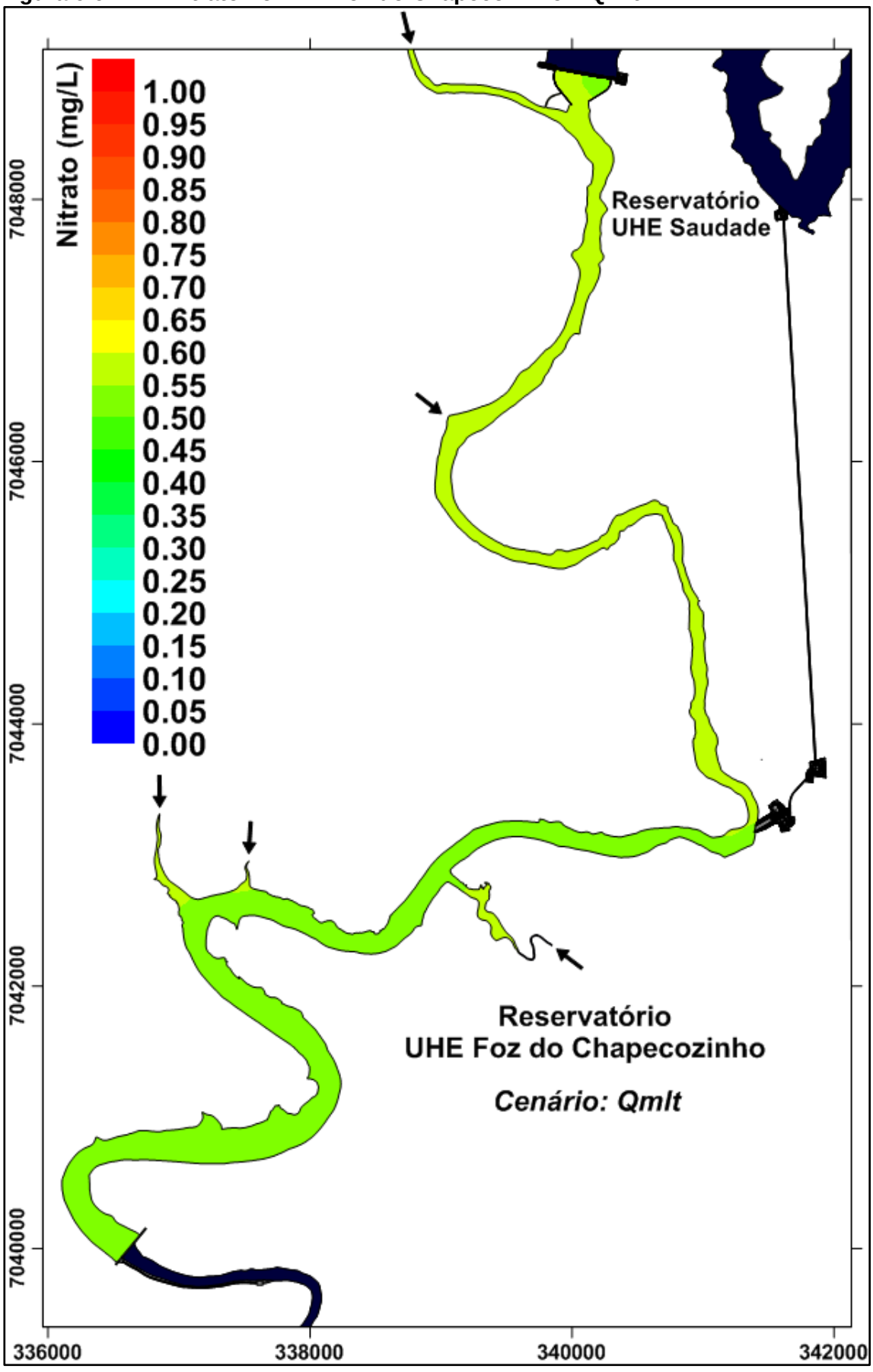
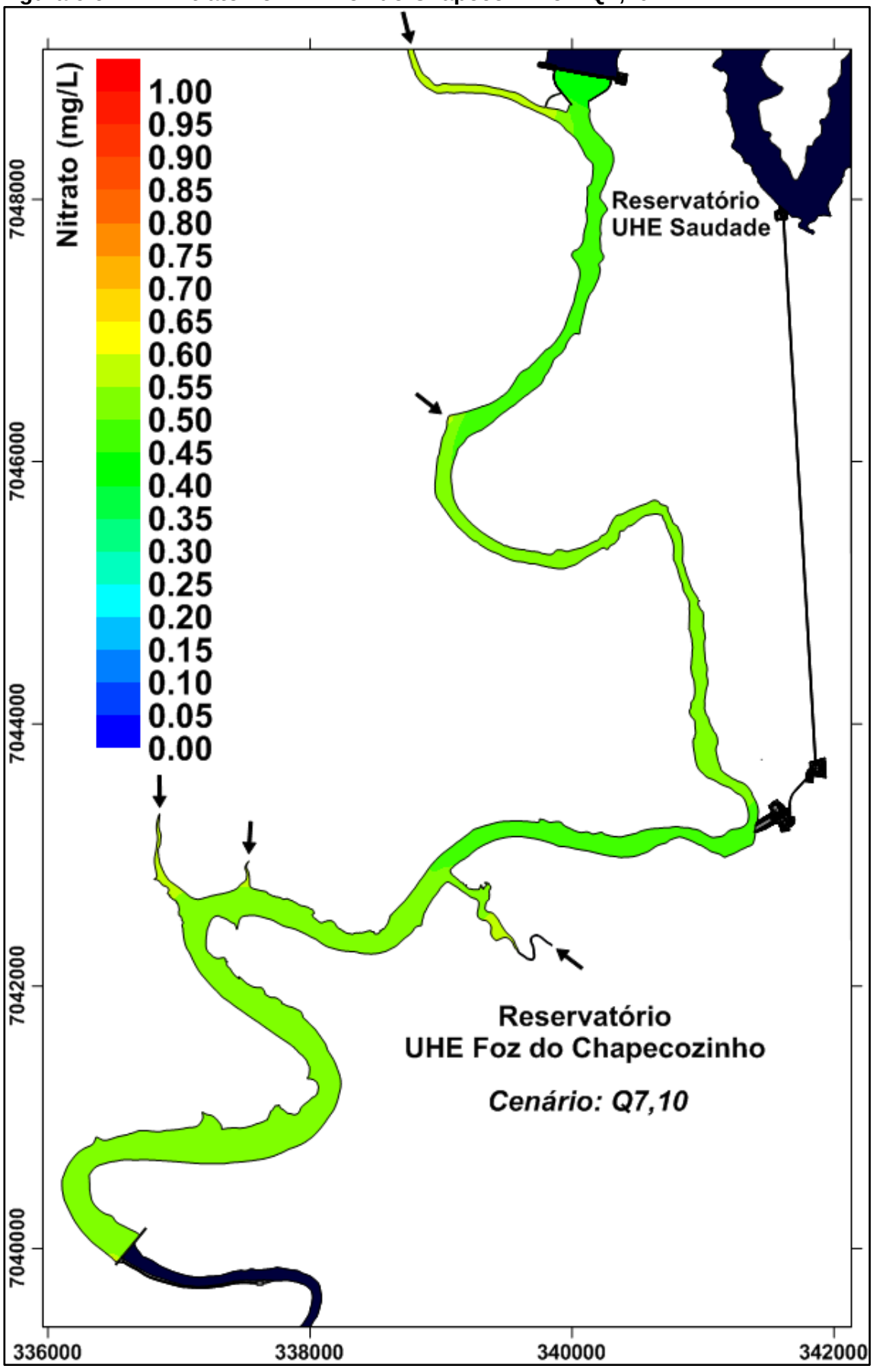


Figura 9.6.142 - Nitrato no AHE Foz do Chapecozinho – Q7,10.



A seguir estão apresentadas as figuras do fósforo orgânico e inorgânico. Assim como apresentados em outros empreendimentos, o fósforo orgânico se mostrou superior na Qmlt, chegando a 0,04 mg/L no barramento. Entretanto, o fósforo inorgânico fica maior na Q7,10, principalmente próximo ao barramento, com valor de 0,03 mg/L enquanto que na Qmlt este valor cai para 0,01 mg/L. Estes resultados devem-se as baixas velocidades na região do barramento e na Q7,10, que favorece a transformação do fósforo orgânico em inorgânico.

Figura 9.6.143 - Fósforo orgânico no AHE Foz do Chapecozinho – Qmlt.

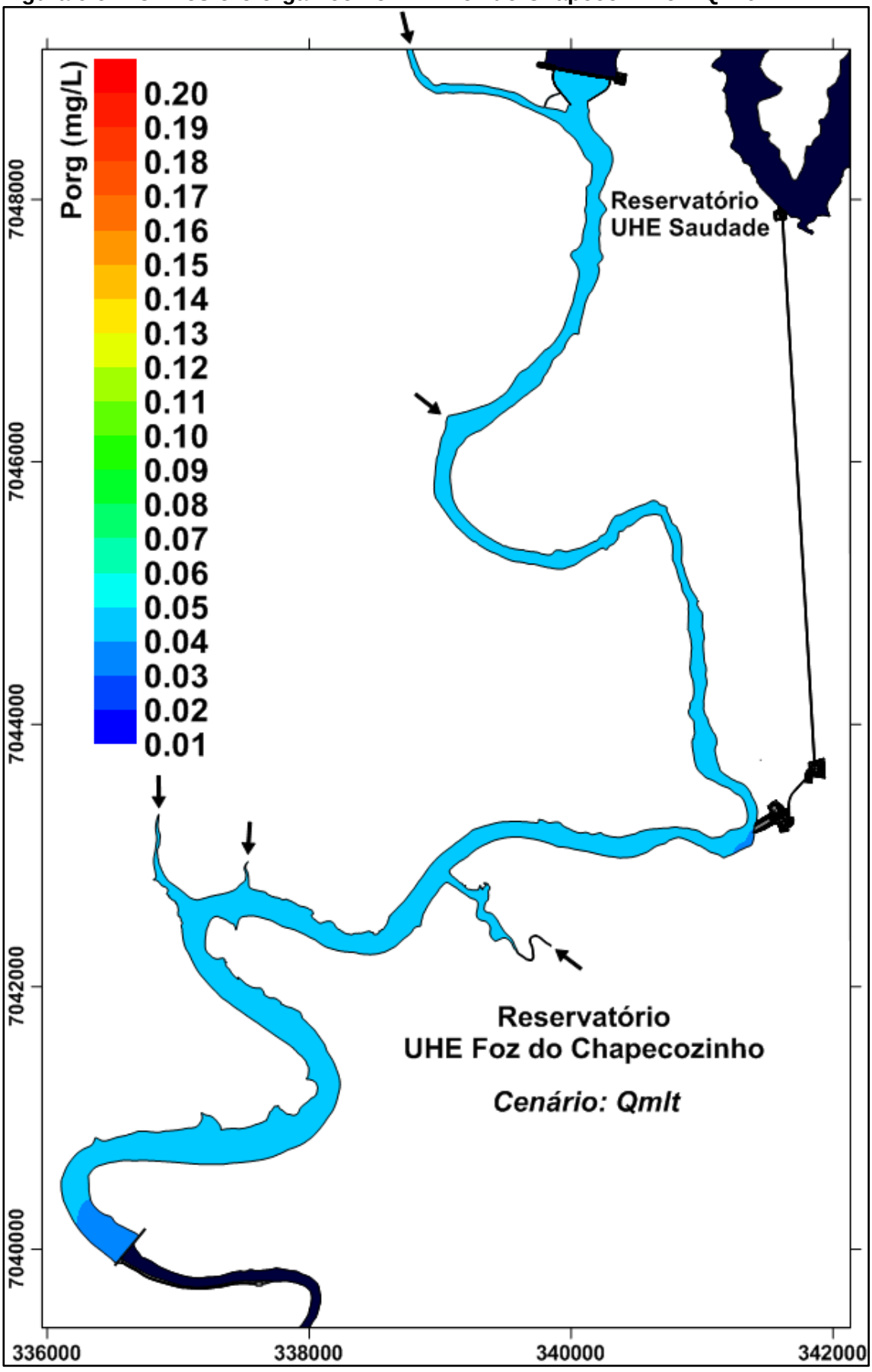


Figura 9.6.144 - Fósforo orgânico no AHE Foz do Chapecozinho – Q7,10.

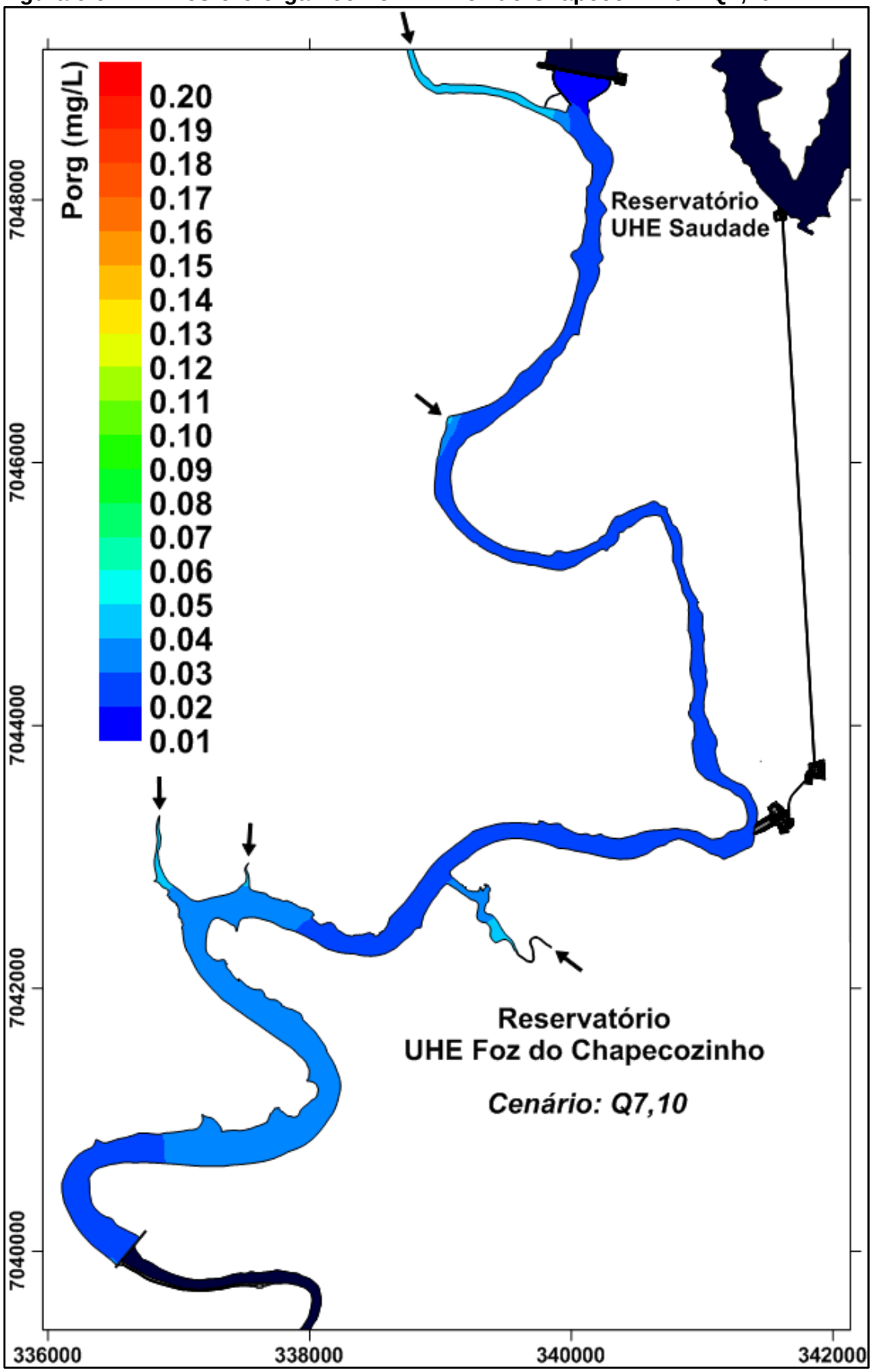


Figura 9.6.145 - Fósforo inorgânico no AHE Foz do Chapecozinho – Qmlt.

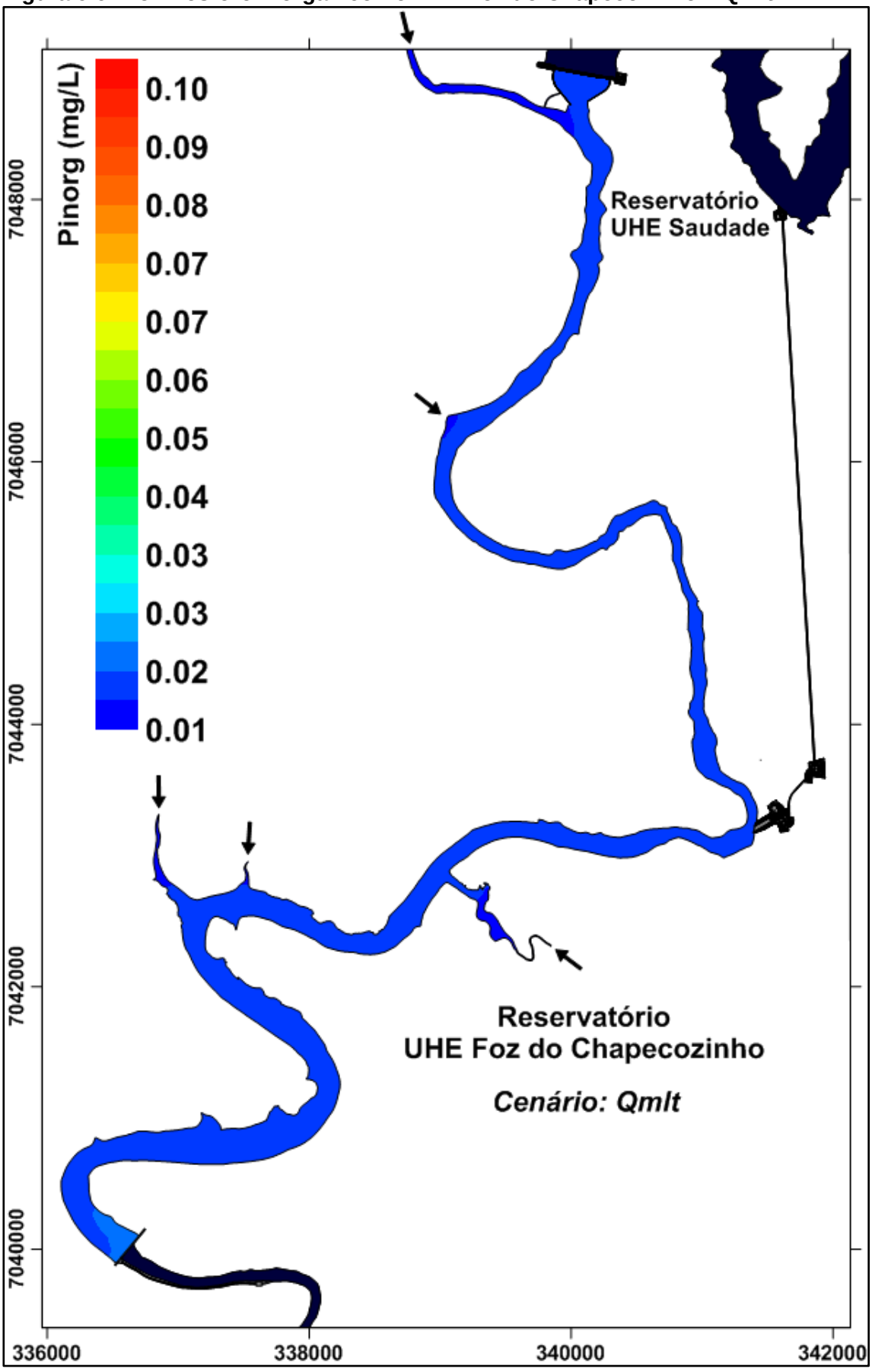
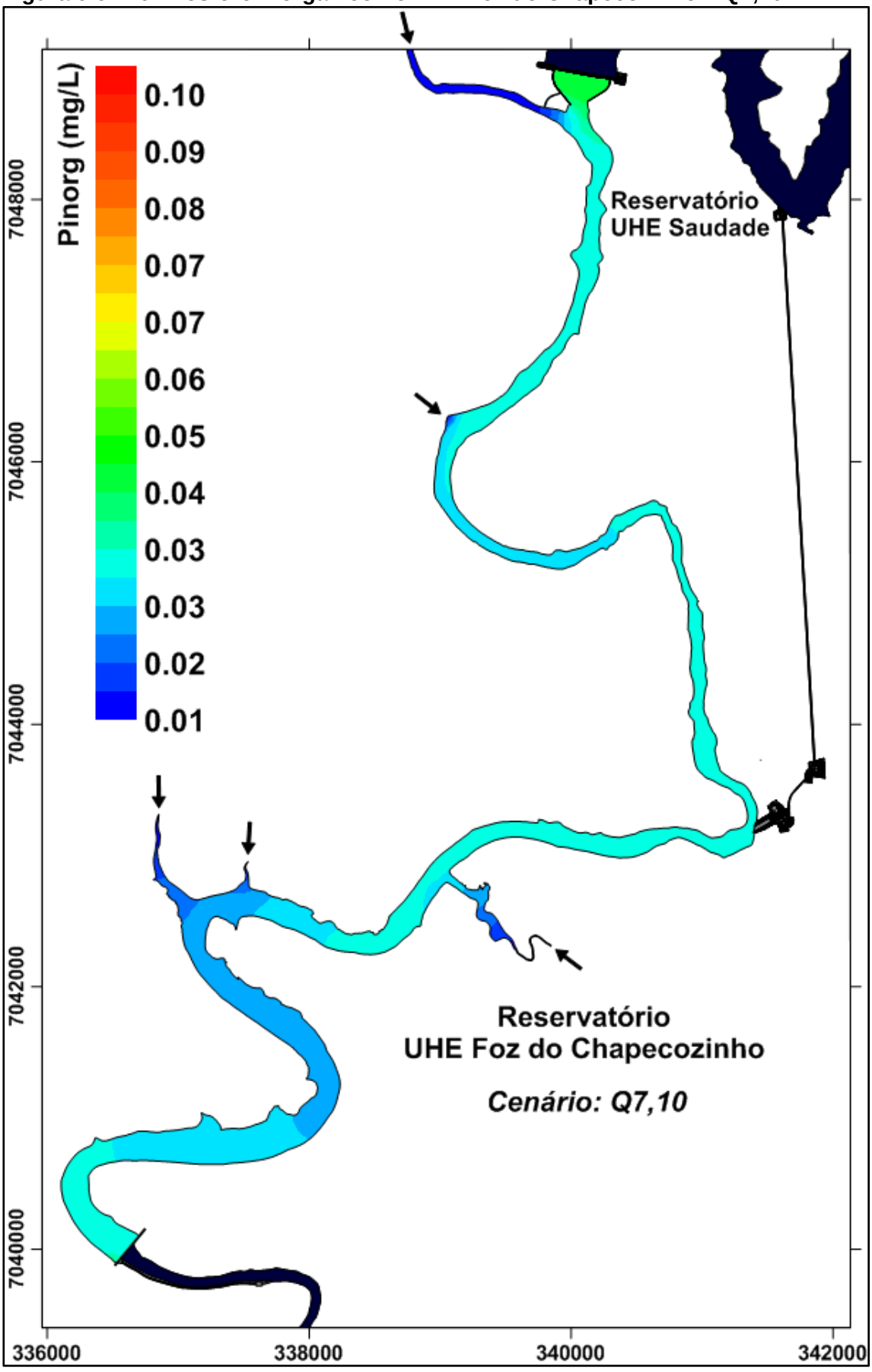


Figura 9.6.146 - Fósforo inorgânico no AHE Foz do Chapecozinho – Q7,10.



9.6.3.5 AHE Foz do Xaxim

As figuras a seguir apresentam a concentração de OD e DBO na área de modelagem do AHE Foz do Xaxim. Na Qmlt a OD próximo ao barramento chega a 6,7 mg/L. Já na Q7,10 a queda é maior, chegando a 3,7 mg/L próximo ao barramento. Esta queda deve-se a diminuição da reaeração em função das baixas velocidades e também em virtude da nitrificação e ao consumo de DBO, cujas concentrações também caem nesta região.

A concentração de DBO imposta à montante foi equivalente a concentração na saída do AHE Foz do Chapecozinho e do AHE Marema, com valores variando entre 1,7 mg/L a 2,3 mg/L. Já os tributários tiveram concentrações equivalentes a 5mg/L fazendo aumentar a DBO em alguns pequenos trechos, chegando a 3,8mg/L no canal principal na Q7,10 e 3,5 mg/L na Qmlt. À medida que a matéria orgânica é consumida ao longo do reservatório a concentração de DBO cai, chegando a 1,8 mg/L na Qmlt e 0,6 mg/L na Q7,10 na região próxima ao barramento.

Figura 9.6.147 - OD no AHE Foz do Xaxim – Qmlt.

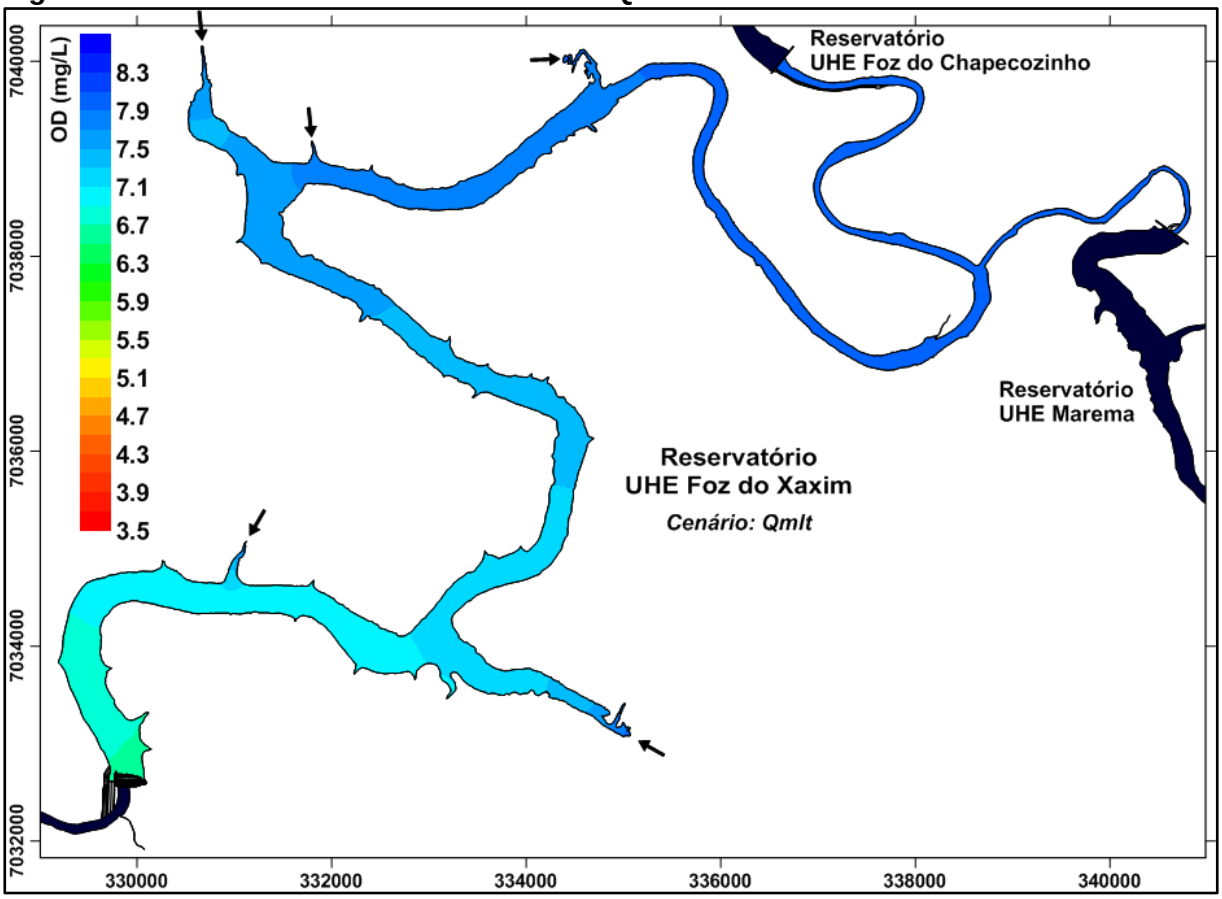


Figura 9.6.148 - OD no AHE Foz do Xaxim – Q7,10.

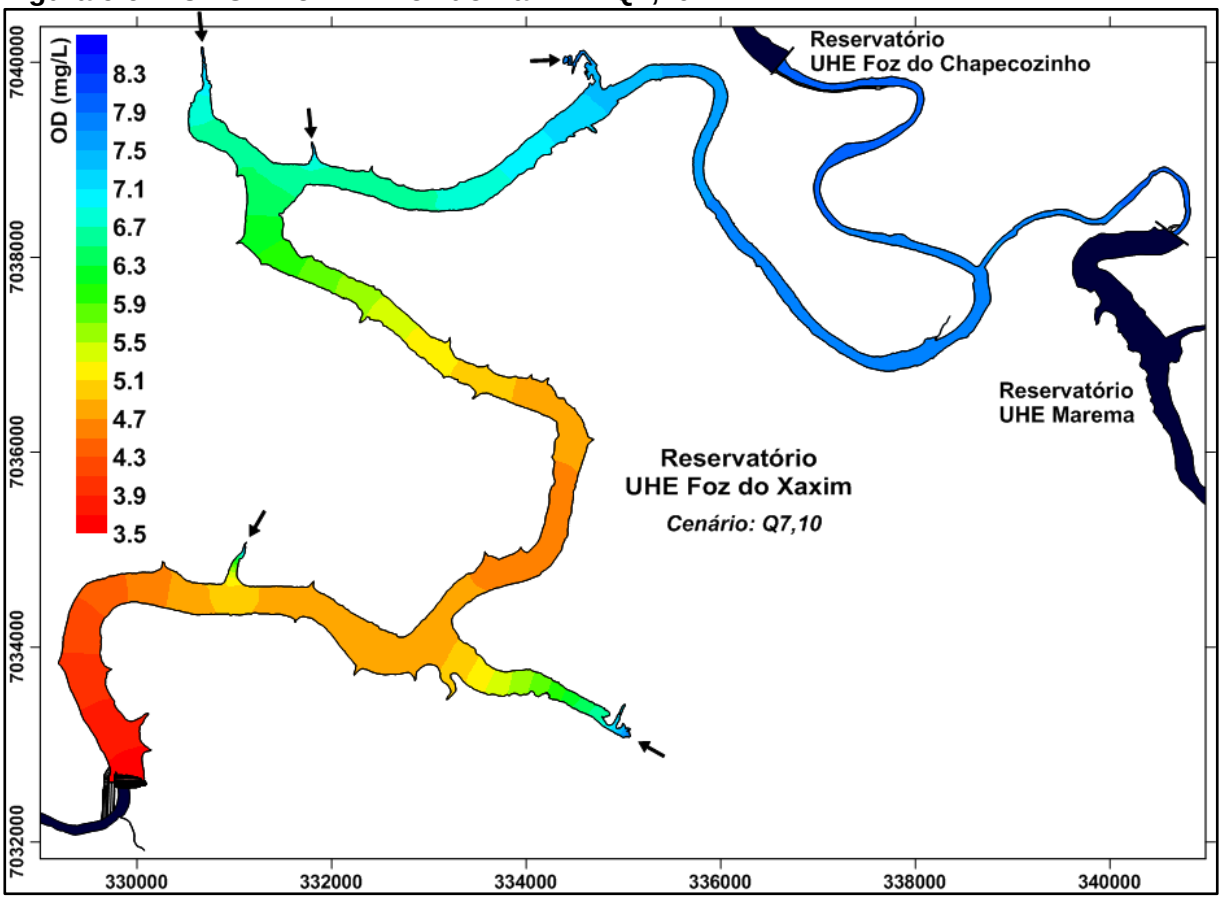


Figura 9.6.149 - DBO no AHE Foz do Xaxim – Qmlt.

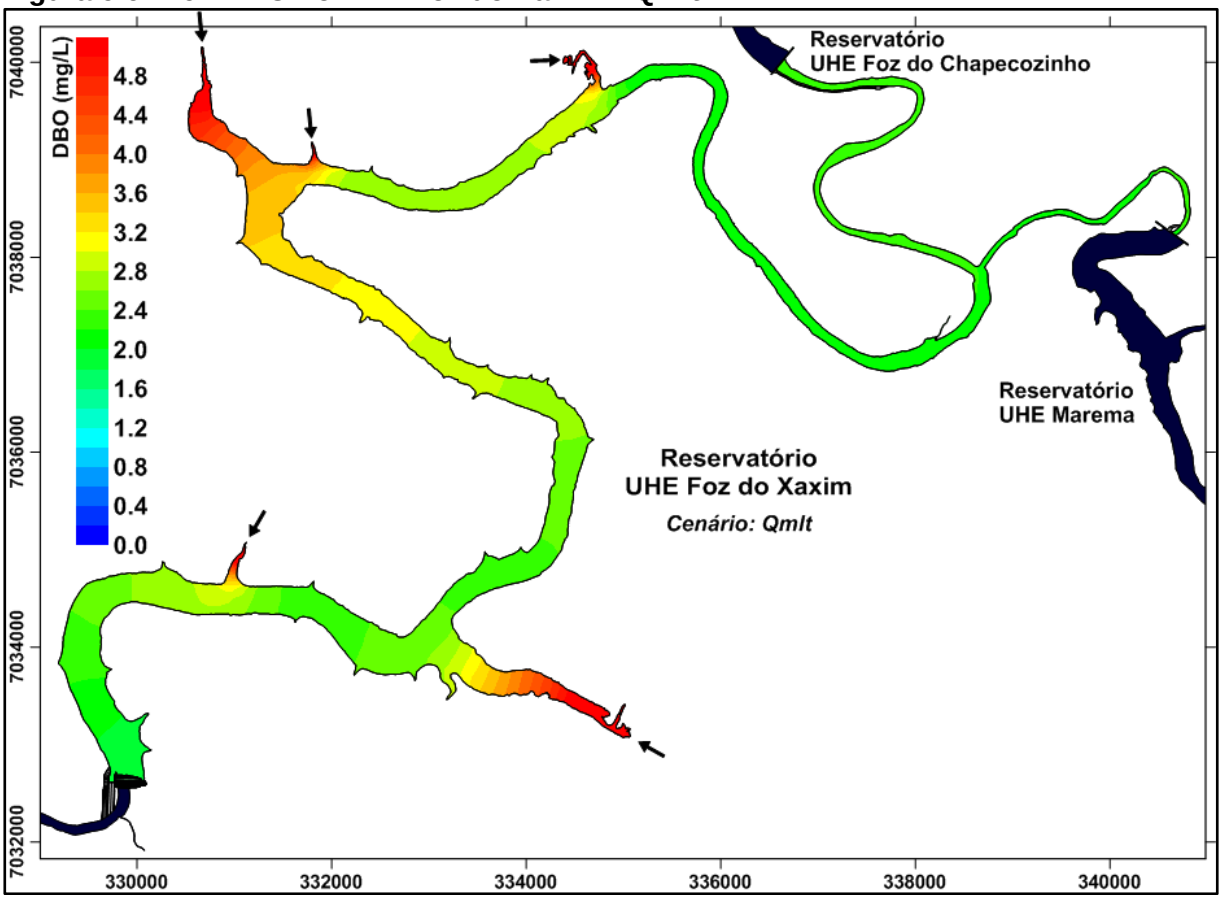
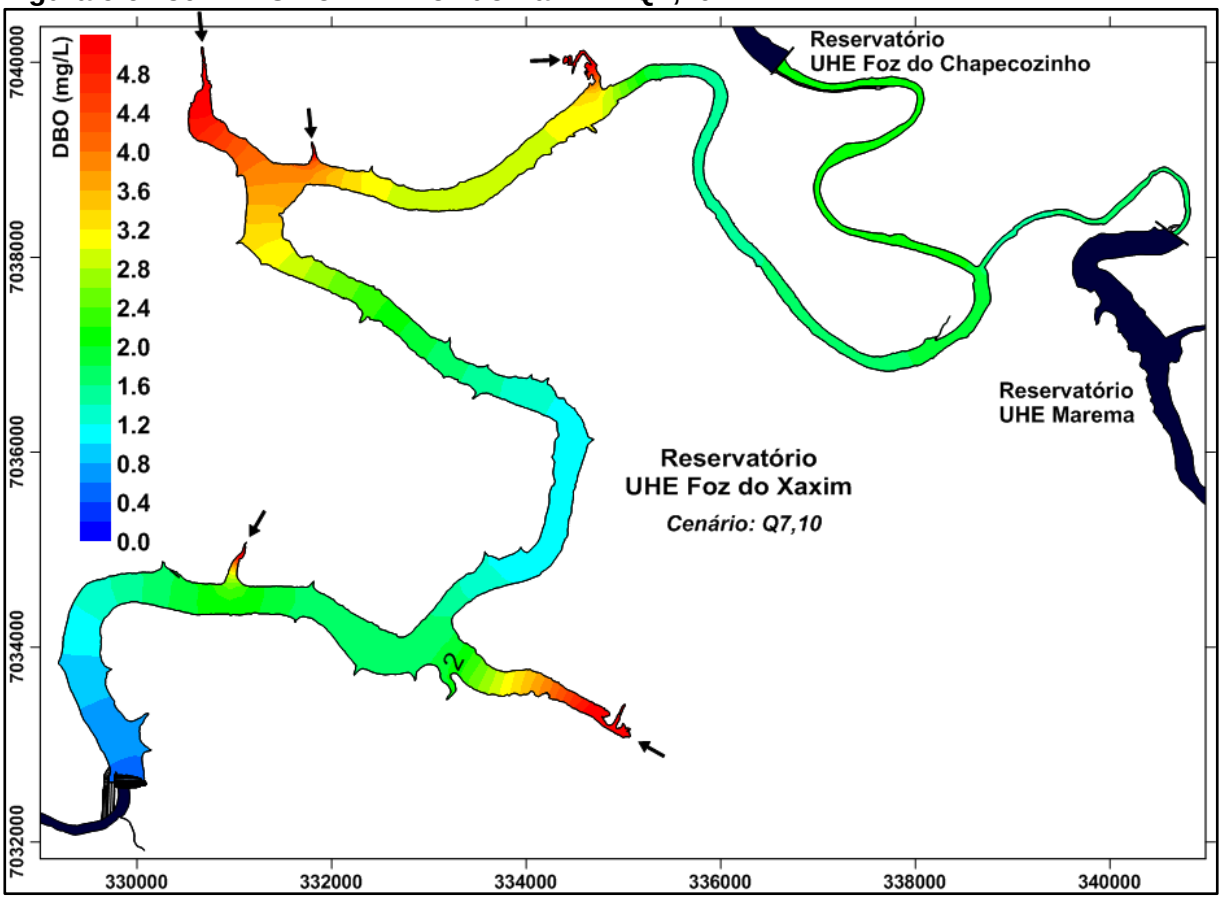


Figura 9.6.150 - DBO no AHE Foz do Xaxim – Q7,10.



As figuras a seguir apresentam a variação espacial de nitrogênio nos dois cenários. A concentração de nitrogênio orgânico a montante variou entre 0,47 mg/L a 0,82 mg/L, enquanto que a concentração dos tributários foi 1mg/L, fazendo aumentar a concentração no curso principal. O nitrogênio orgânico apresentou valores mais elevados no cenário de Qmlt, com valor médio de 0,67 mg/L, enquanto que na Q7,10 o valor médio foi de 0,5 mg/L. Já na região do barramento os valores foram inferiores, chegando 0,58 mg/L na Qmlt e 0,67 mg/L na Q7,10.

A concentração de amônia na saída do AHE Marema se mostrou elevada, chegando a 1,4 mg/L na Q7,10 e 1,0 mg/L na Qmlt. Já a concentração na saída do AHE Foz do Chapecozinho foi inferior, 0,12 mg/L na Qmlt e 0,33 mg/L na Q7,10. Com essas concentrações elevadas, os tributários foram responsáveis pela diluição desde poluente uma vez que as concentrações estimadas dos tributários foram de até 0,1 mg/L. Assim como nos demais reservatório, a concentração de amônia aumenta próximo ao barramento e é maior na Q7,10, chegando a 0,33 mg/L na Qmlt e 0,53 mg/L na Q7,10.

O nitrato pouco variou entre os dois cenários e sua concentração na saída ficou em torno de 0,44 mg/L na Qmlt e 0,41 na Q7,10.

Figura 9.6.151 - Nitrogênio orgânico no AHE Foz do Xaxim – Qmlt.

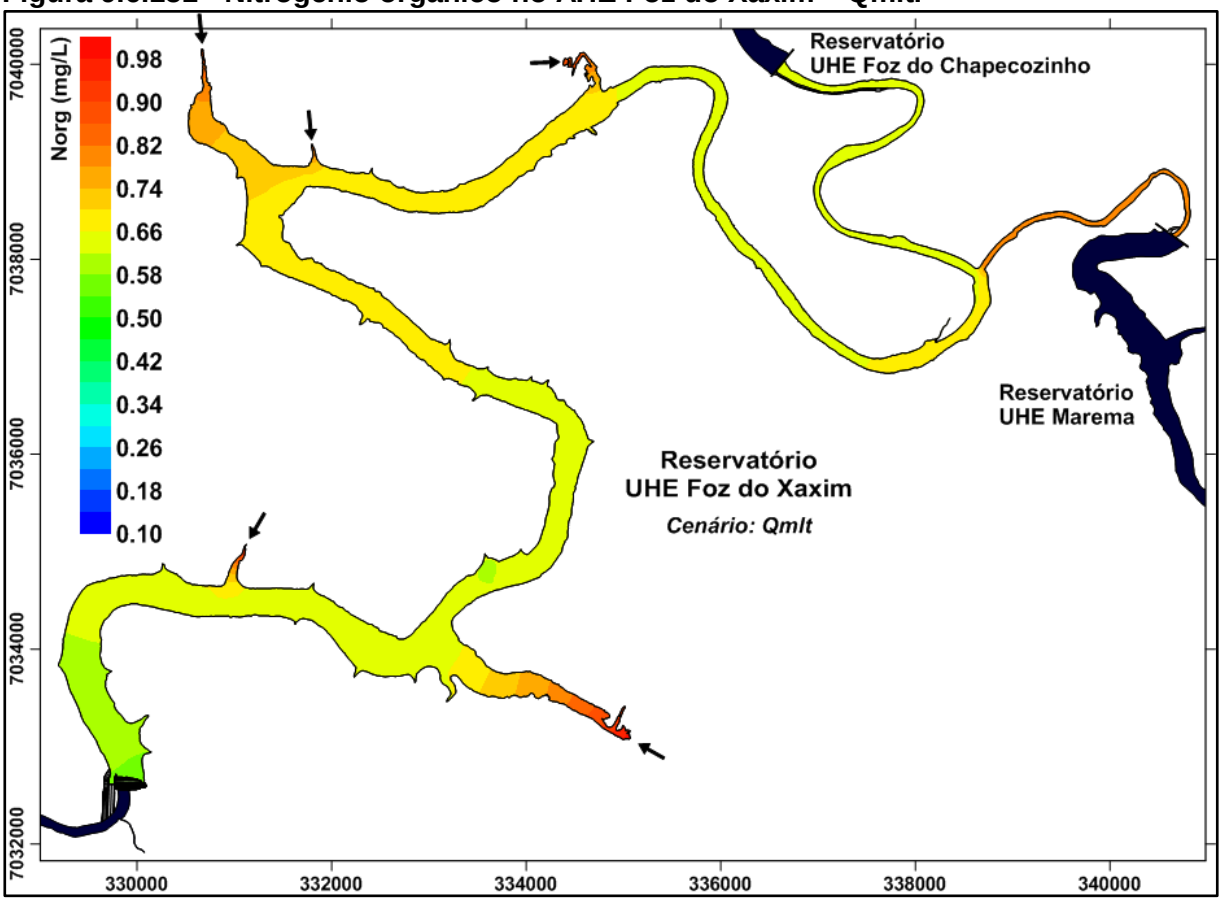


Figura 9.6.152 - Nitrogênio orgânico no AHE Foz do Xaxim – Q7,10.

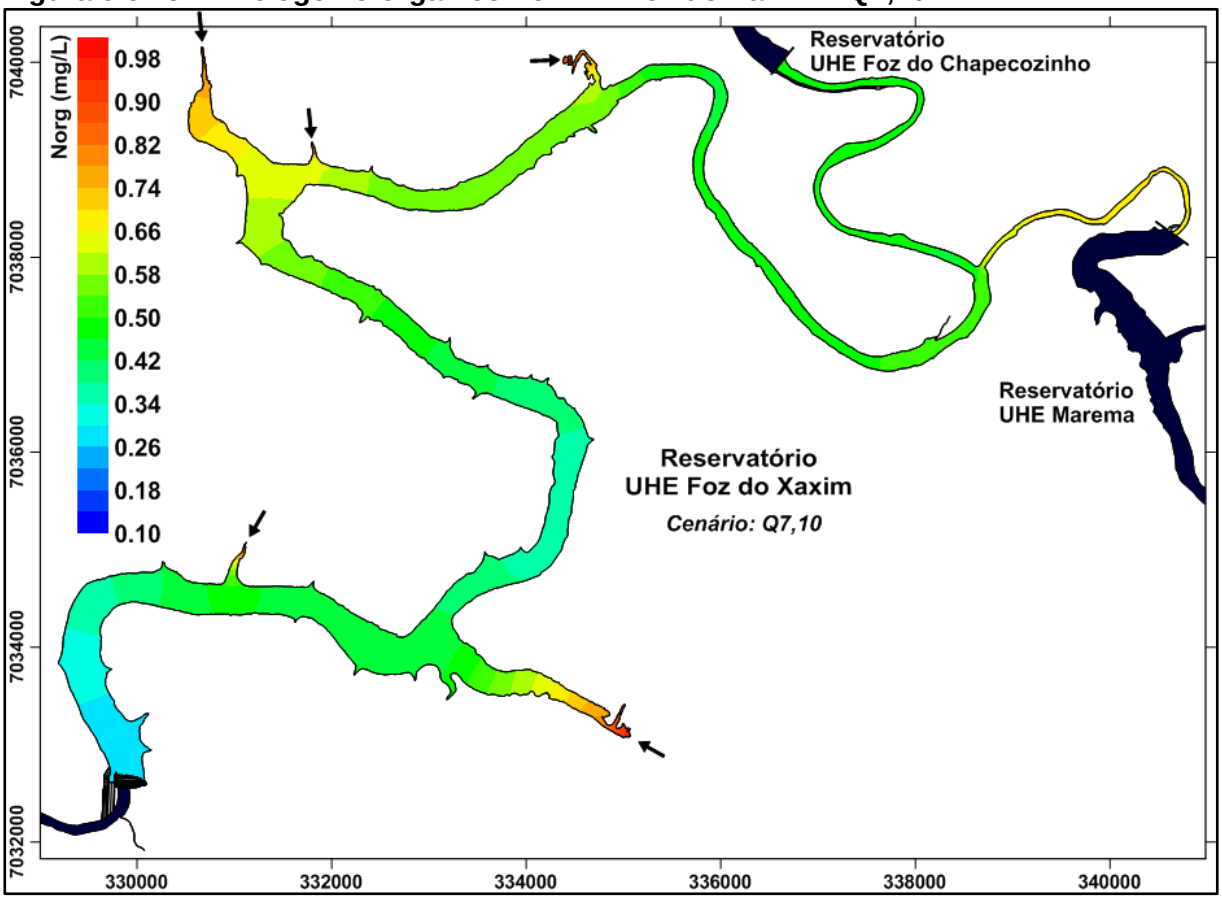


Figura 9.6.153 - Amônia no AHE Foz do Xaxim – Qmlt.

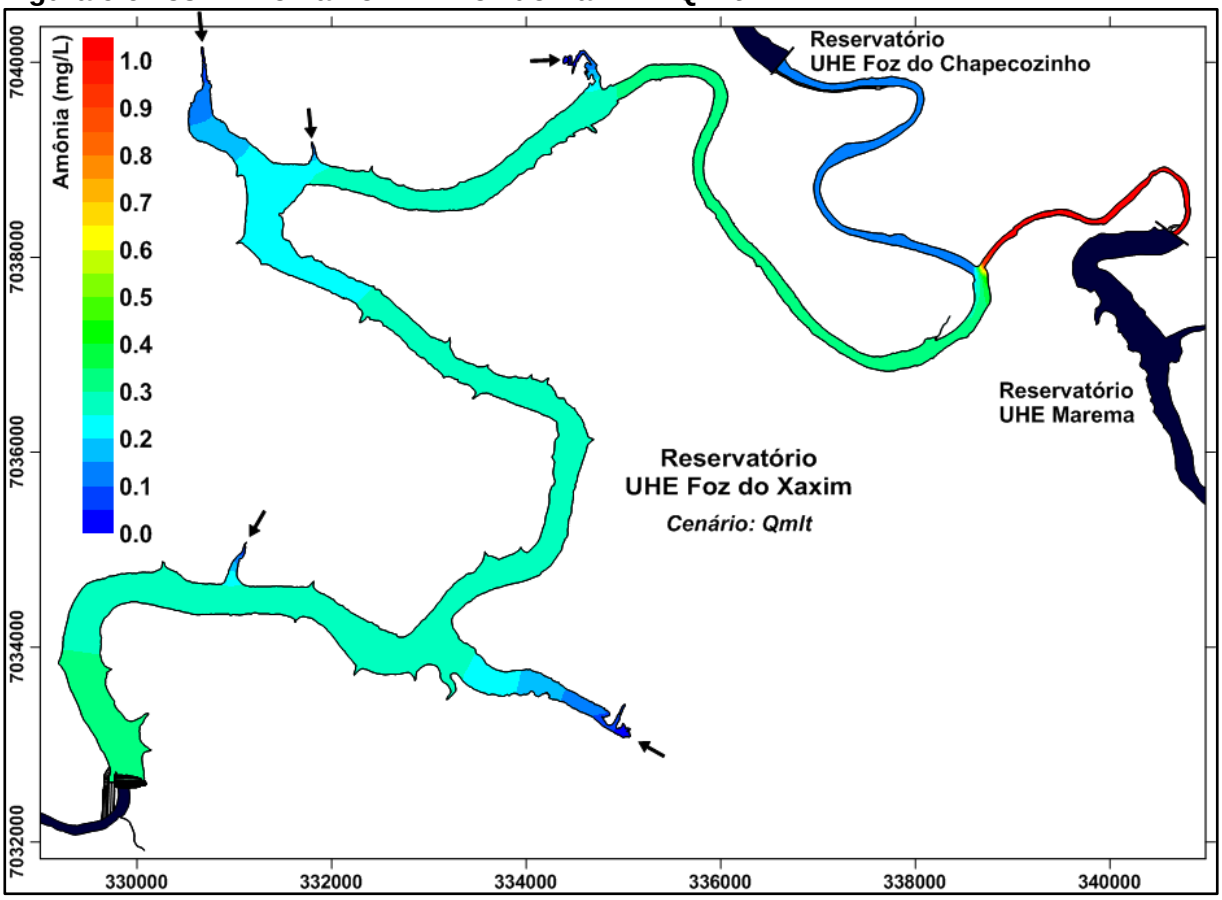


Figura 9.6.154 - Amônia no AHE Foz do Xaxim – Q7,10.

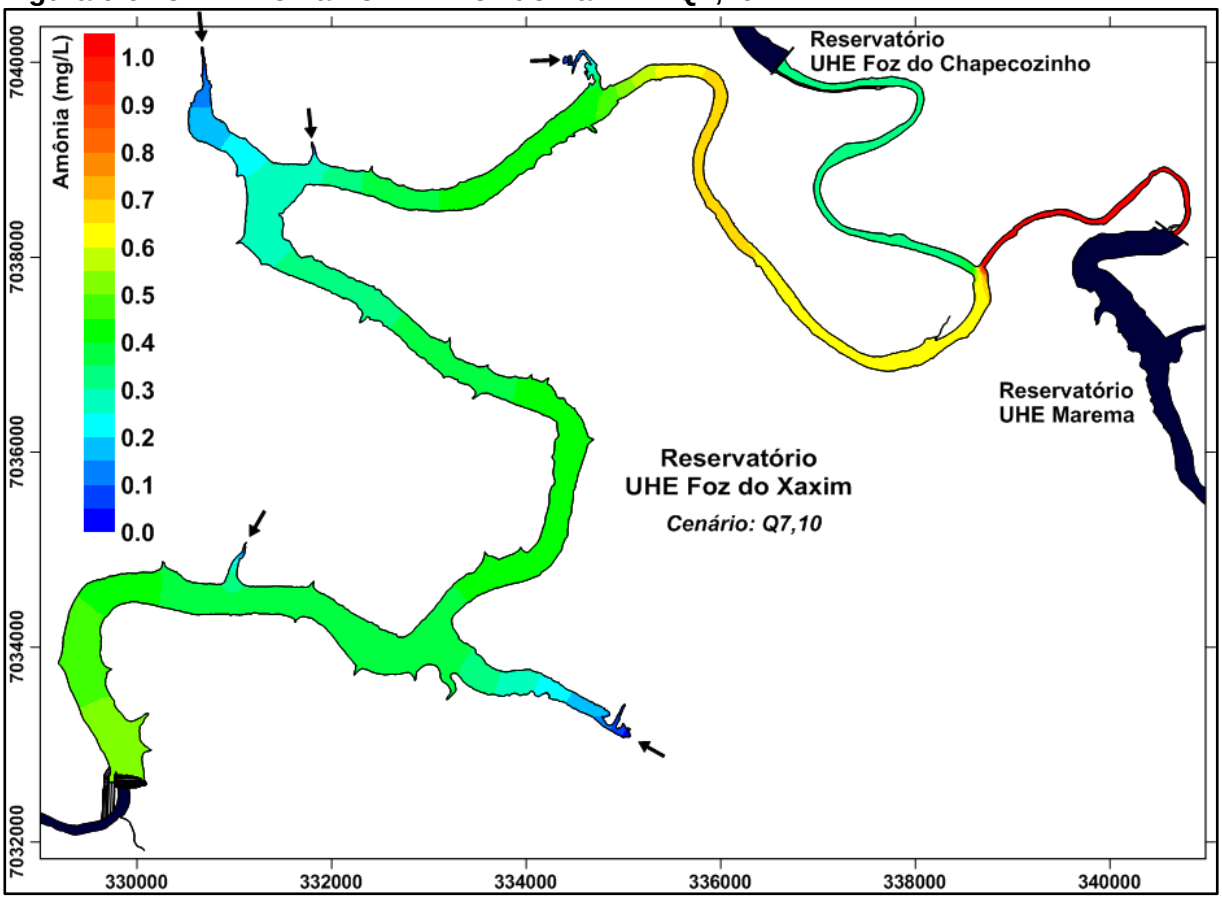


Figura 9.6.155 - Nitrato no AHE Foz do Xaxim – Qmlt.

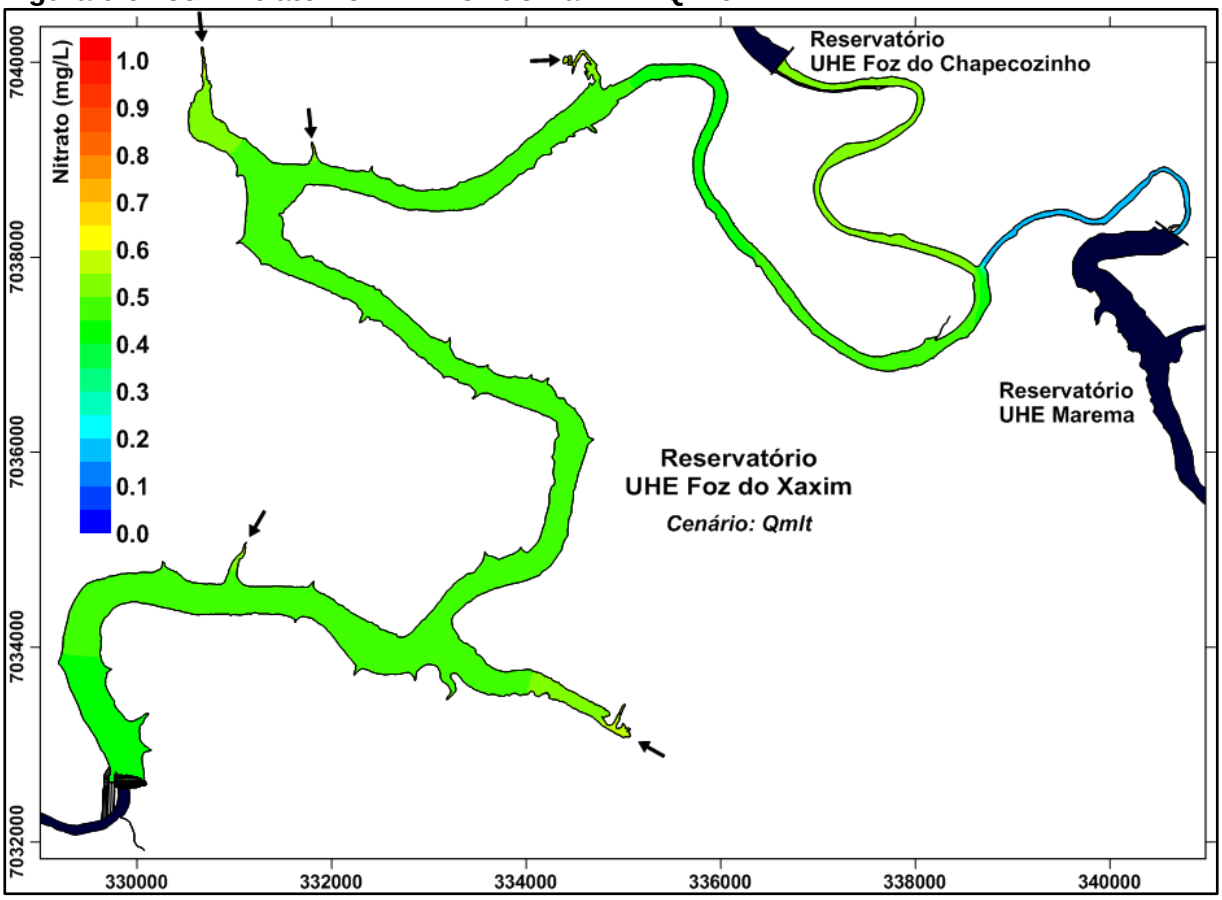
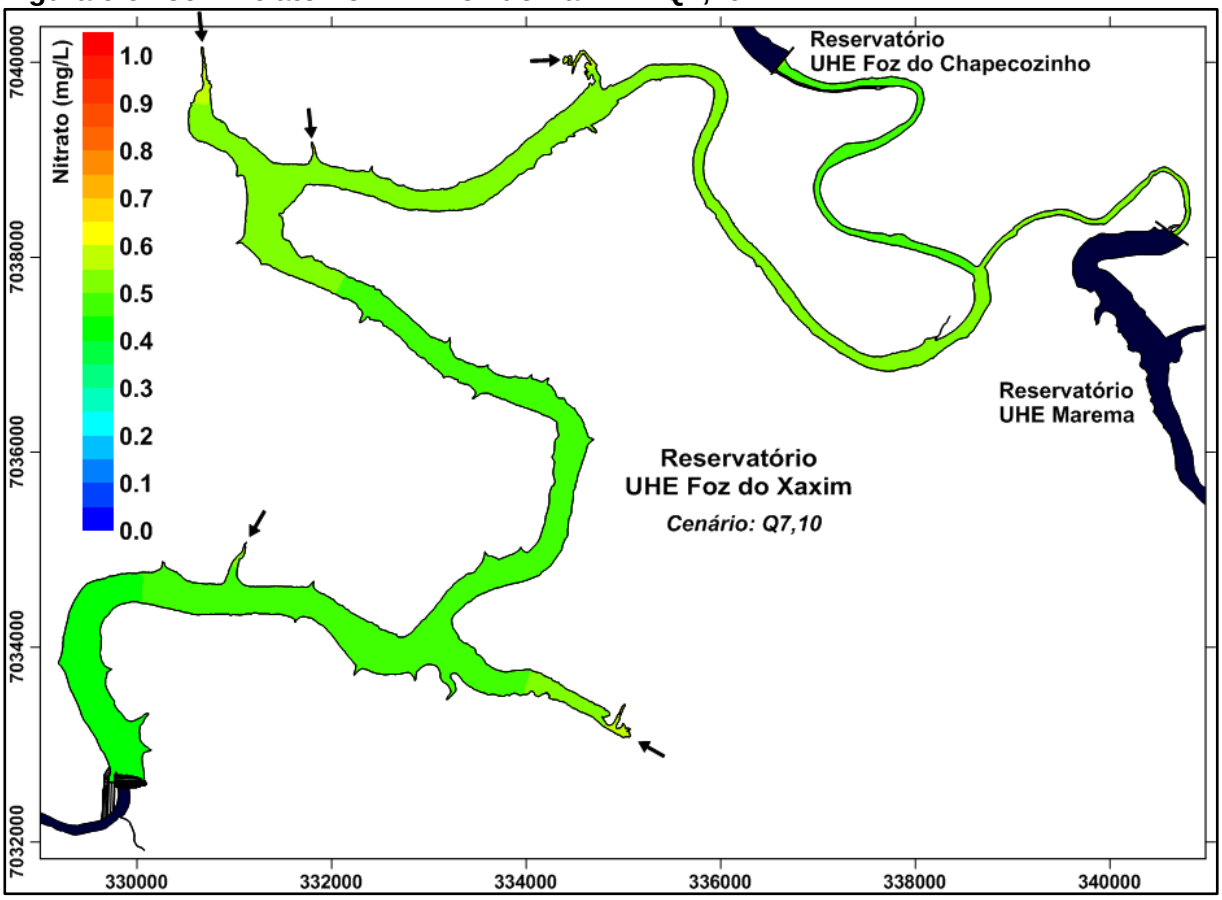


Figura 9.6.156 - Nitrato no AHE Foz do Xaxim – Q7,10.



A seguir estão apresentadas as figuras do fósforo orgânico e inorgânico. Assim como apresentados em outros empreendimentos, o fósforo orgânico se mostrou superior na Qmlt, chegando a 0,03 mg/L no barramento. Entretanto, o fósforo inorgânico fica maior na Q7,10, principalmente próximo ao barramento, com valor de 0,1 mg/L enquanto que na Qmlt este valor cai para 0,04 mg/L. Estes resultados devem-se as baixas velocidades na região do barramento e na Q7,10, que favorece a transformação do fósforo orgânico em inorgânico.

Figura 9.6.157 - Fósforo orgânico no AHE Foz do Xaxim – Qmlt.

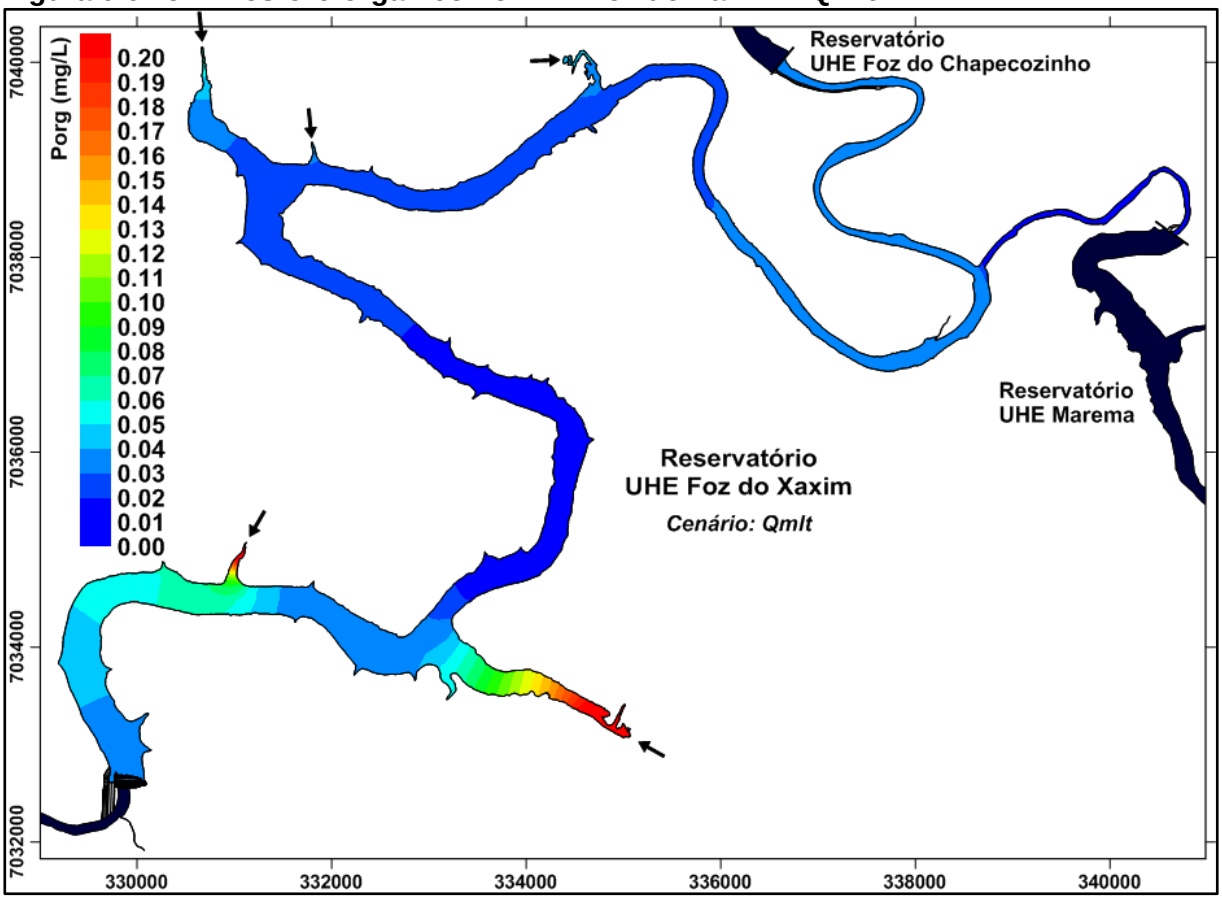


Figura 9.6.158 - Fósforo orgânico no AHE Foz do Xaxim – Q7,10.

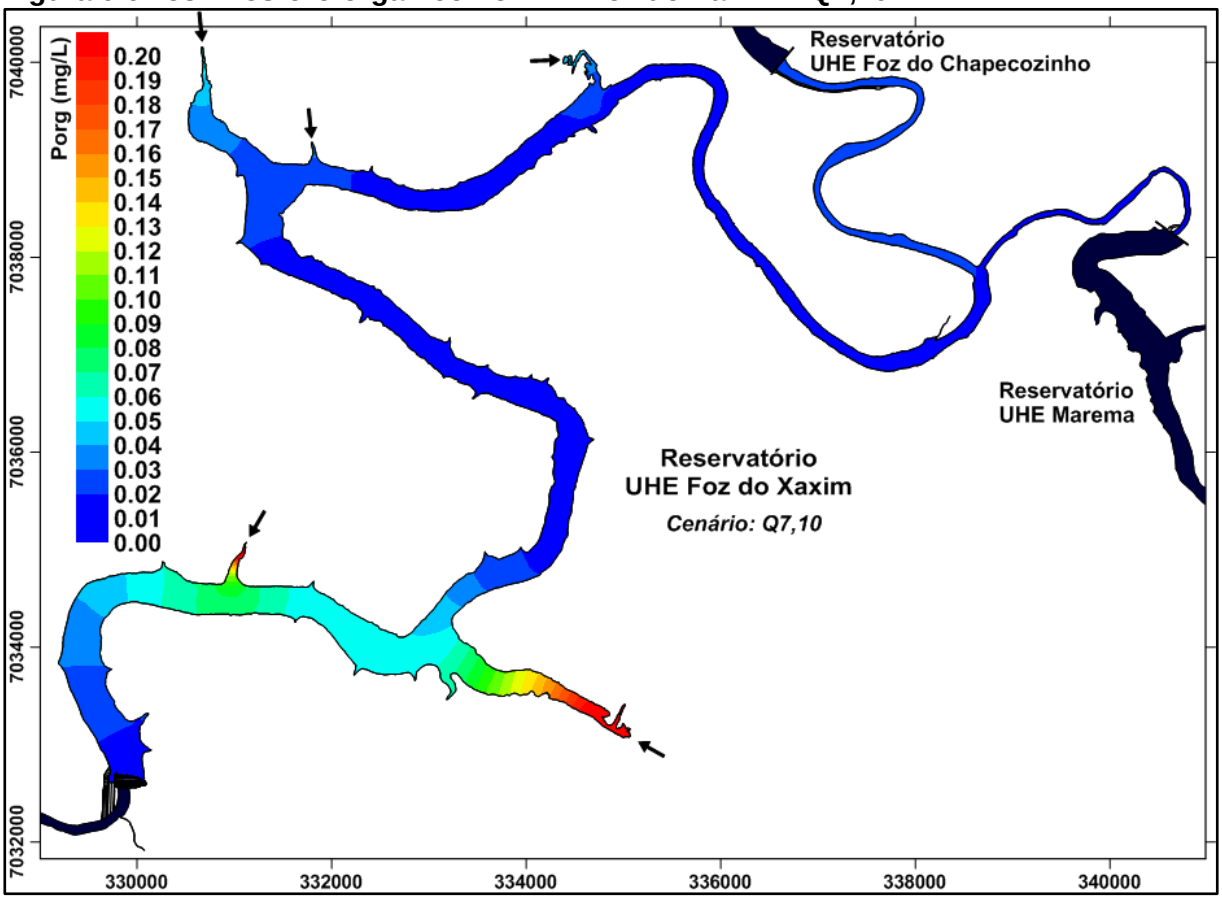


Figura 9.6.159 - Fósforo inorgânico no AHE Foz do Xaxim – Qmlt.

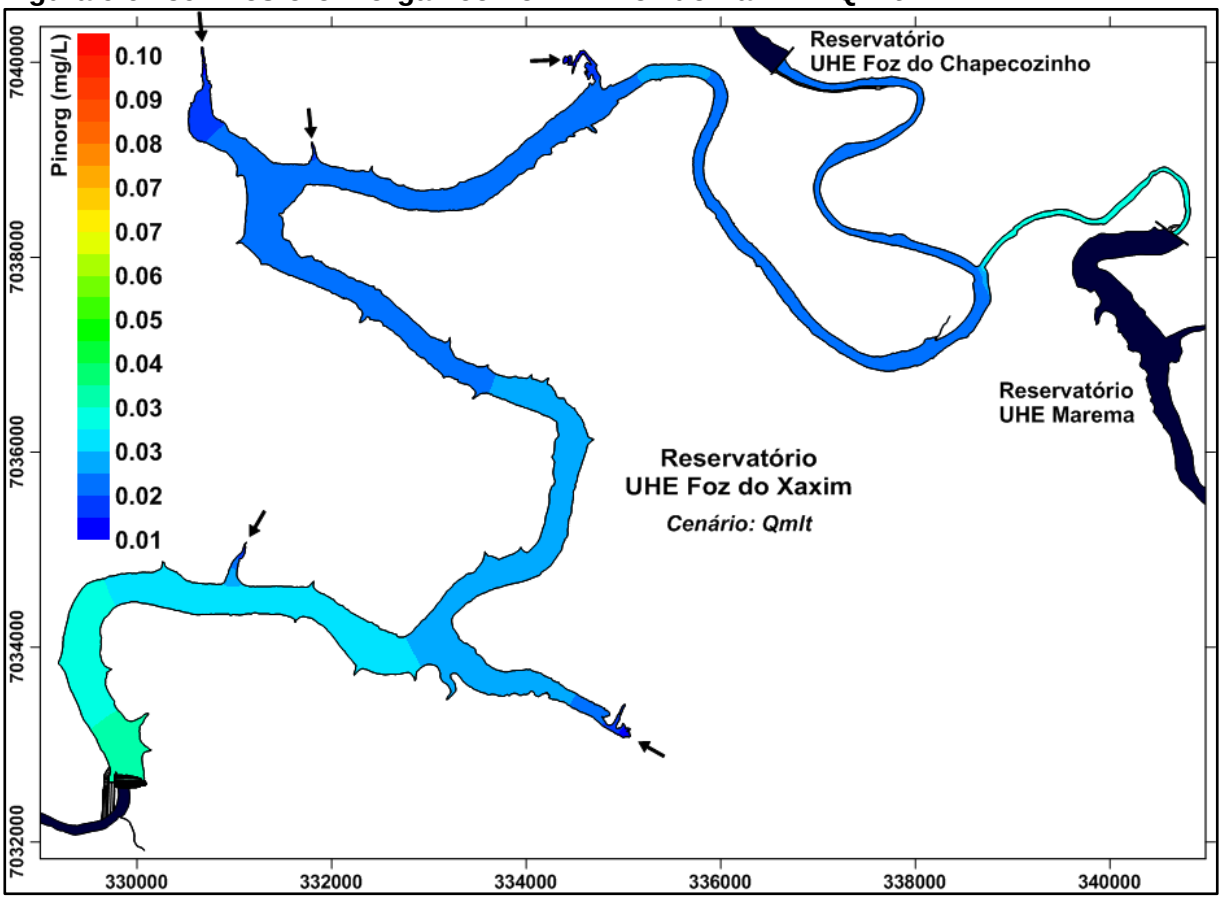
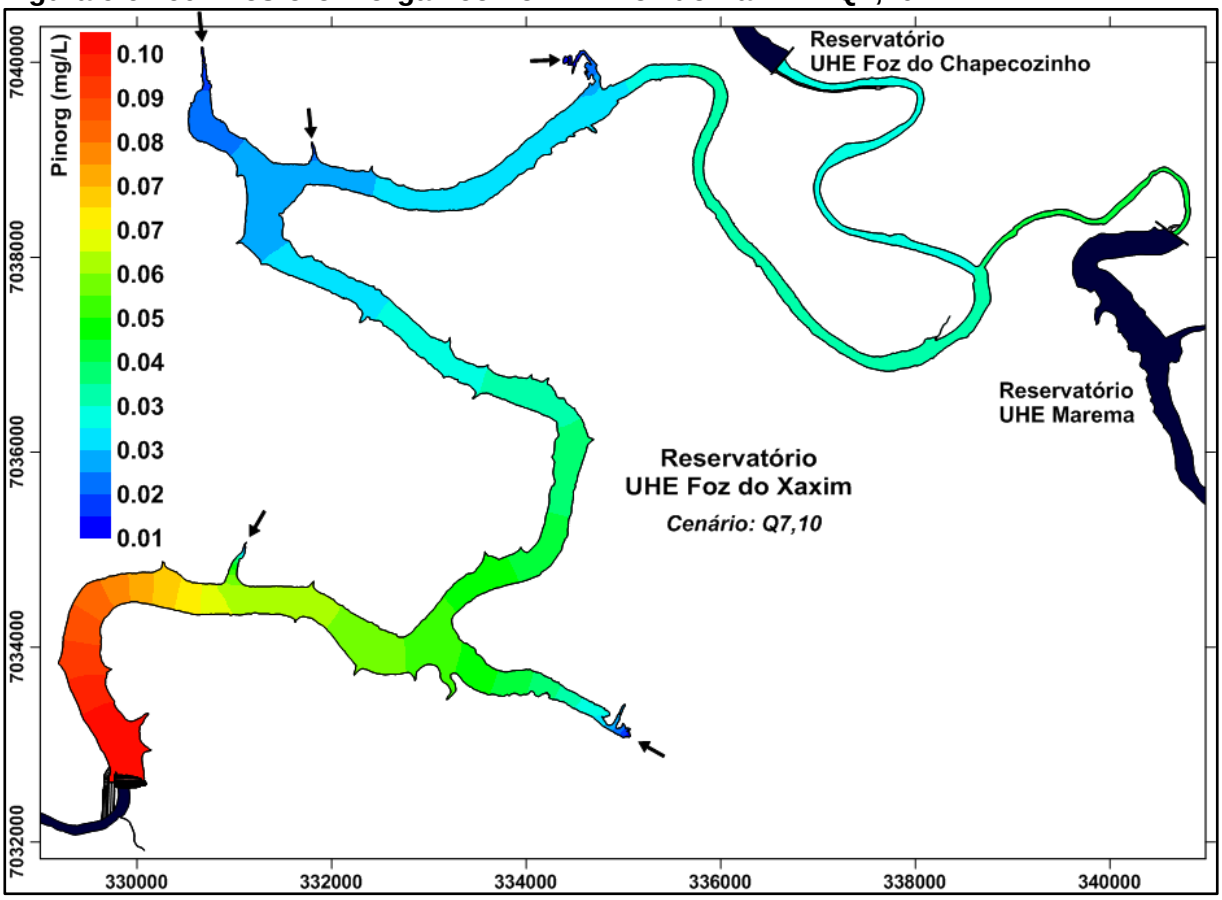


Figura 9.6.160 - Fósforo inorgânico no AHE Foz do Xaxim – Q7,10.



9.6.3.6 AHE Santo Antônio

As figuras a seguir apresentam a concentração de OD e DBO na área de modelagem do AHE Santo Antônio. A concentração de OD próximo ao barramento cai ligeiramente em relação à montante, chegando a aproximadamente 7,7 mg/L no barramento.

A concentração de saída de DBO do AHE Foz do Xaxim foi equivalente a 1,8 mg/L na Qmlt e 0,6 mg/L na Q7,10 enquanto que a concentração de DBO imposta nos tributários foi 5 mg/L, fazendo aumentar a DBO em alguns pequenos trechos, chegando a 1,3 mg/L no canal principal na Qmlt. À medida que a matéria orgânica é consumida ao longo do reservatório a concentração de DBO cai, chegando a 1 mg/L na Qmlt e 0,2 mg/L na Q7,10 na região próxima ao barramento.

Figura 9.6.161 - OD no AHE Santo Antônio – Qmlt.

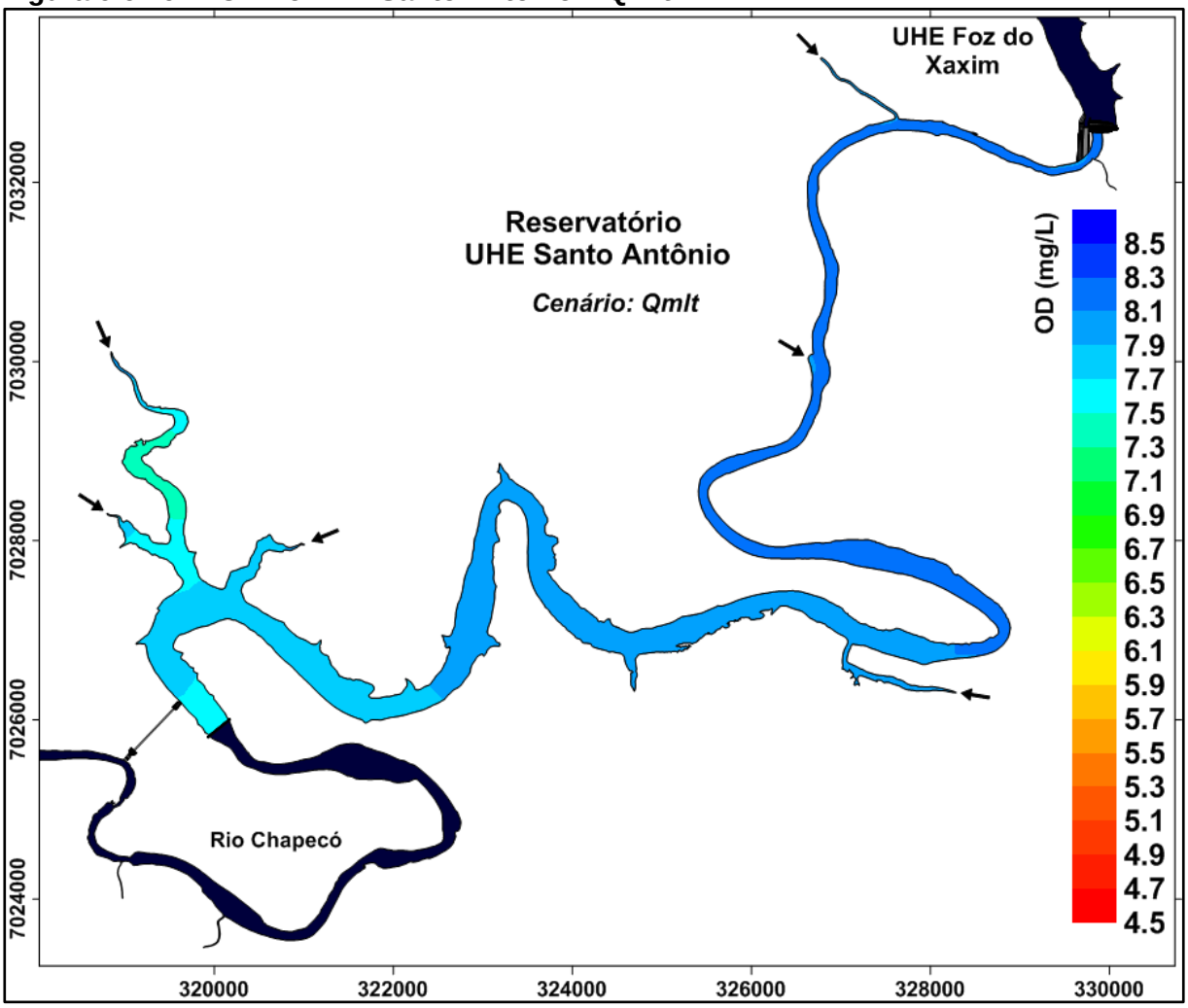


Figura 9.6.162 - OD no AHE Santo Antônio – Q7,10.

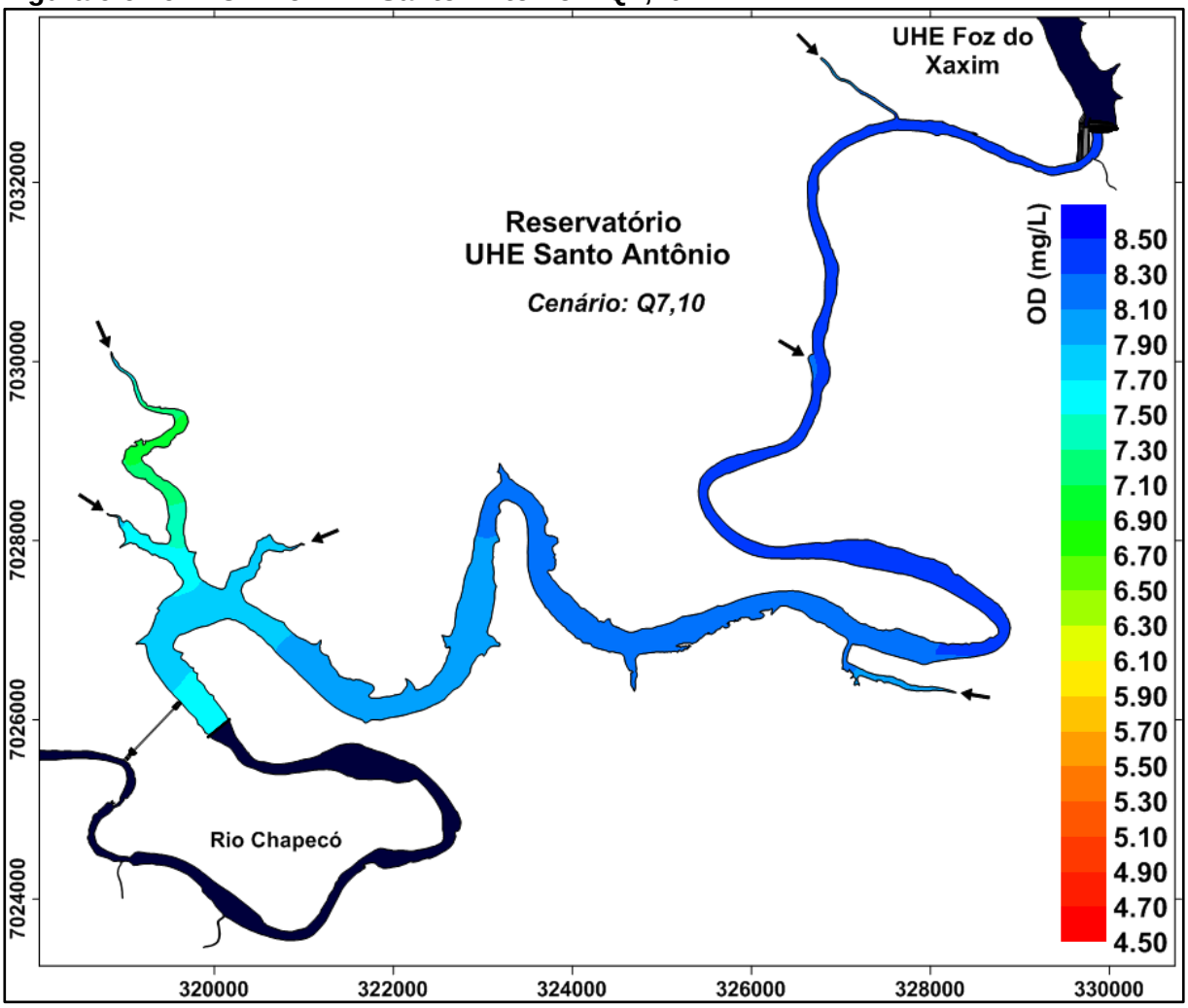


Figura 9.6.163 - DBO no AHE Santo Antônio – Qmlt.

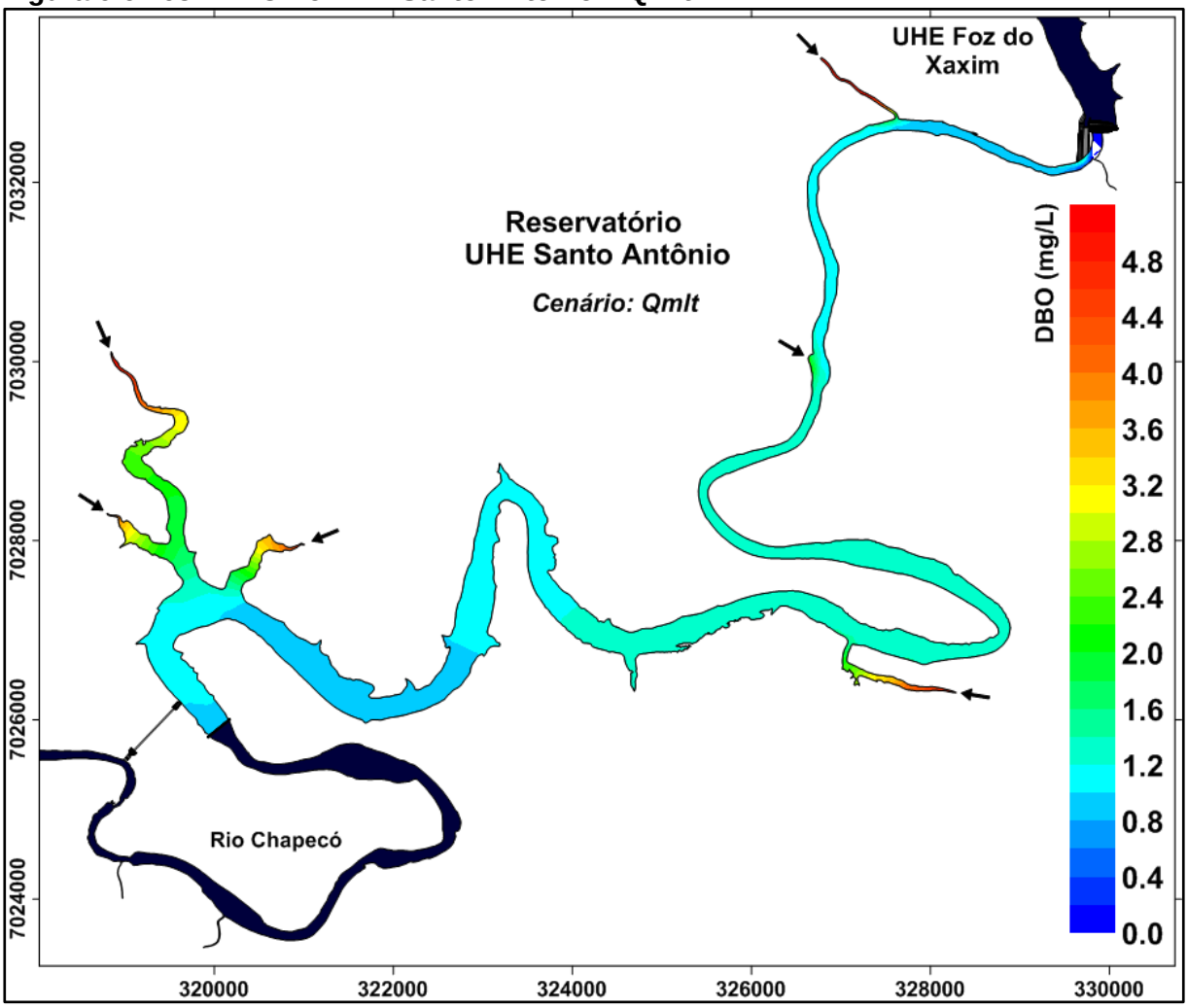
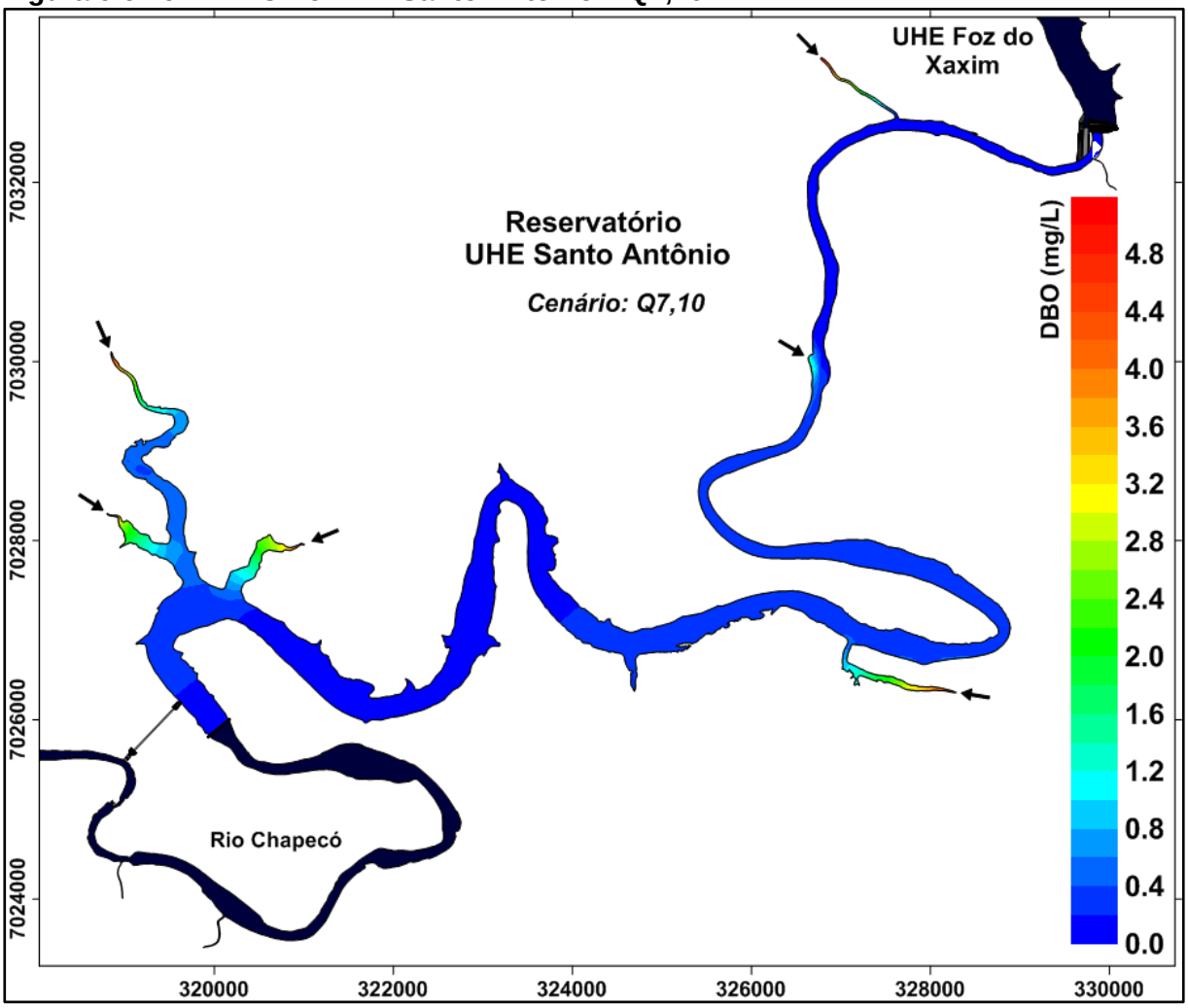


Figura 9.6.164 - DBO no AHE Santo Antônio – Q7,10.



Assim como os resultados de outros reservatórios, as figuras a seguir mostram que as concentrações de nitrogênio orgânico no AHE Santo Antônio ficam maiores na Qmlt e menores na Q7,10, com valores de 0,3 mg/L na Qmlt e 0,05 mg/L na Q7,10 na região próximo ao barramento.

A amônia também se mostrou maior na Q7,10, com valor de até 0,88 mg/L no barramento, e menor na Qmlt, 0,66 mg/L no mesmo local. Estes resultados são esperados uma vez que a velocidade de escoamento nesta região diminui, o que intensifica o processo de amonificação. Entretanto as concentrações observadas não atingem o valor limite segundo COANAM 357/05 equivalente a 1 mg/L.

Quanto ao nitrato não observa-se variações, porém os maiores valores estão na Q7,10, chegando a 0,44 mg/L no barramento. Destaca-se que este valor é bastante distante do valor limite, 10 mg/L.

Figura 9.6.165 - Nitrogênio orgânico no AHE Santo Antônio – Qmlt.

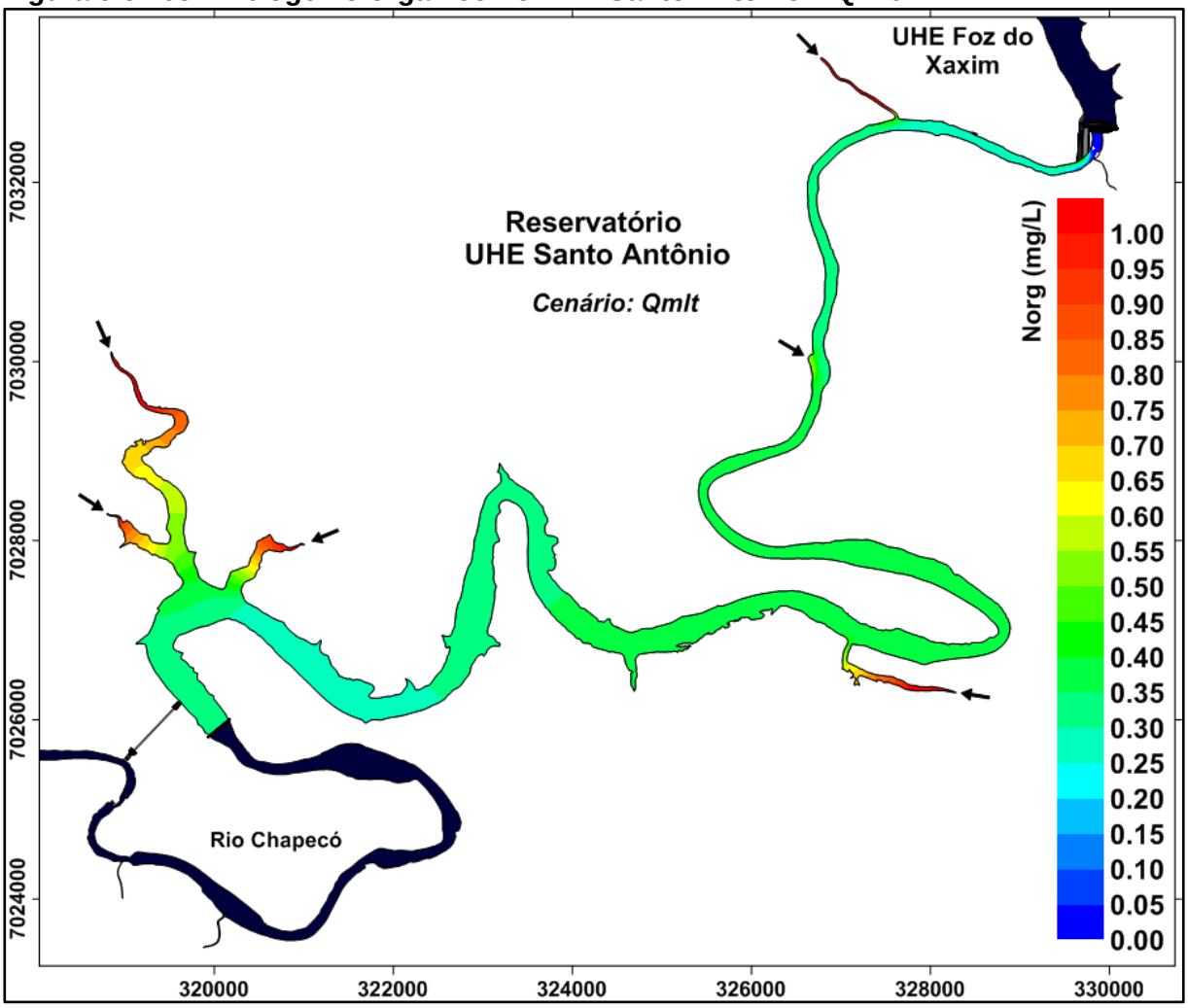


Figura 9.6.166 - Nitrogênio orgânico no AHE Santo Antônio – Q7,10.

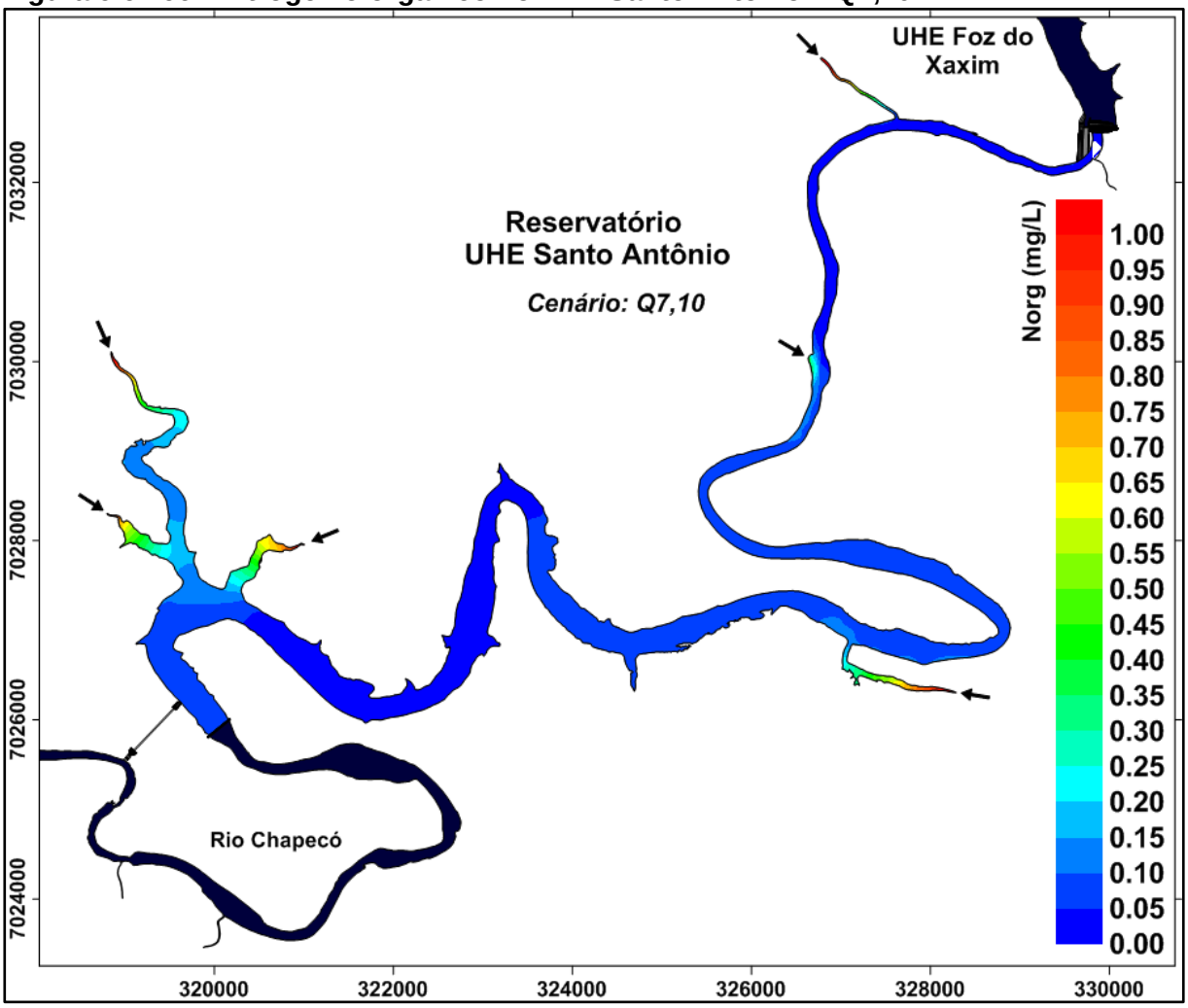


Figura 9.6.167 - Amônia no AHE Santo Antônio – Qmlt.

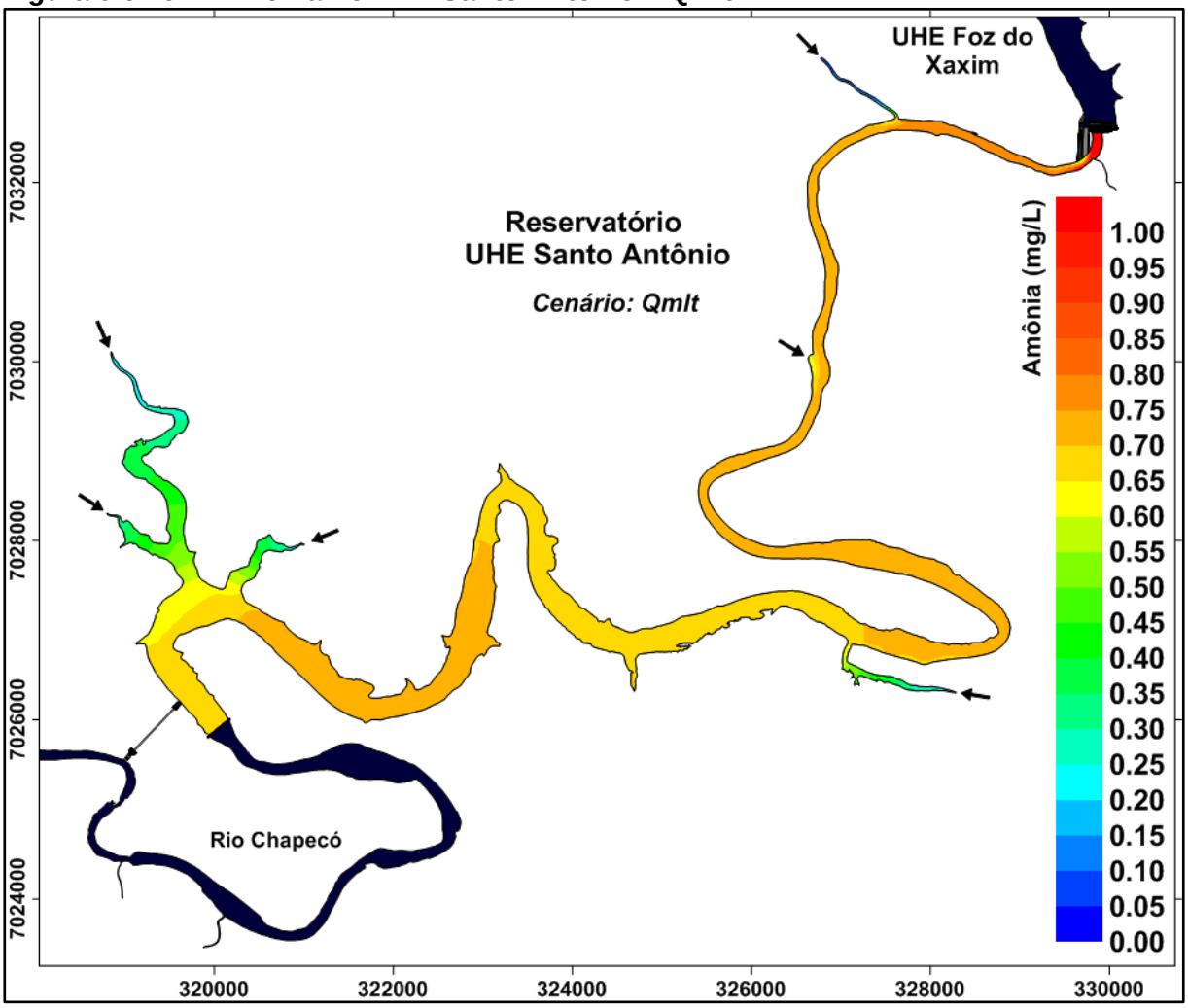


Figura 9.6.168 - Amônia no AHE Santo Antônio – Q7,10.

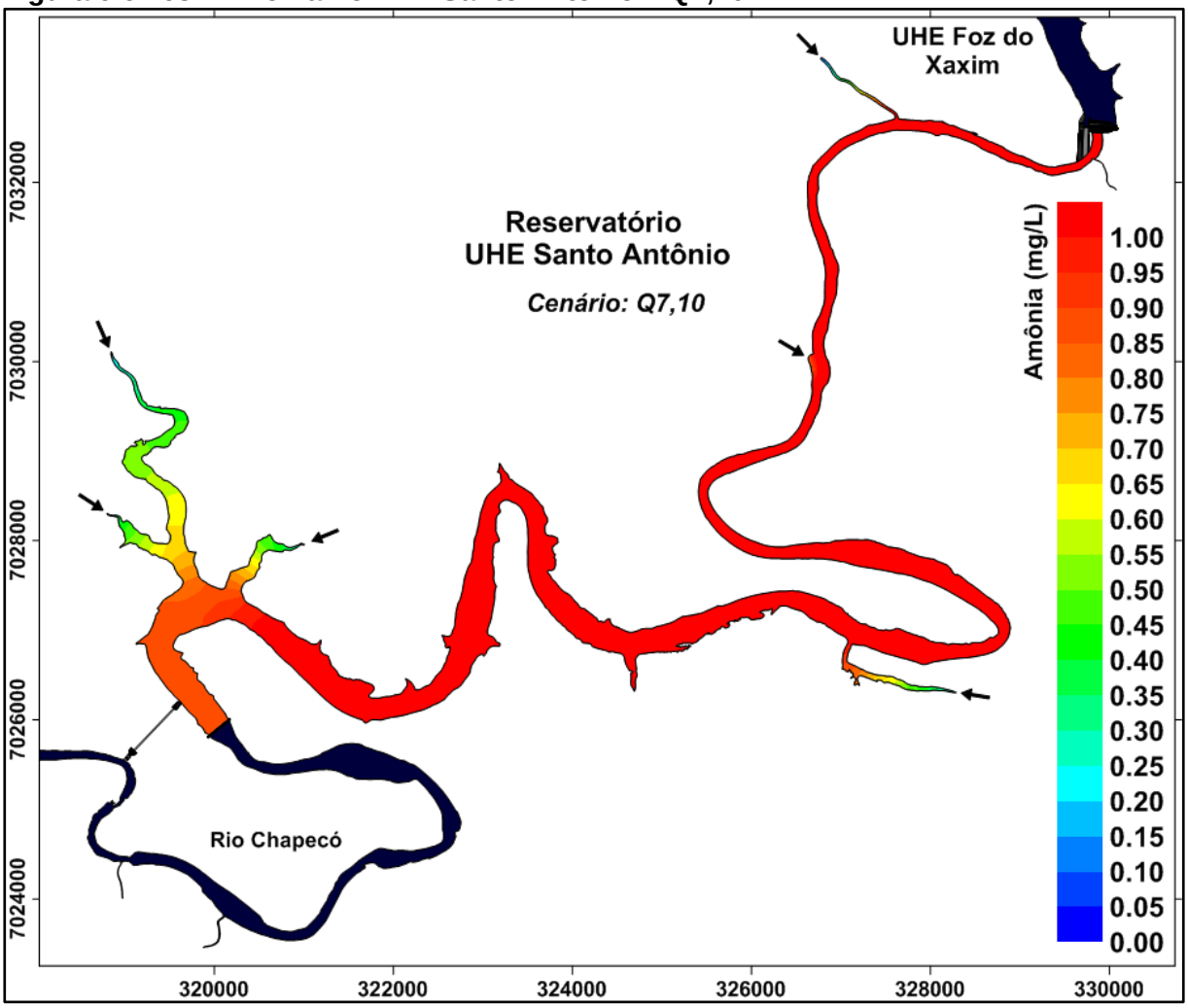


Figura 9.6.169 - Nitrato no AHE Santo Antônio – Qmlt.

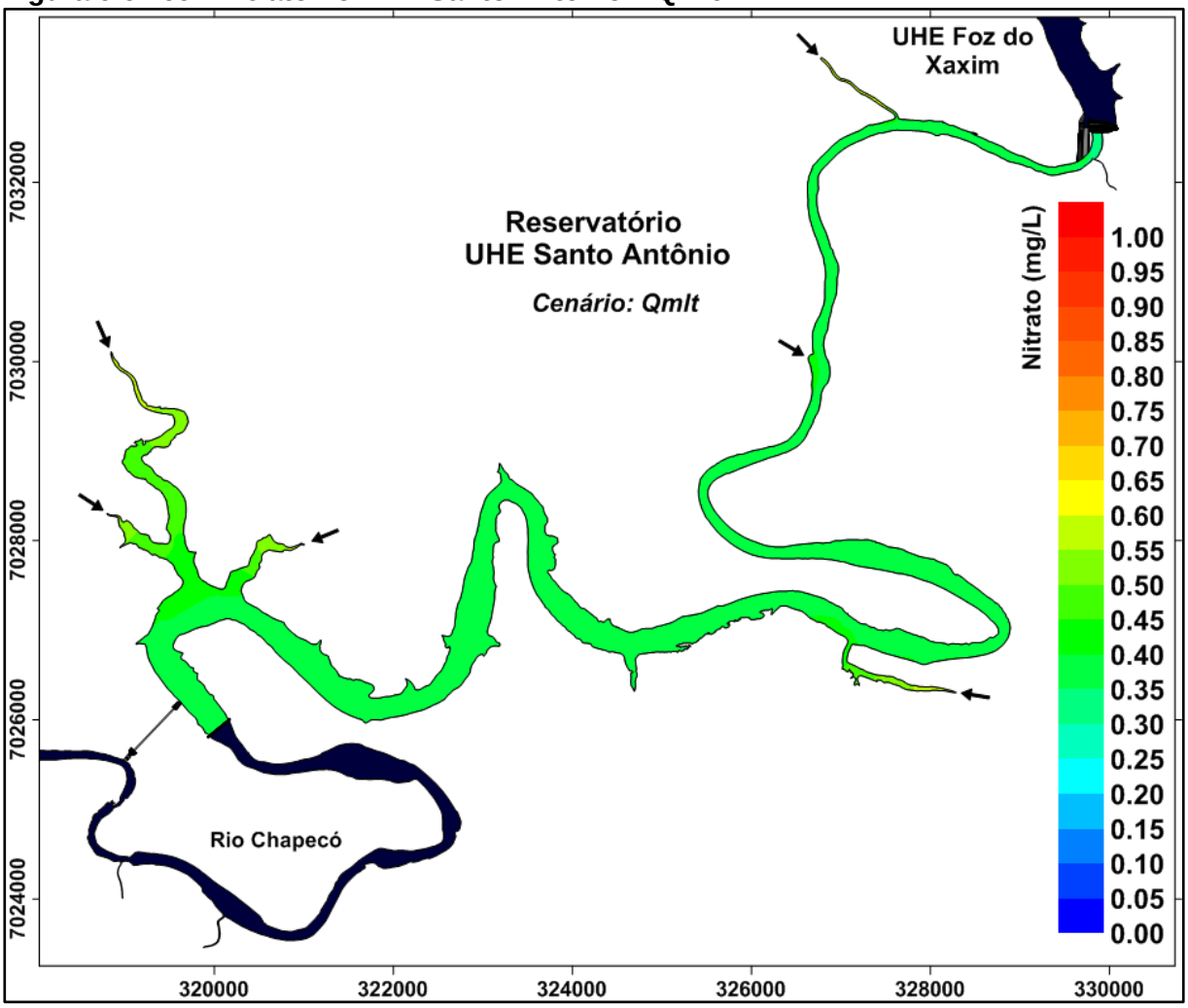
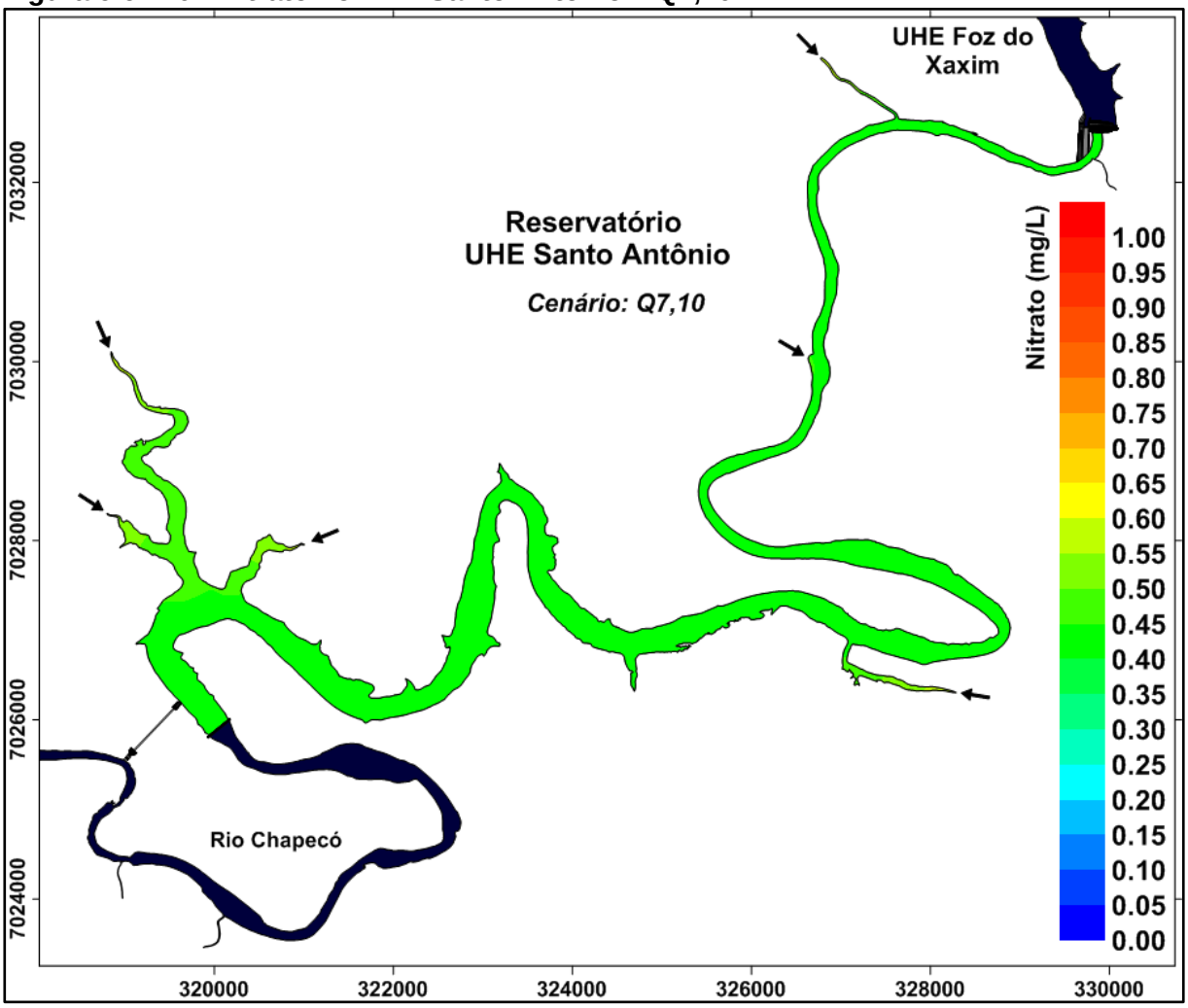


Figura 9.6.170 - Nitrato no AHE Santo Antônio – Q7,10.



A seguir estão apresentadas as figuras do fósforo orgânico e inorgânico. Assim como apresentados em outros empreendimentos, o fósforo orgânico é um pouco superior na Qmlt, chegando a 0,04 mg/L no barramento, enquanto que na Q7,10 a concentração cai para 0,01 mg/L. Entretanto, o fósforo inorgânico fica maior na Q7,10, principalmente próximo ao barramento, com valor de 0,04 mg/L enquanto que na Qmlt este valor cai para 0,03 mg/L. Estes resultados devem-se as baixas velocidades na região do barramento e na Q7,10, que favorece a transformação do fósforo orgânico em inorgânico.

Figura 9.6.171 - Fósforo orgânico no AHE Santo Antônio – Qmlt.

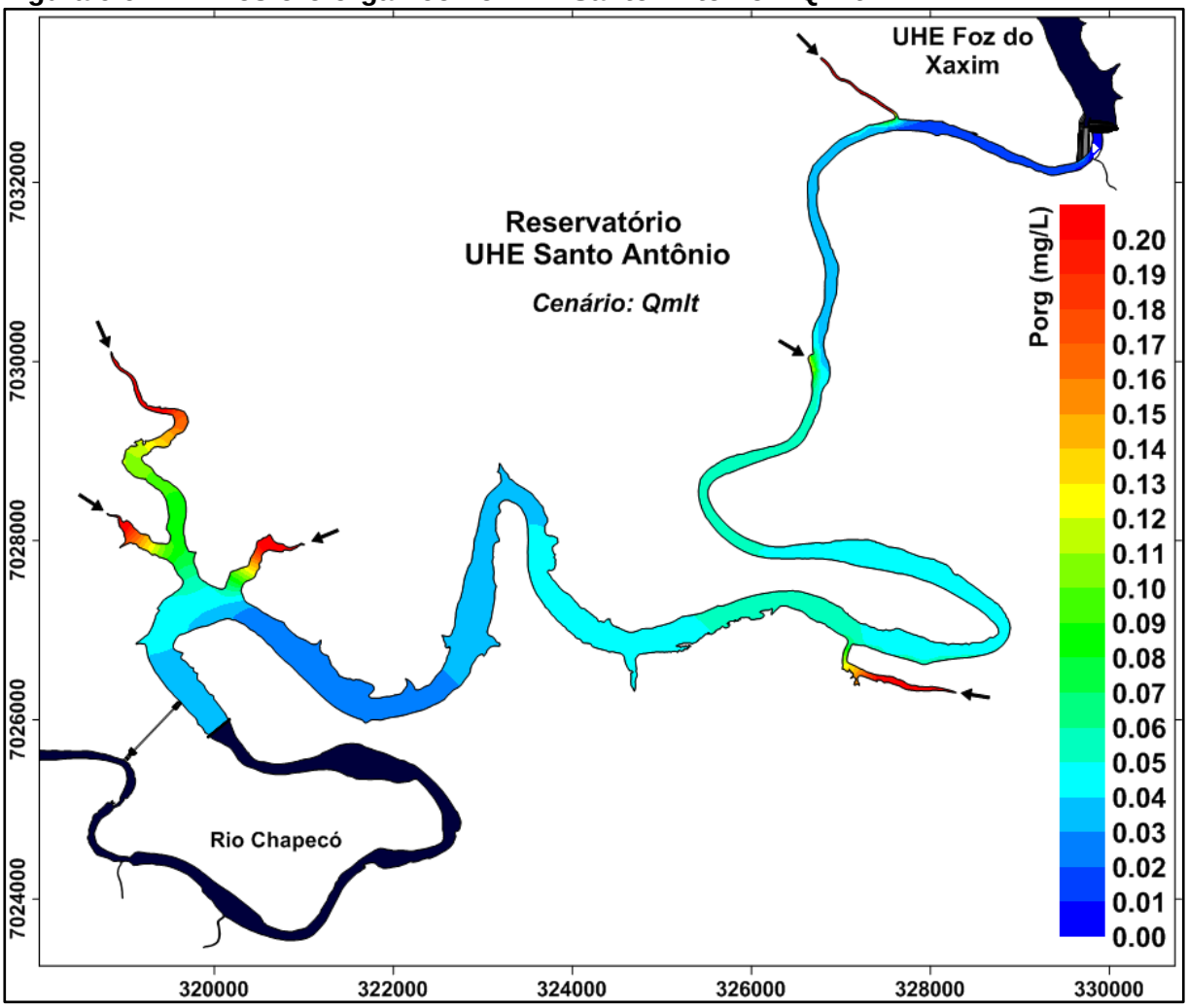


Figura 9.6.172 - Fósforo orgânico no AHE Santo Antônio – Q7,10.

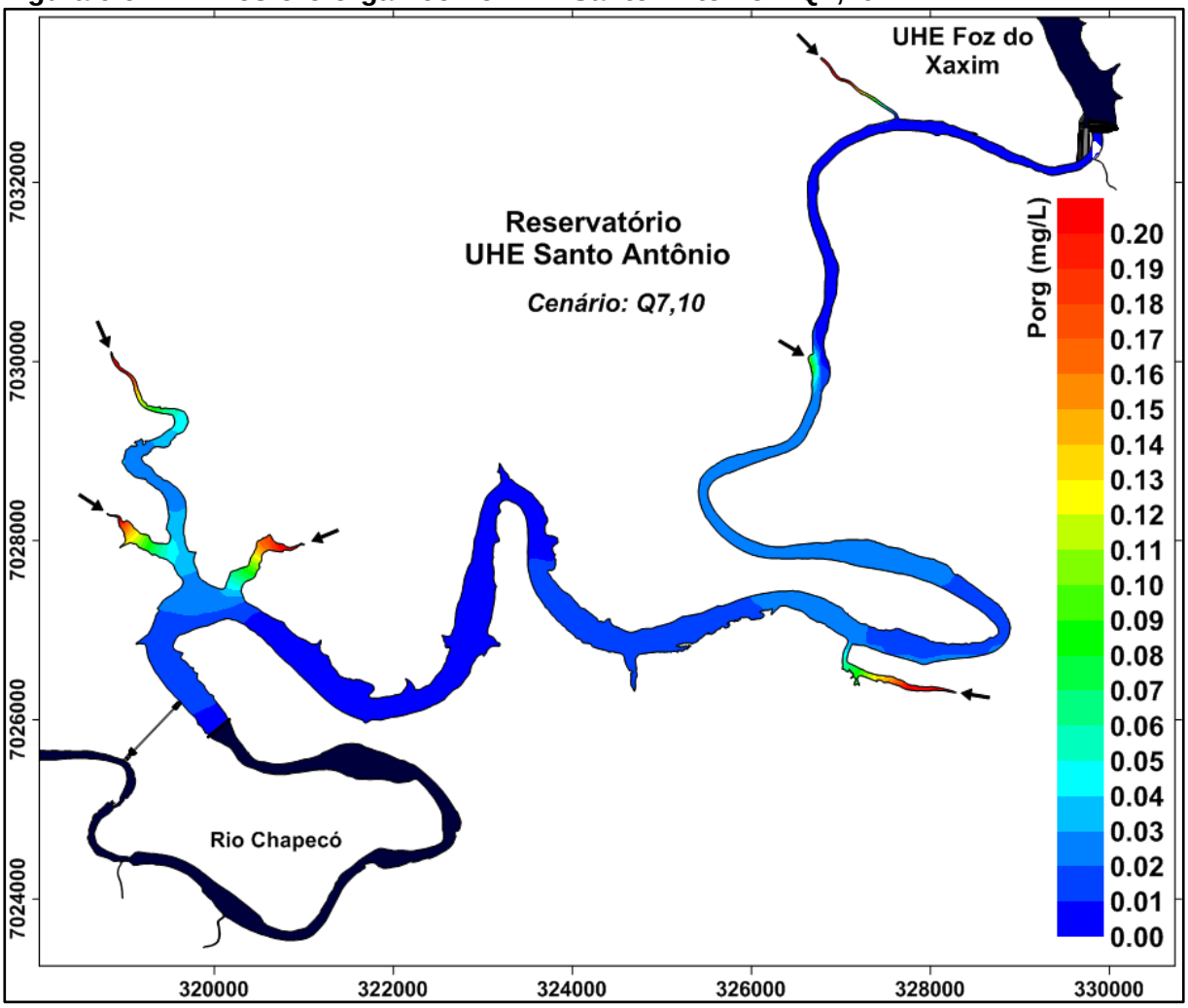


Figura 9.6.173 - Fósforo inorgânico no AHE Santo Antônio – Qmlt.

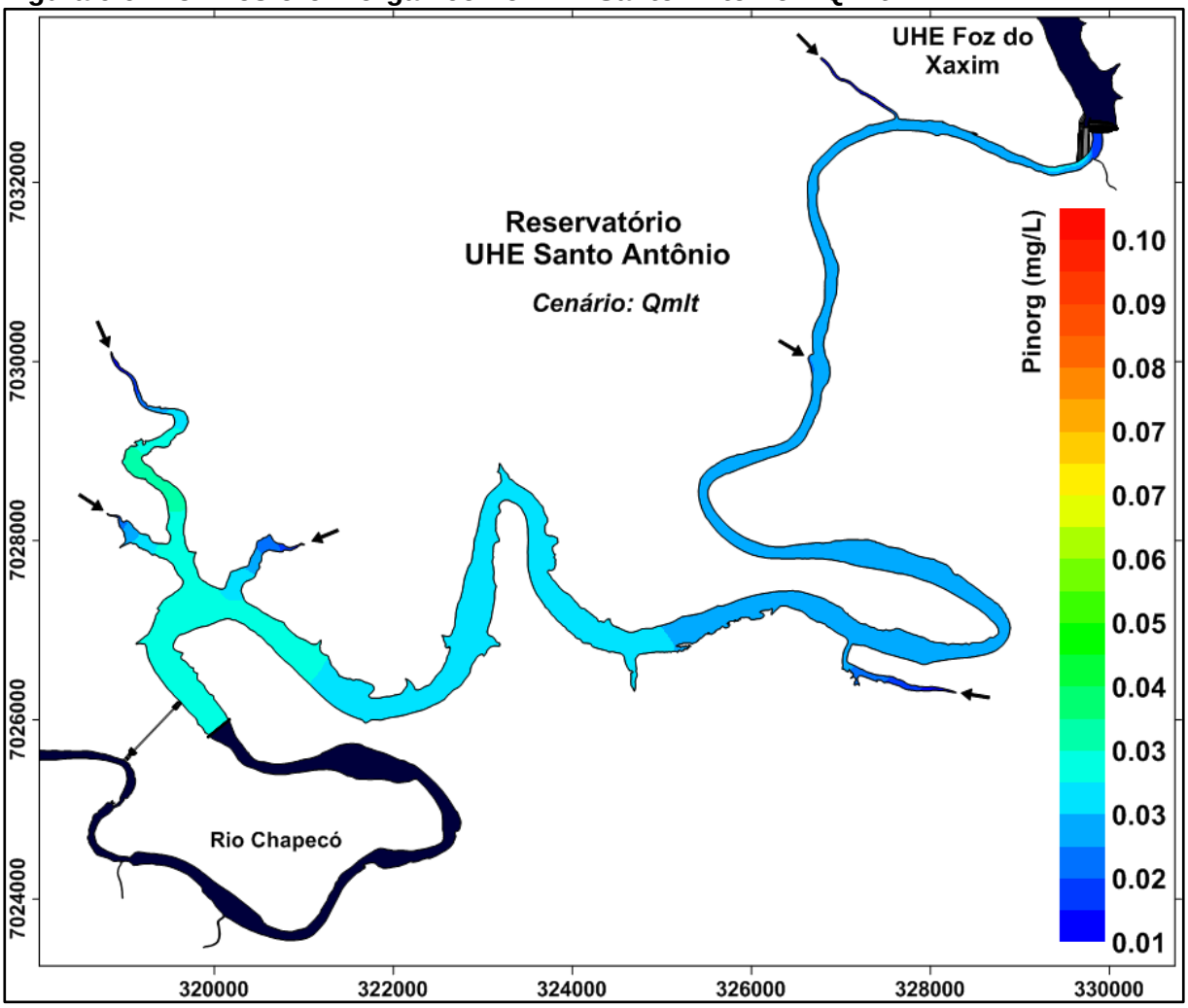
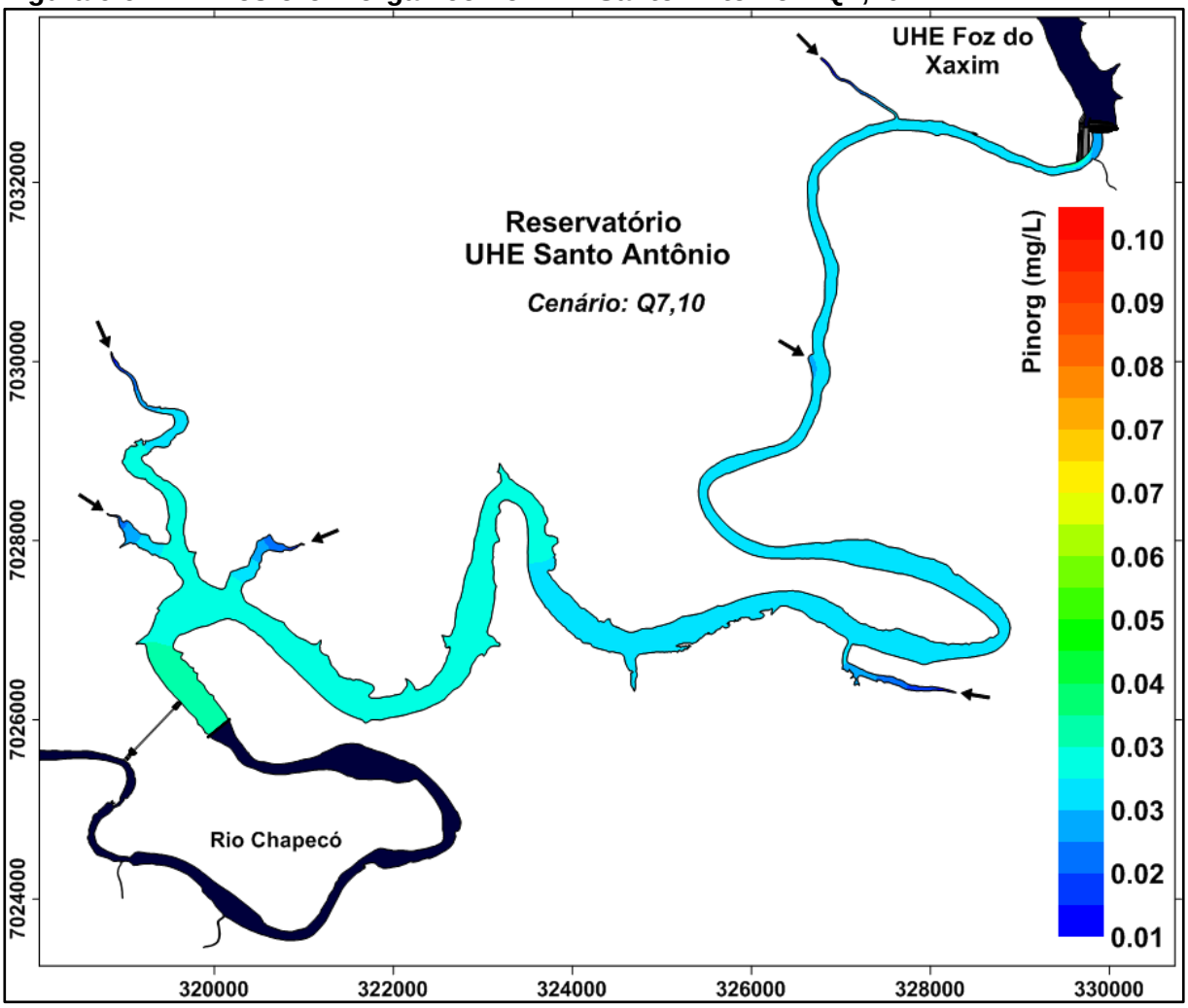


Figura 9.6.174 - Fósforo inorgânico no AHE Santo Antônio – Q7,10.



9.6.3.7 AHE Nova Erechim

As figuras a seguir apresentam a concentração de OD e DBO na área de modelagem do AHE Nova Erechim. A concentração de OD se mantêm praticamente a mesma ao longo de toda a área nos dois cenários, com valor de aproximadamente 8 mg/L.

A concentração de saída de DBO do AHE Santo Antônio foi equivalente a 1 mg/L na Qmlt e 0,2 mg/L na Q7,10 enquanto que a concentração de DBO imposta nos tributários foi 5 mg/L, fazendo aumentar a DBO em alguns pequenos trechos, chegando a 1,4 mg/L no canal principal na Qmlt. À medida que a matéria orgânica é consumida ao longo do reservatório a concentração de DBO cai, chegando a 1,2 mg/L na Qmlt e 0,2 mg/L na Q7,10 na região próxima ao barramento.

Figura 9.6.175 - OD no AHE Nova Erechim – Qmlt.

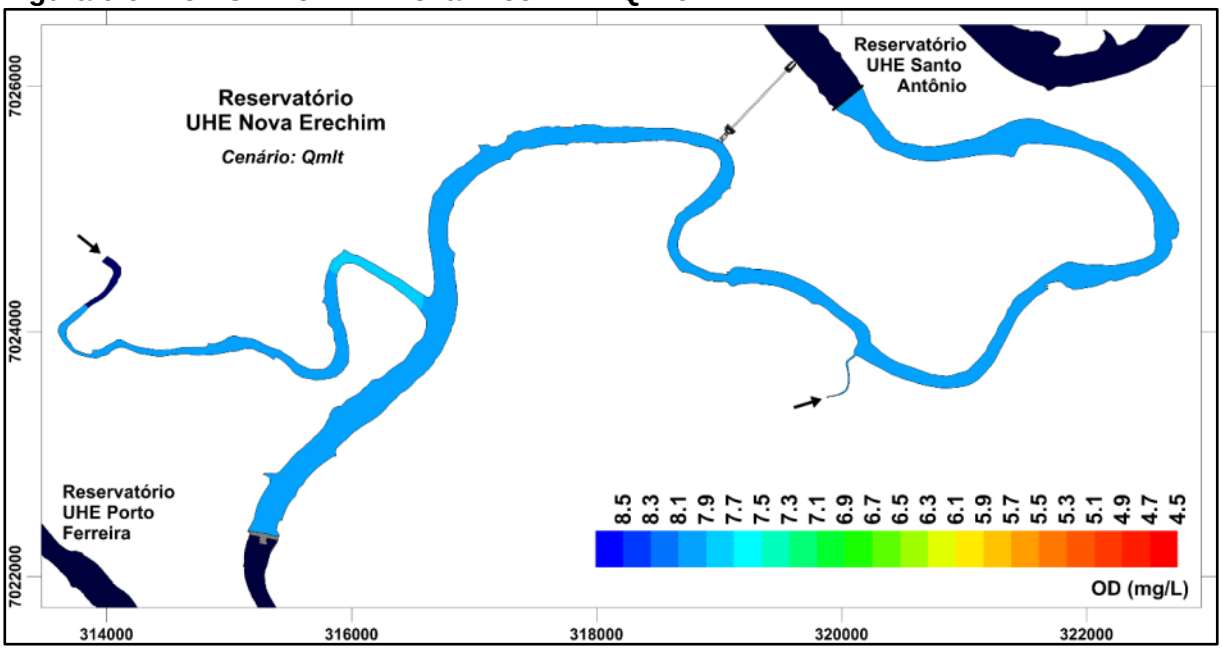


Figura 9.6.176 - OD no AHE Nova Erechim – Q7,10.

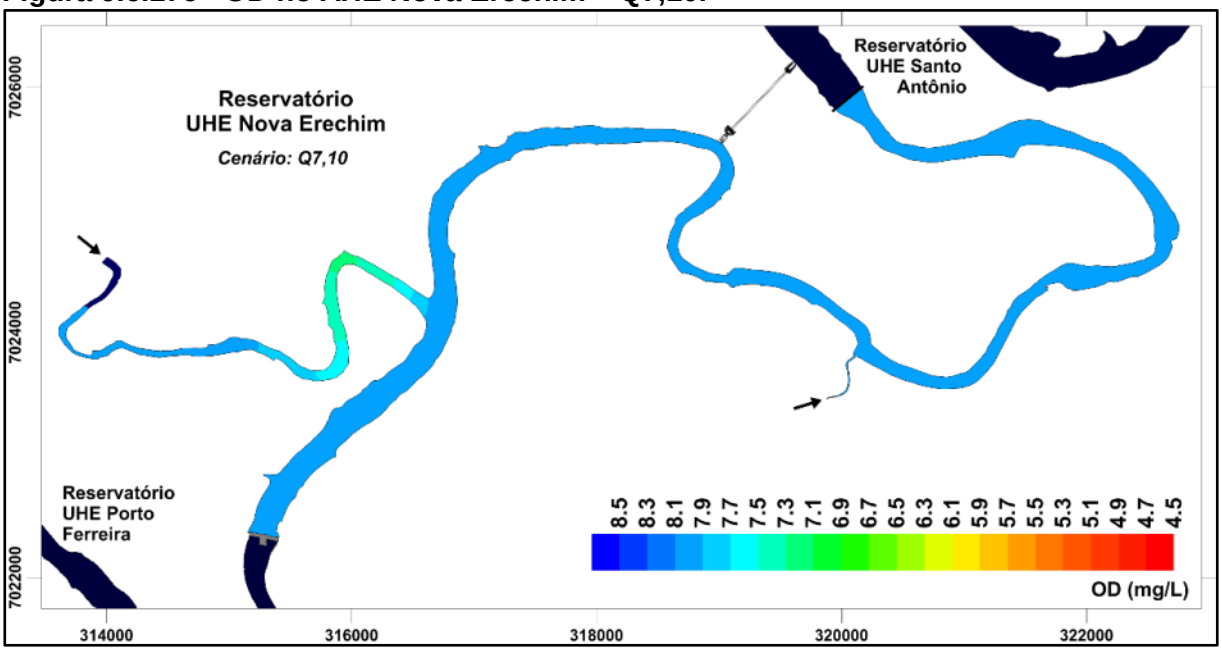


Figura 9.6.177 - DBO no AHE Nova Erechim – Qmlt.

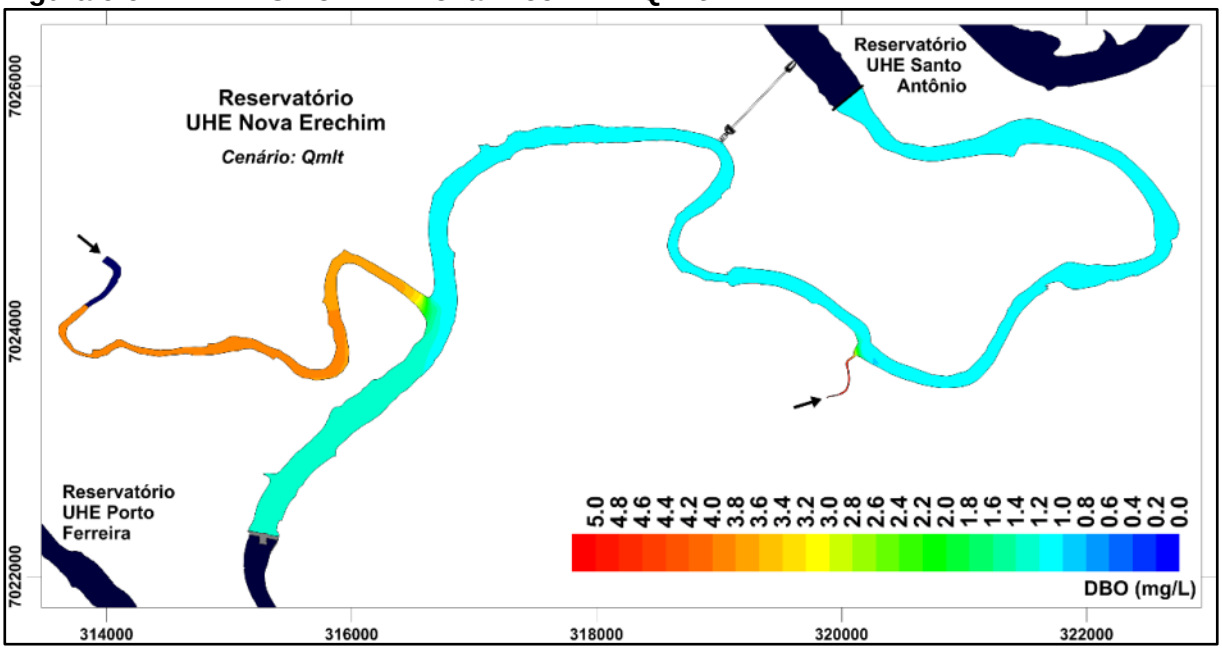
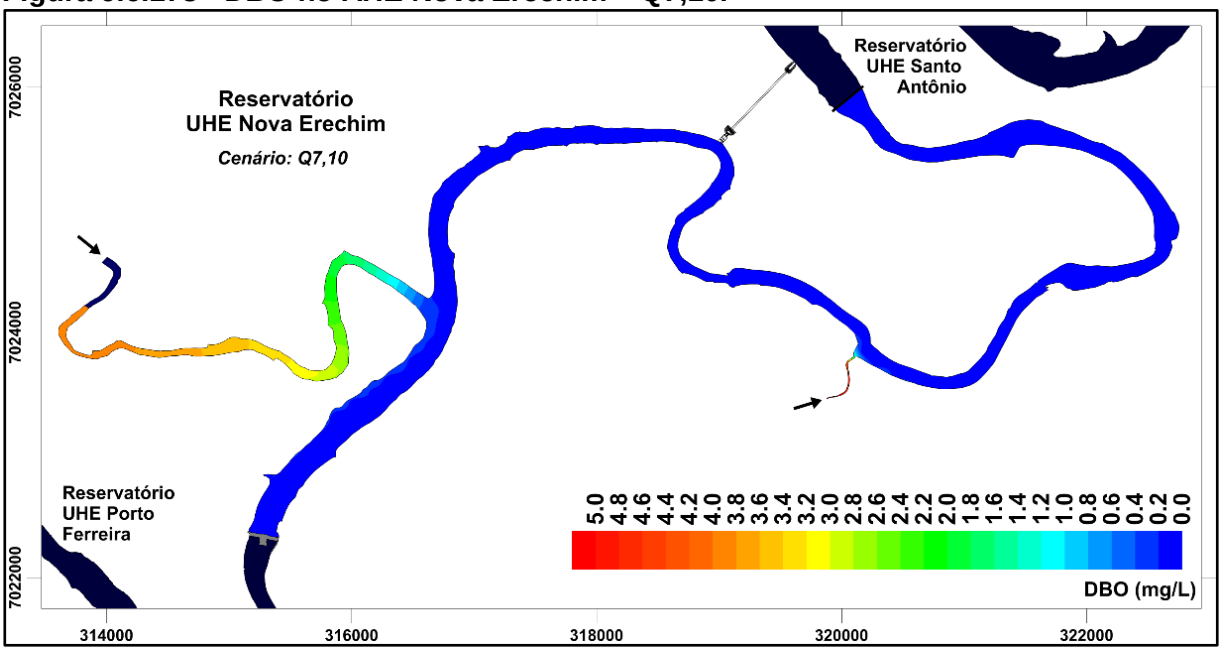


Figura 9.6.178 - DBO no AHE Nova Erechim – Q7,10.



Assim como os resultados de outros reservatórios, as figuras a seguir mostram que as concentrações de nitrogênio orgânico no AHE Nova Erechim ficam maiores na Qmlt e menores na Q7,10, com valores de 0,44 mg/L na Qmlt e 0,07 mg/L na Q7,10 na região próximo ao barramento.

A amônia também se mostrou maior na Q7,10, com valor de até 0,86 mg/L no barramento, e menor na Qmlt, 0,62 mg/L no mesmo local. Quanto ao nitrato, não

observa-se variações significativas no espaço e entre os cenários, e a concentração próximo ao barramento foi 0,45 mg/L. Destaca-se que este valor é bastante distante do valor limite, 10 mg/L.

Figura 9.6.179 - Nitrogênio orgânico no AHE Nova Erechim – Qmlt.

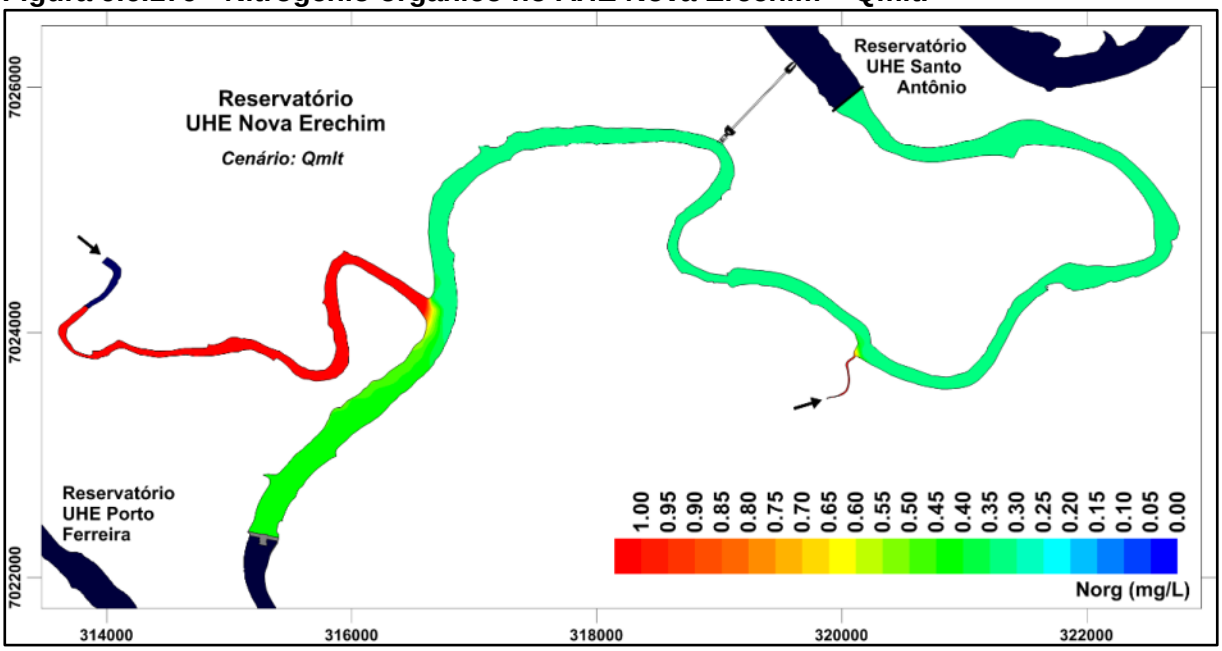


Figura 9.6.180 - Nitrogênio orgânico no AHE Nova Erechim – Q7,10.

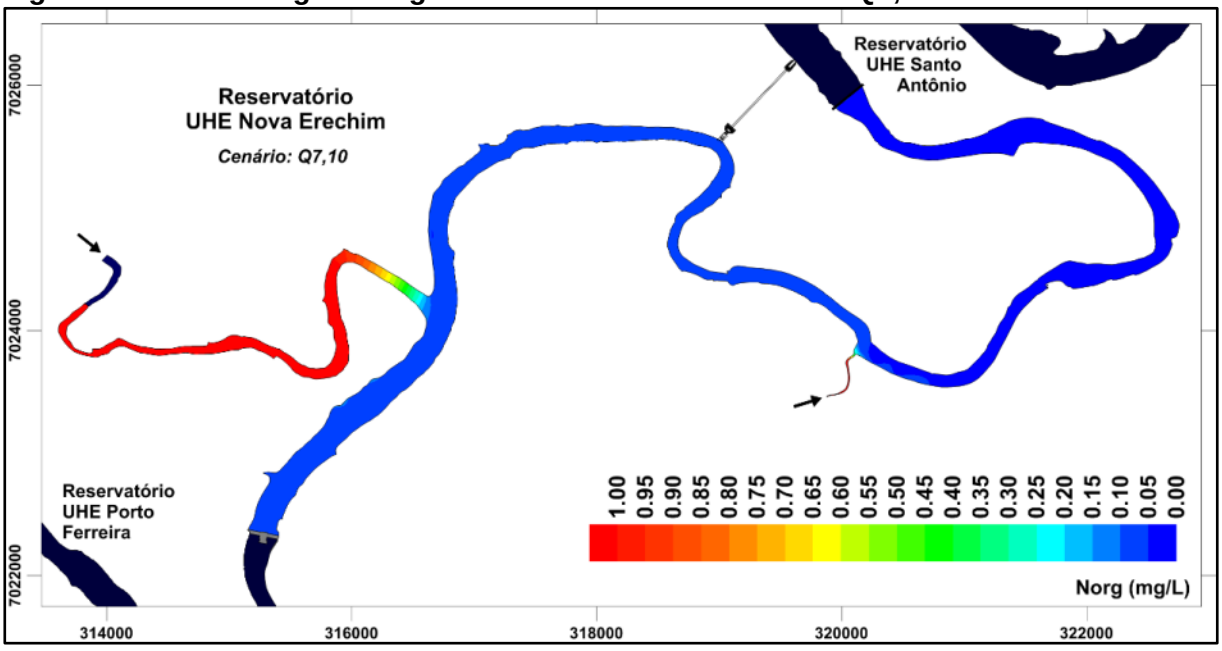


Figura 9.6.181 - Amônia no AHE Nova Erechim – Qmlt.

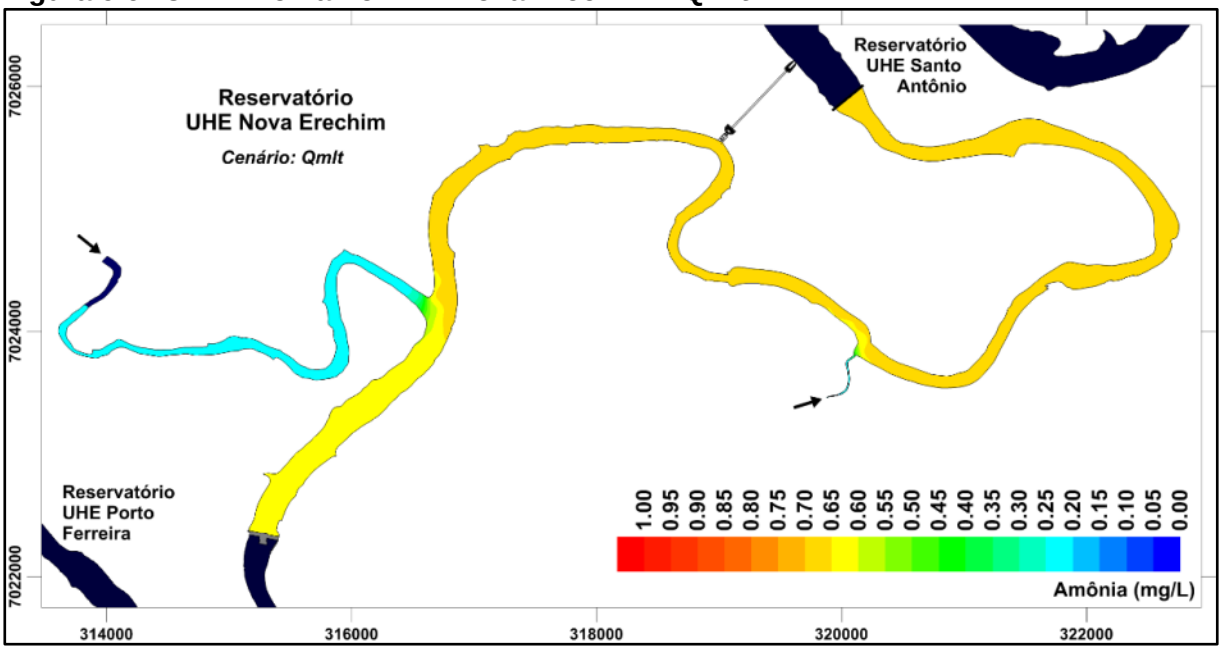


Figura 9.6.182 - Amônia no AHE Nova Erechim – Q7,10.

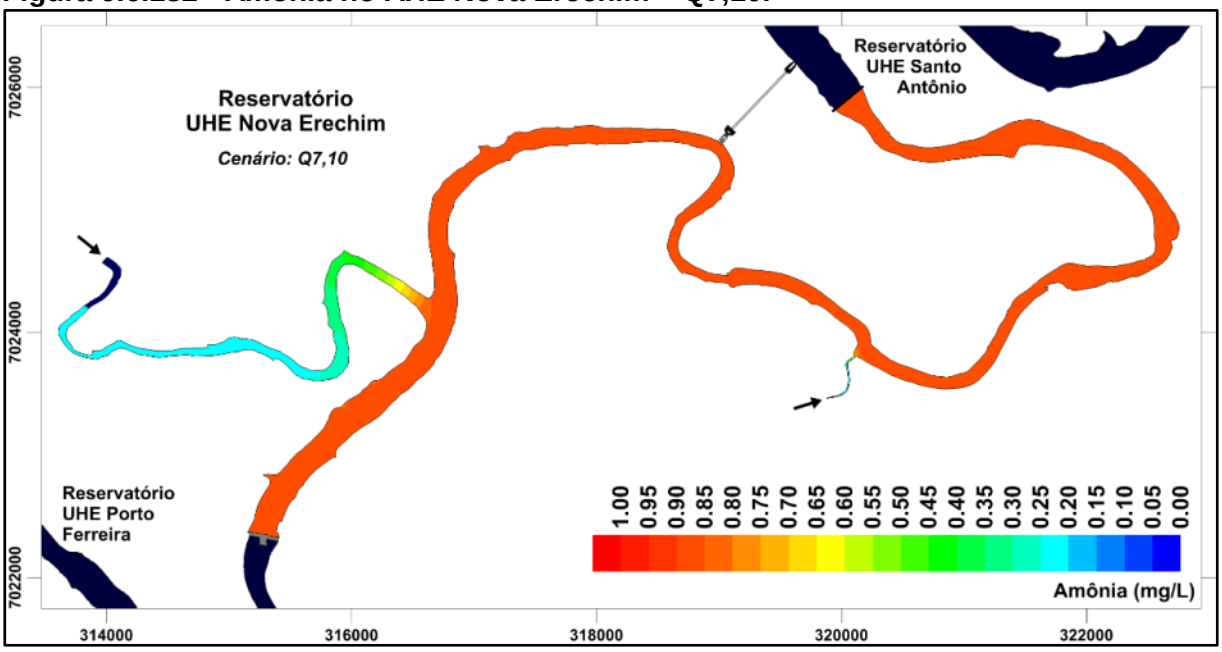


Figura 9.6.183 - Nitrato no AHE Nova Erechim – Qmlt.

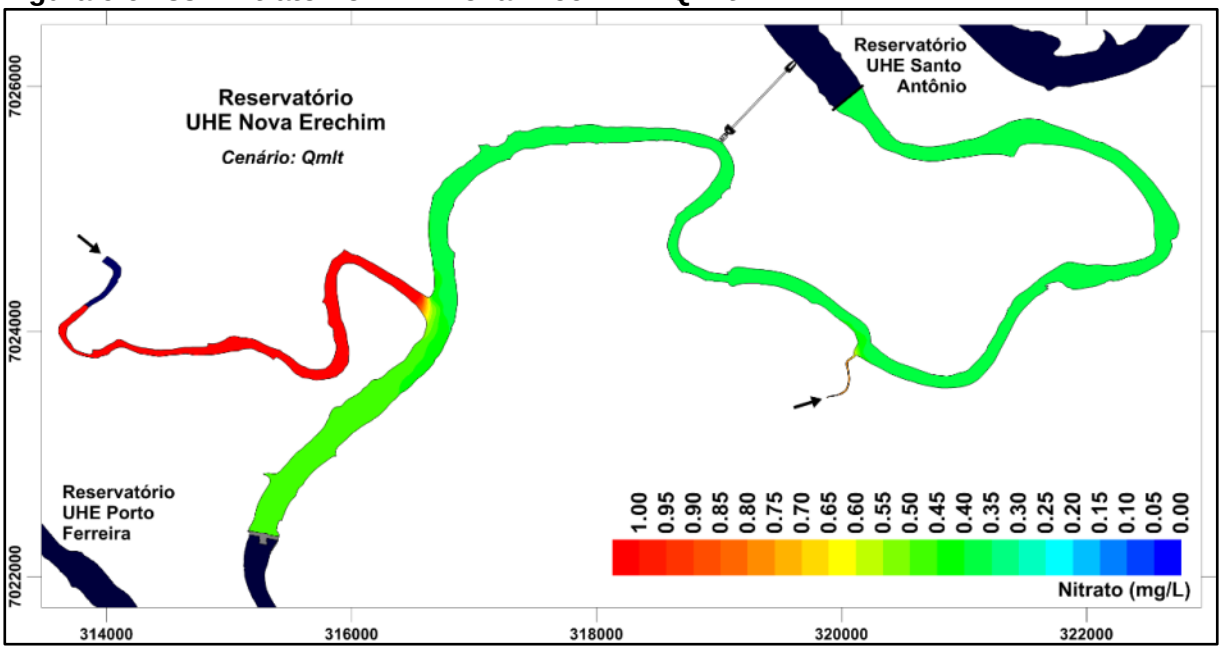
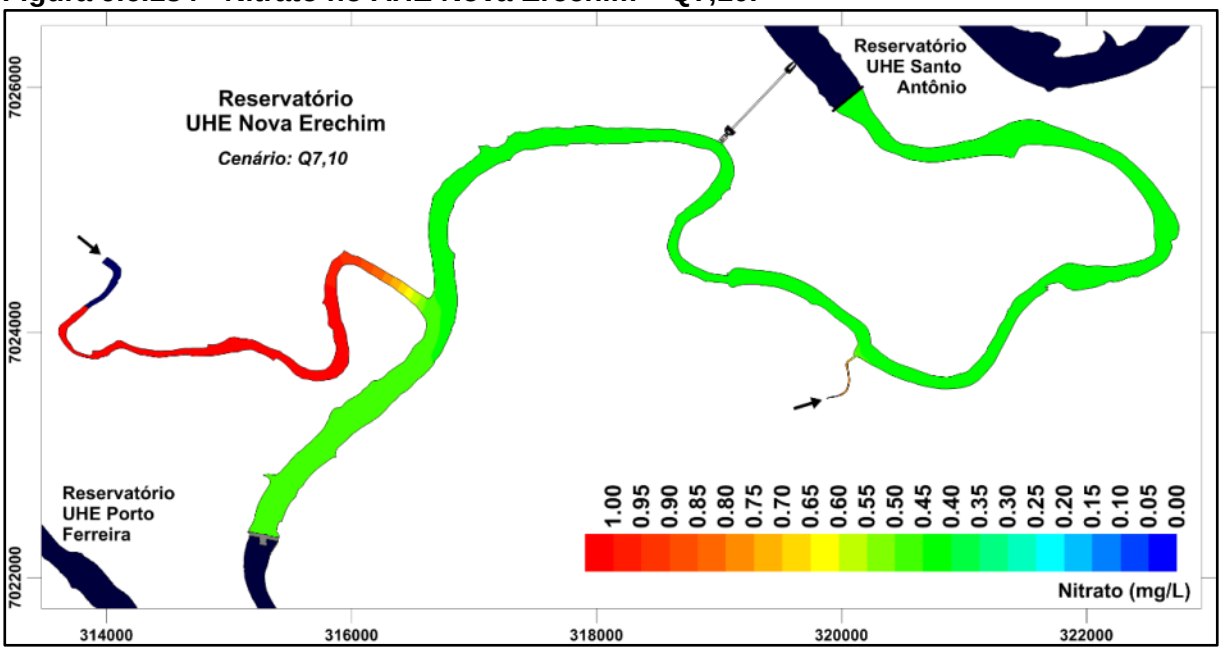


Figura 9.6.184 - Nitrato no AHE Nova Erechim – Q7,10.



A seguir estão apresentadas as figuras referentes às concentrações do fósforo orgânico e inorgânico. A concentração de fósforo orgânico na saída do AHE Santo Antônio foi 0,04 mg/L na Qmlt e 0,01 mg/L na Q7,10 enquanto que as concentrações dos tributários chegaram a 2 mg/L, o que fez aumentar a concentração de fósforo orgânico. Assim como apresentados em outros empreendimentos, o fósforo orgânico é um pouco superior na Qmlt, chegando a

0,172mg/L no barramento, enquanto que na Q7,10 a concentração cai para 0,024 mg/L.

Diferentemente dos demais empreendimentos, a concentração de fósforo inorgânico se manteve a mesma nos dois cenários principalmente próximo ao barramento, com valor de 0,04 mg/L.

Figura 9.6.185 - Fósforo orgânico no AHE Nova Erechim – Qmlt.

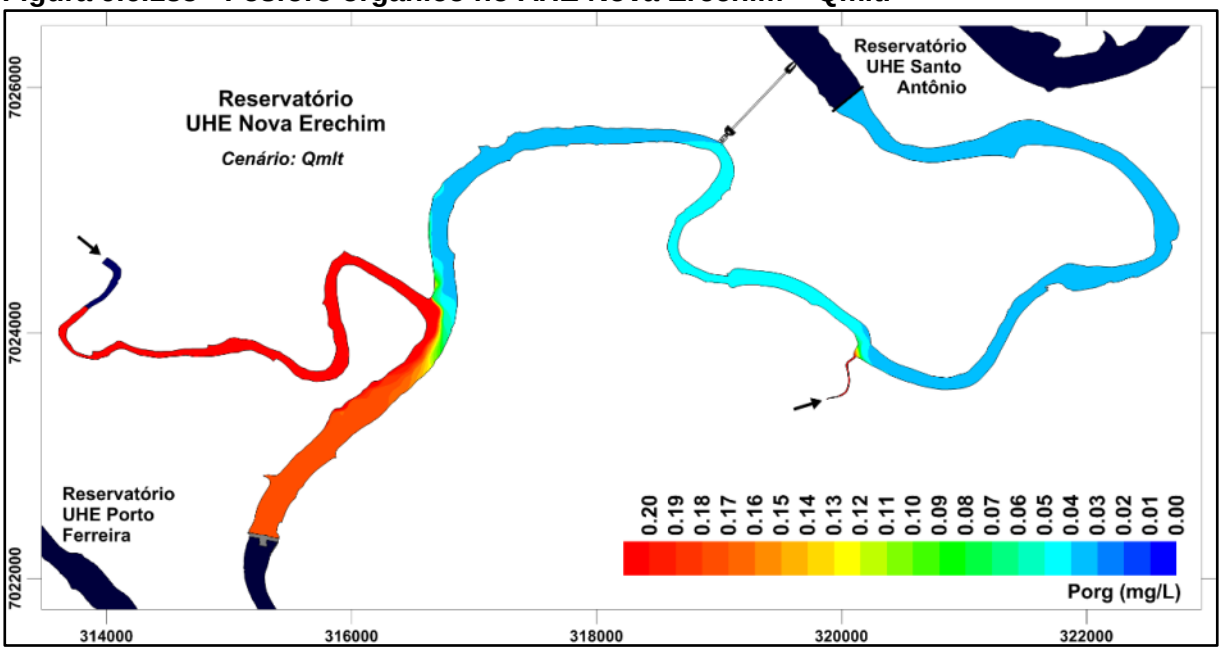


Figura 9.6.186 - Fósforo orgânico no AHE Nova Erechim – Q7,10.

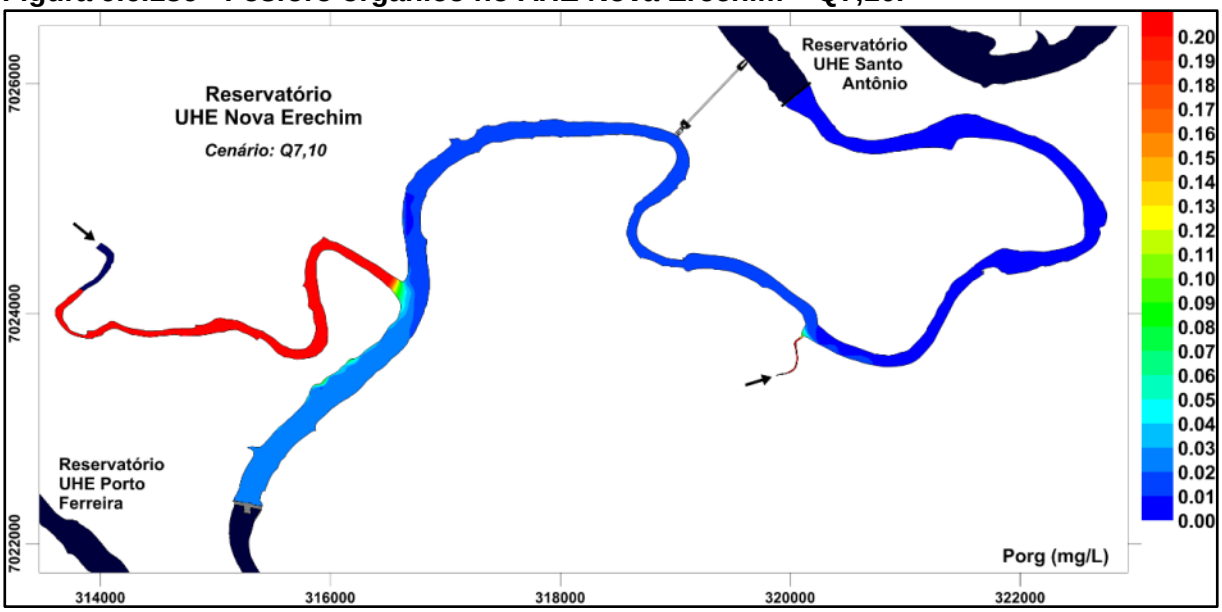


Figura 9.6.187 - Fósforo inorgânico no AHE Nova Erechim – Qmlt.

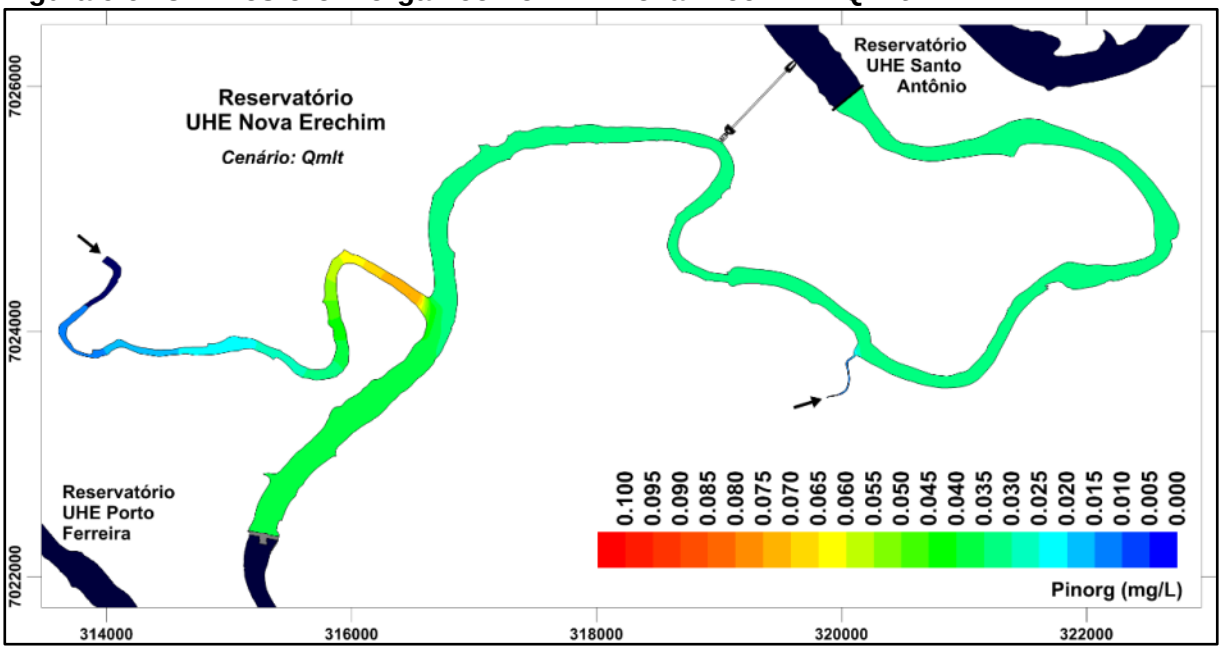
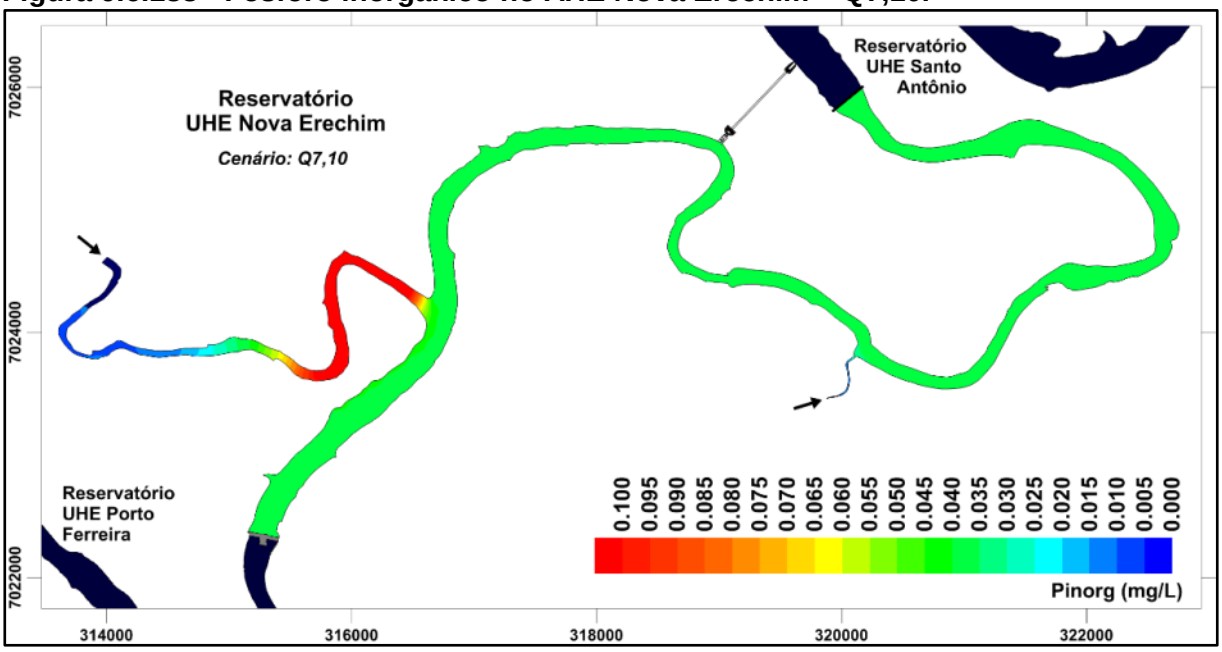


Figura 9.6.188 - Fósforo inorgânico no AHE Nova Erechim – Q7,10.



9.6.3.8 AHE Porto Ferreira

As figuras a seguir apresentam a concentração de OD e DBO na área de modelagem do AHE Porto Ferreira. A concentração de OD cai ligeiramente à medida que se aproxima do barramento, chegando a 7,4 mg/L na Qmlt e a 7,2 mg/L na Q7,10.

A concentração de saída de DBO do AHE Nova Erechim foi equivalente a 1,2 mg/L na Qmlt e 0,2 mg/L na Q7,10 enquanto que a concentração de DBO imposta nos tributários foi 5 mg/L, fazendo aumentar a DBO ao longo do curso principal, chegando a 1,2 mg/L na Qmlt e 0,5 mg/L na Q7,10. À medida que a matéria orgânica é consumida ao longo do reservatório a concentração de DBO cai, chegando a 1 mg/L na Qmlt e 0,2 mg/L na Q7,10 na região próxima ao barramento.

Figura 9.6.189 - OD no AHE Porto Ferreira – Qmlt.

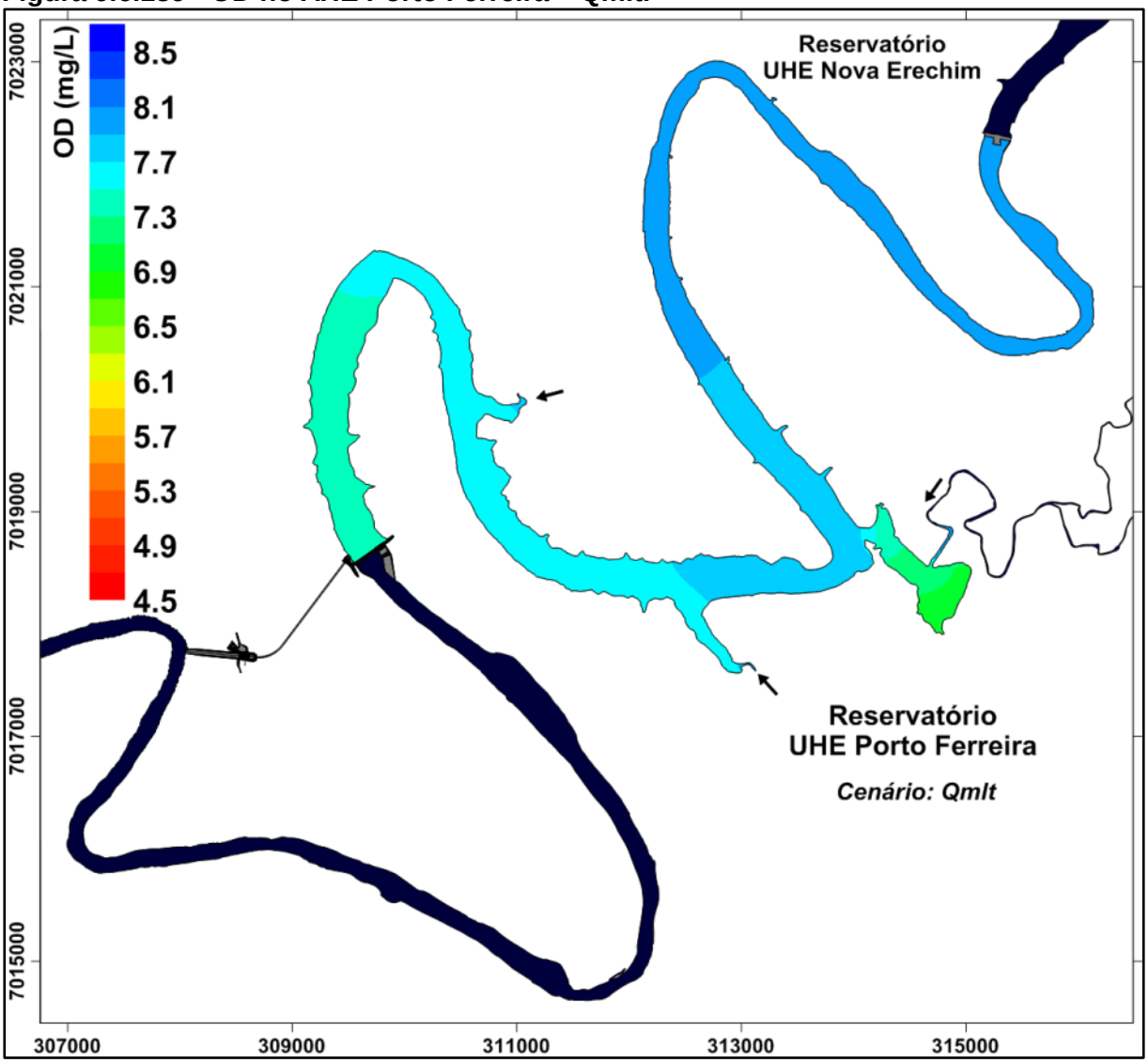


Figura 9.6.190 - OD no AHE Porto Ferreira – Q7,10.

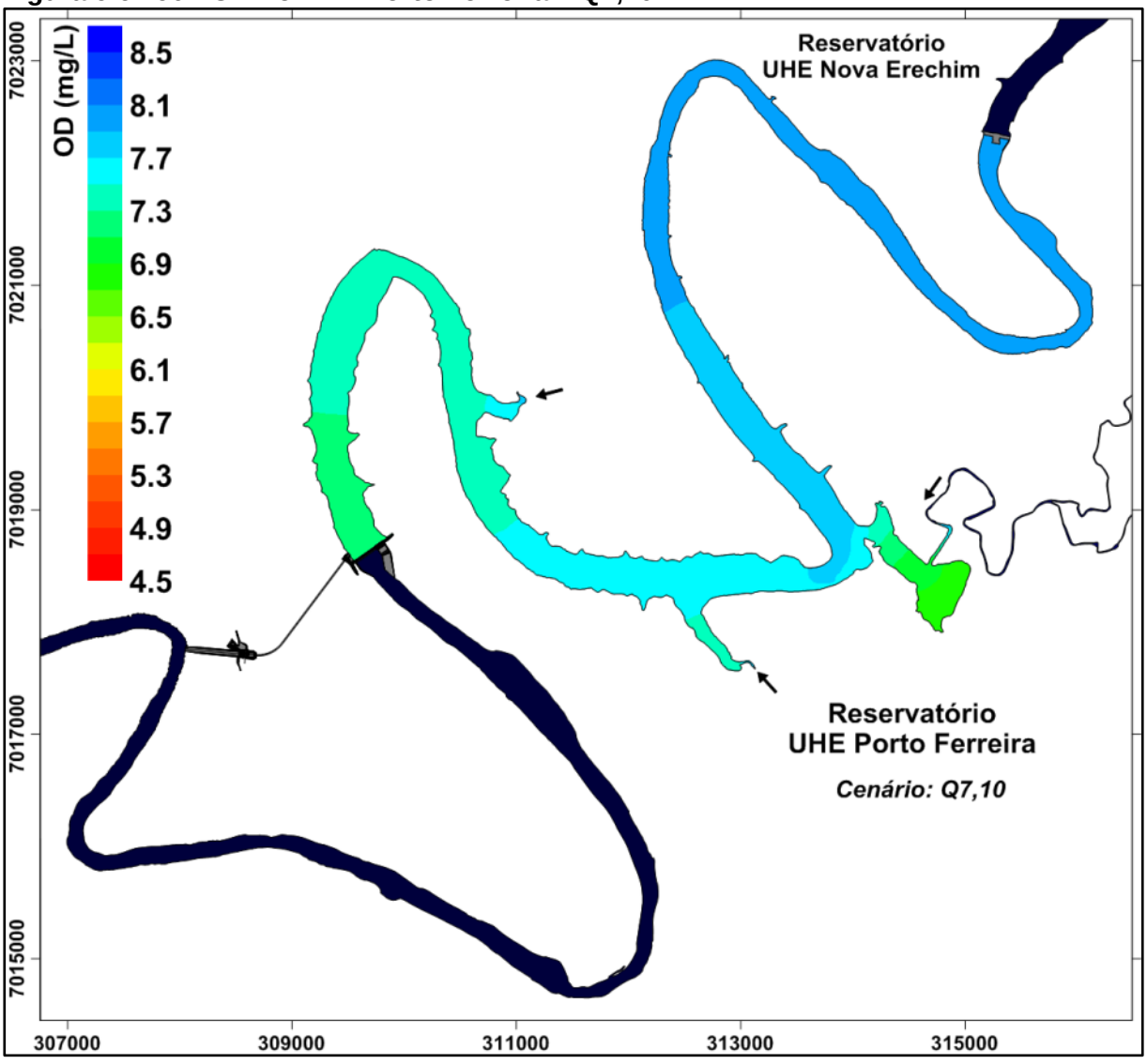


Figura 9.6.191 - DBO no AHE Porto Ferreira – Qmlt.

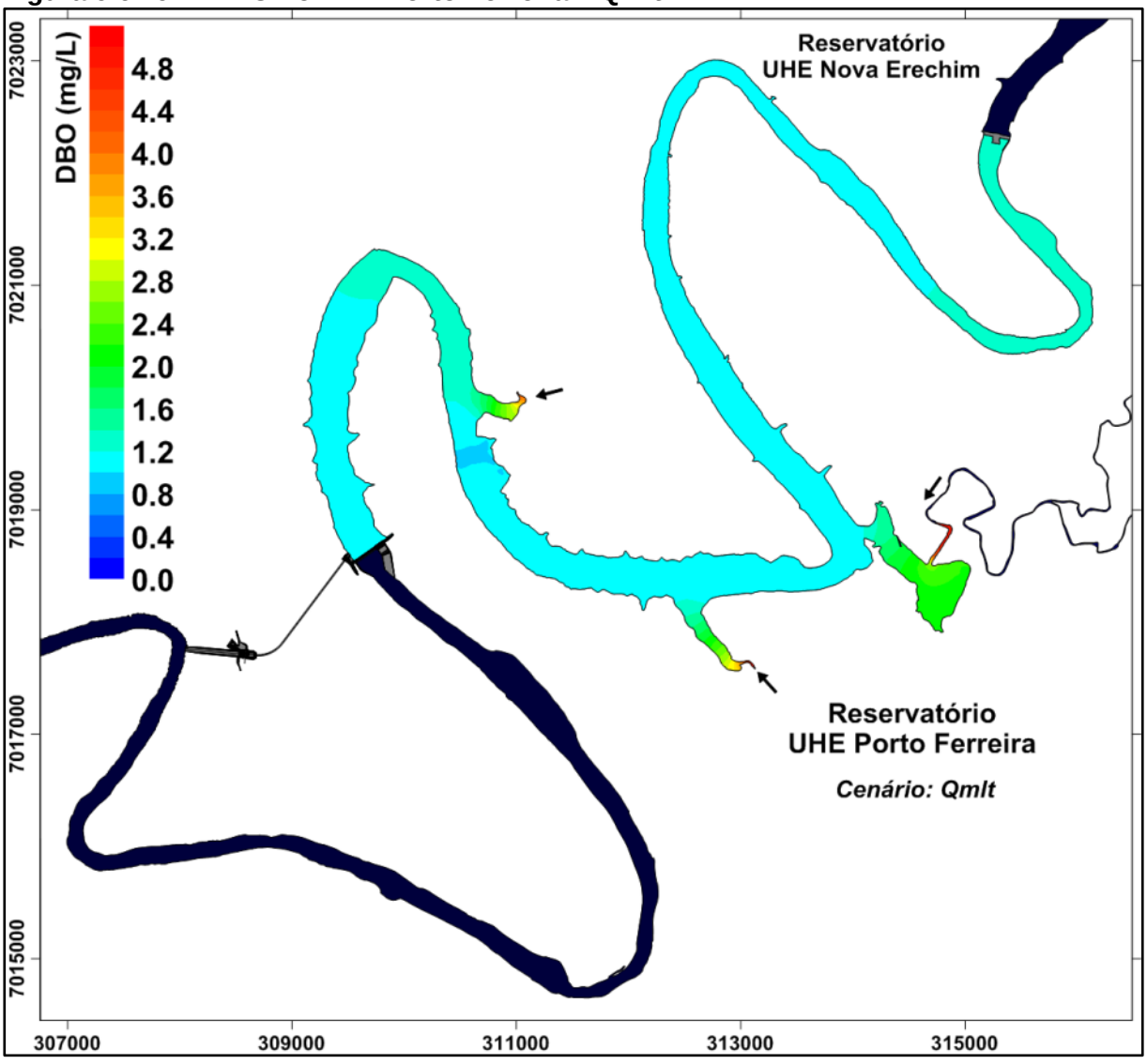
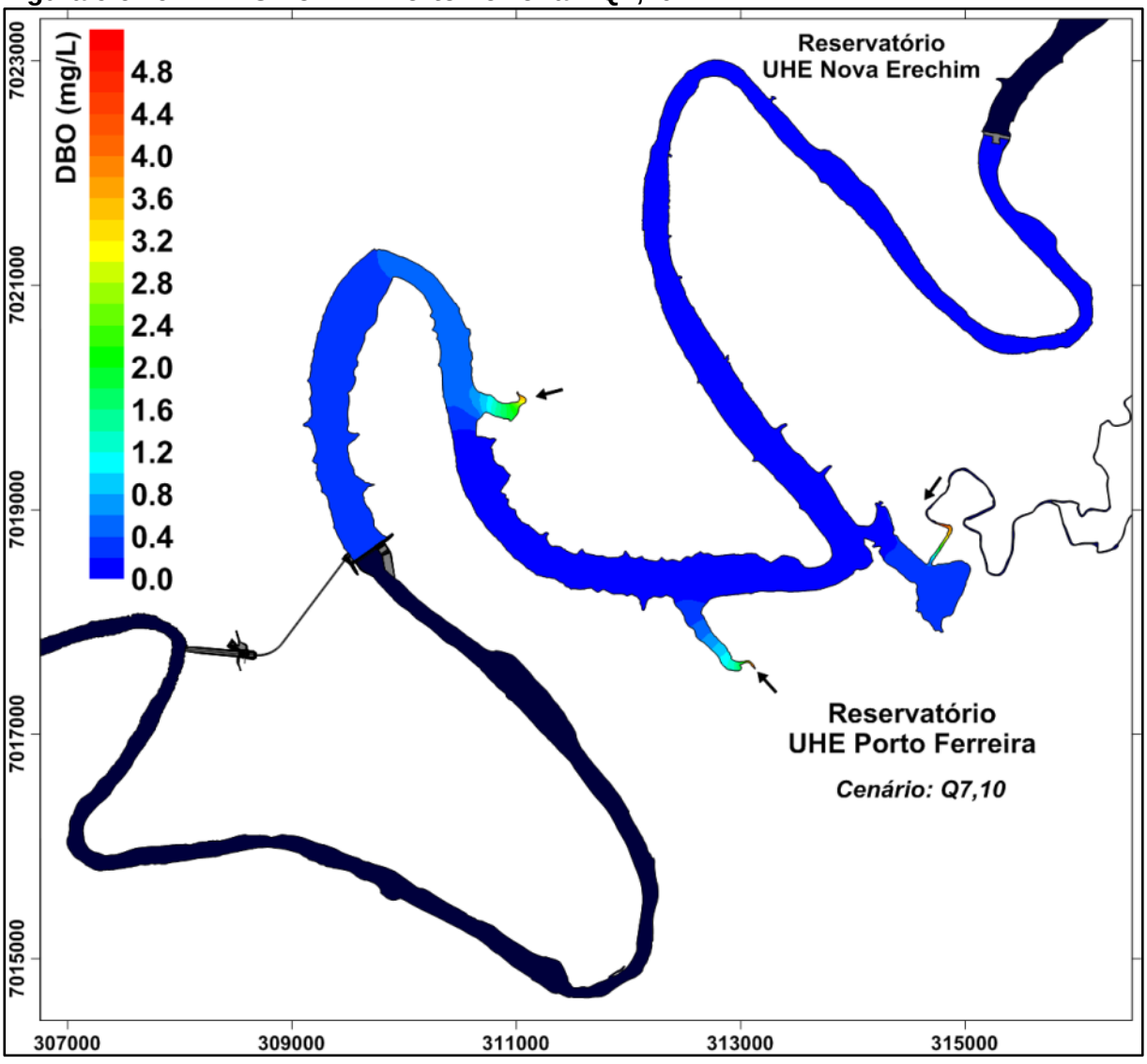


Figura 9.6.192 - DBO no AHE Porto Ferreira – Q7,10.



Assim como os resultados de outros reservatórios, as figuras a seguir mostram que as concentrações de nitrogênio orgânico no AHE Porto Ferreira ficam maiores na Qmlt chegando até 0,75 mg/L no curso principal do reservatório e na Q7,10 este valor cai a 0,5 mg/L. Na área próximo ao barramento, a concentração de nitrogênio orgânico cai a 0,5 mg/L na Qmlt e a 0,2 mg/L na Q7,10.

A amônia se mostrou maior na Q7,10 ao longo de toda a área de modelagem do AHE Porto Ferreira, com valor de até 0,9 mg/L no reservatório e 0,75 mg/L na região do barramento. Na Qmlt a concentração de amônia no reservatório e na região próximo ao barramento foi equivalente a 0,6 mg/L no mesmo local.

As concentrações de nitrato não apresentaram variações significavas entre os cenários, com exceção dos locais próximos aos tributários que tiveram

concentrações de até 1,3 mg/L. A concentração na área do barramento foi de aproximadamente 0,5 mg/L em ambos os cenários. Destaca-se que este valor é bastante distante do valor limite, 10 mg/L.

Figura 9.6.193 - Nitrogênio orgânico no AHE Porto Ferreira – Qmlt.

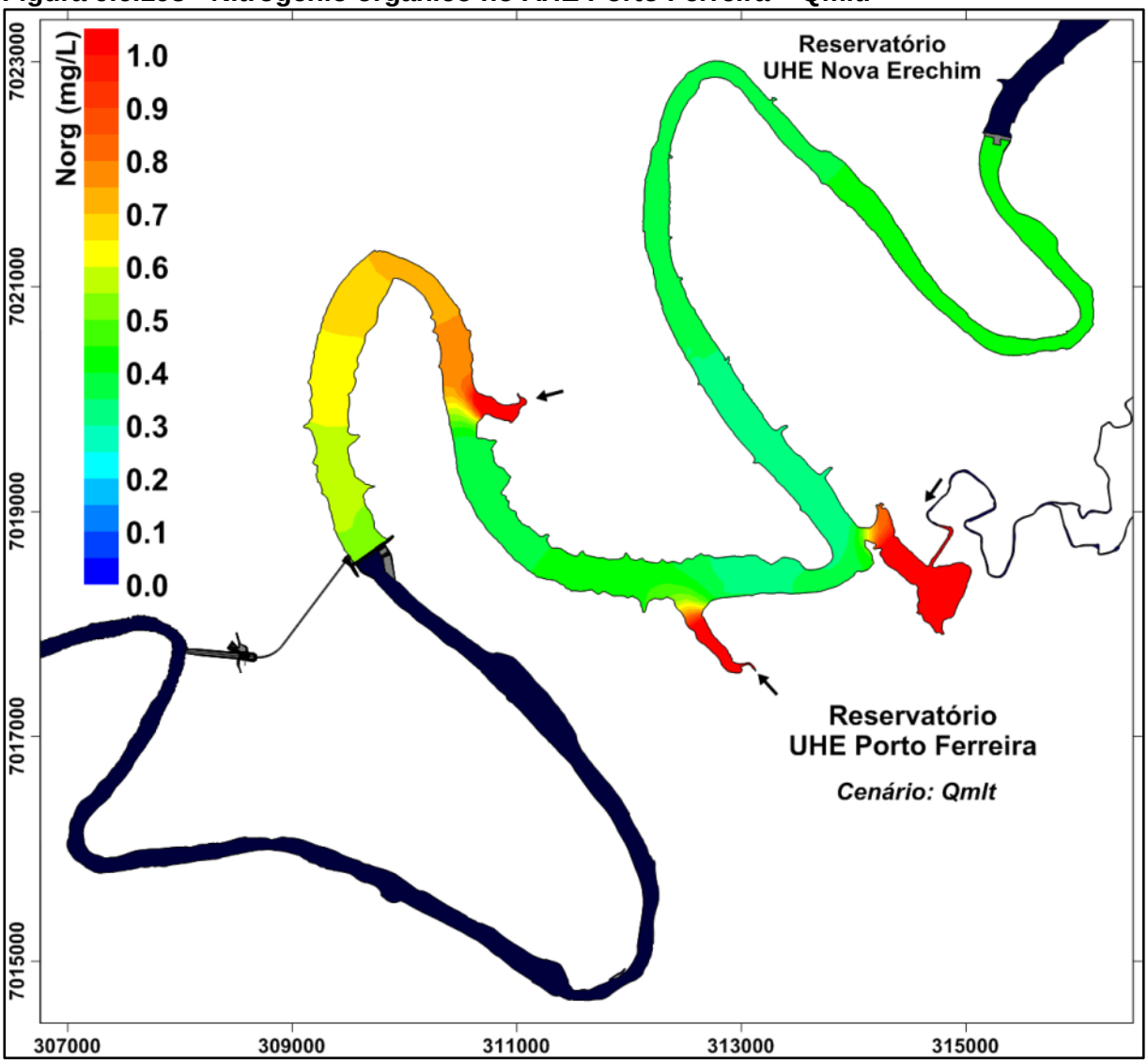


Figura 9.6.194 - Nitrogênio orgânico no AHE Porto Ferreira – Q7,10.

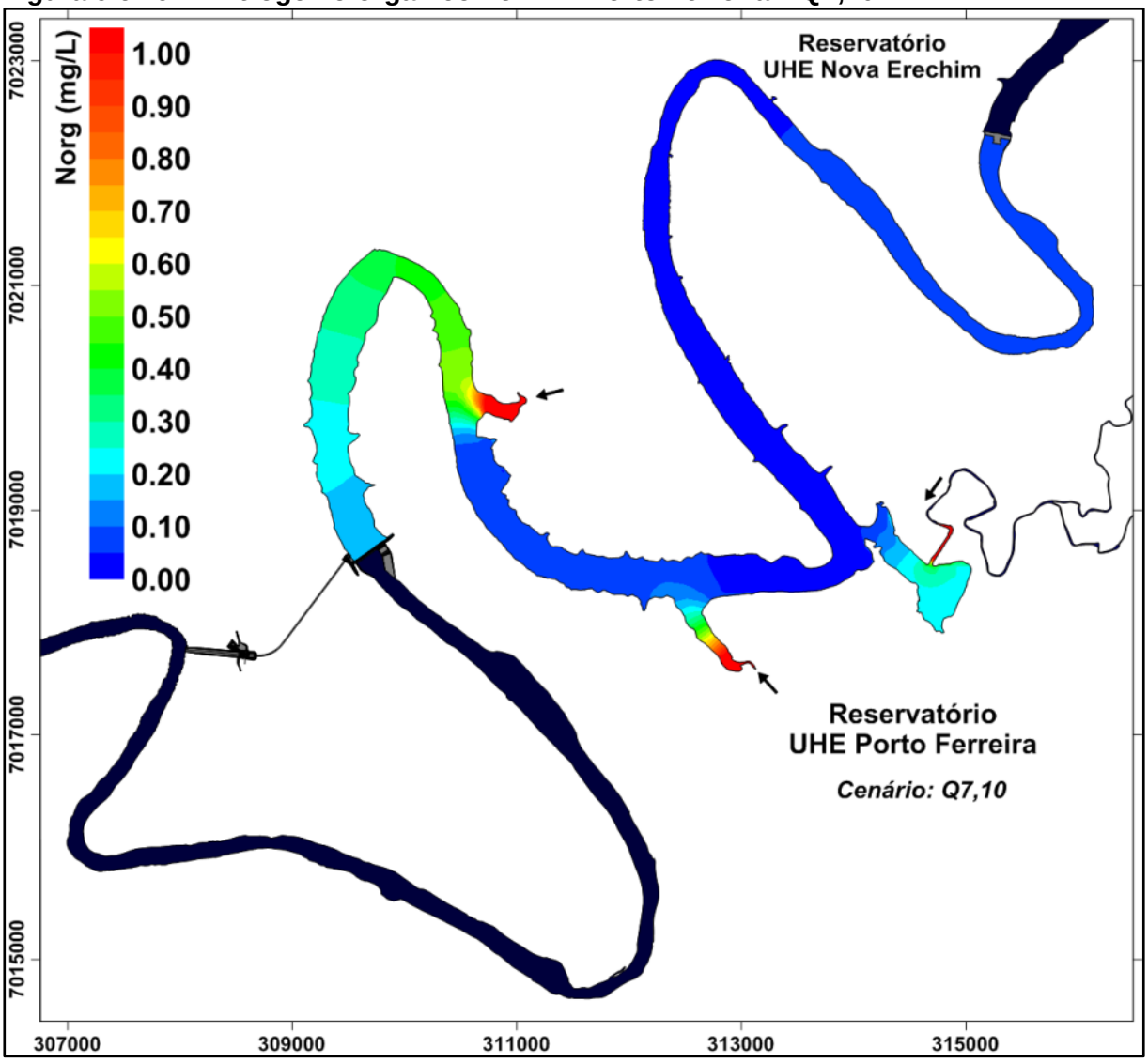


Figura 9.6.195 - Amônia no AHE Porto Ferreira – Qmlt.

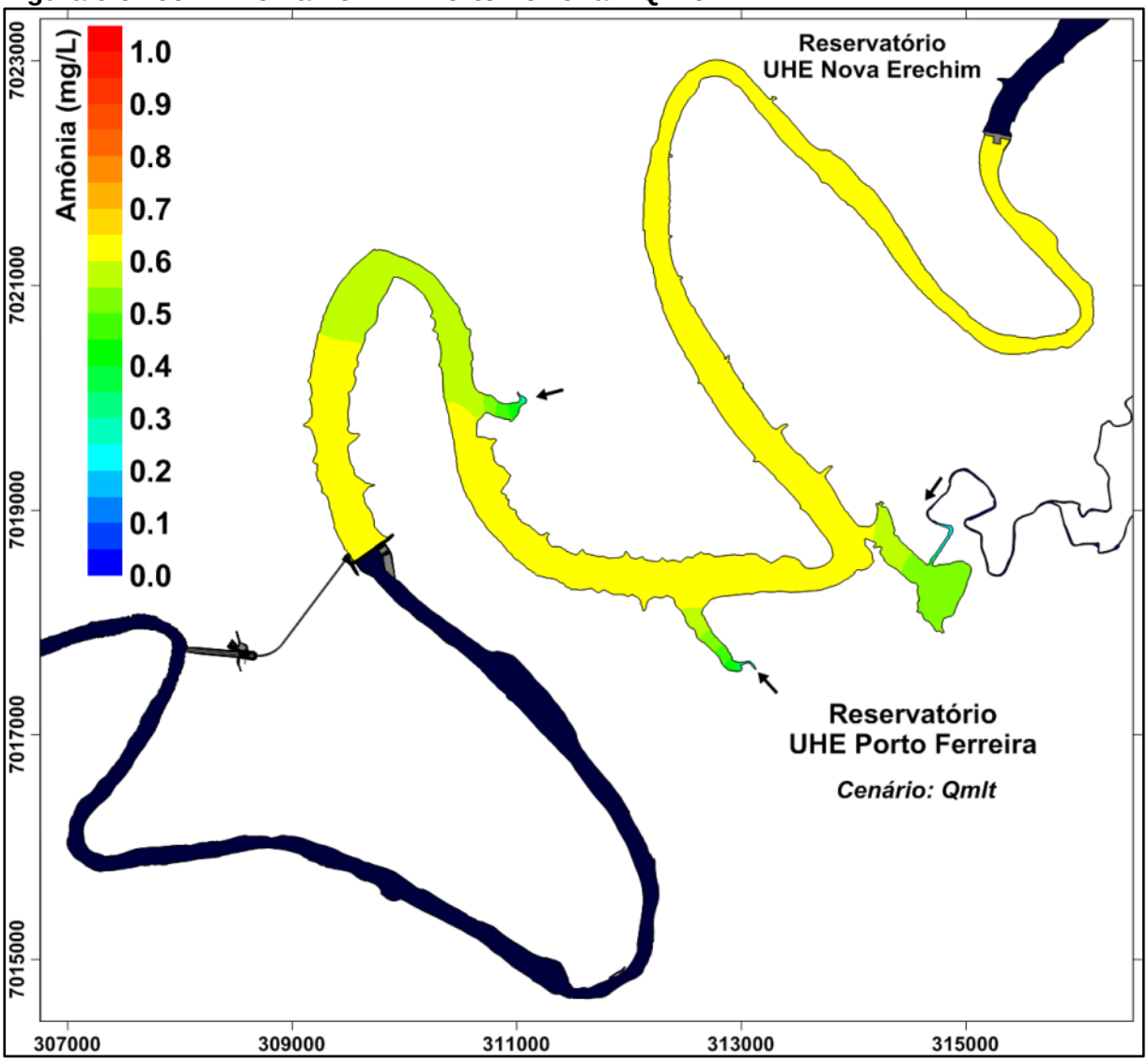


Figura 9.6.196 - Amônia no AHE Porto Ferreira – Q7,10.

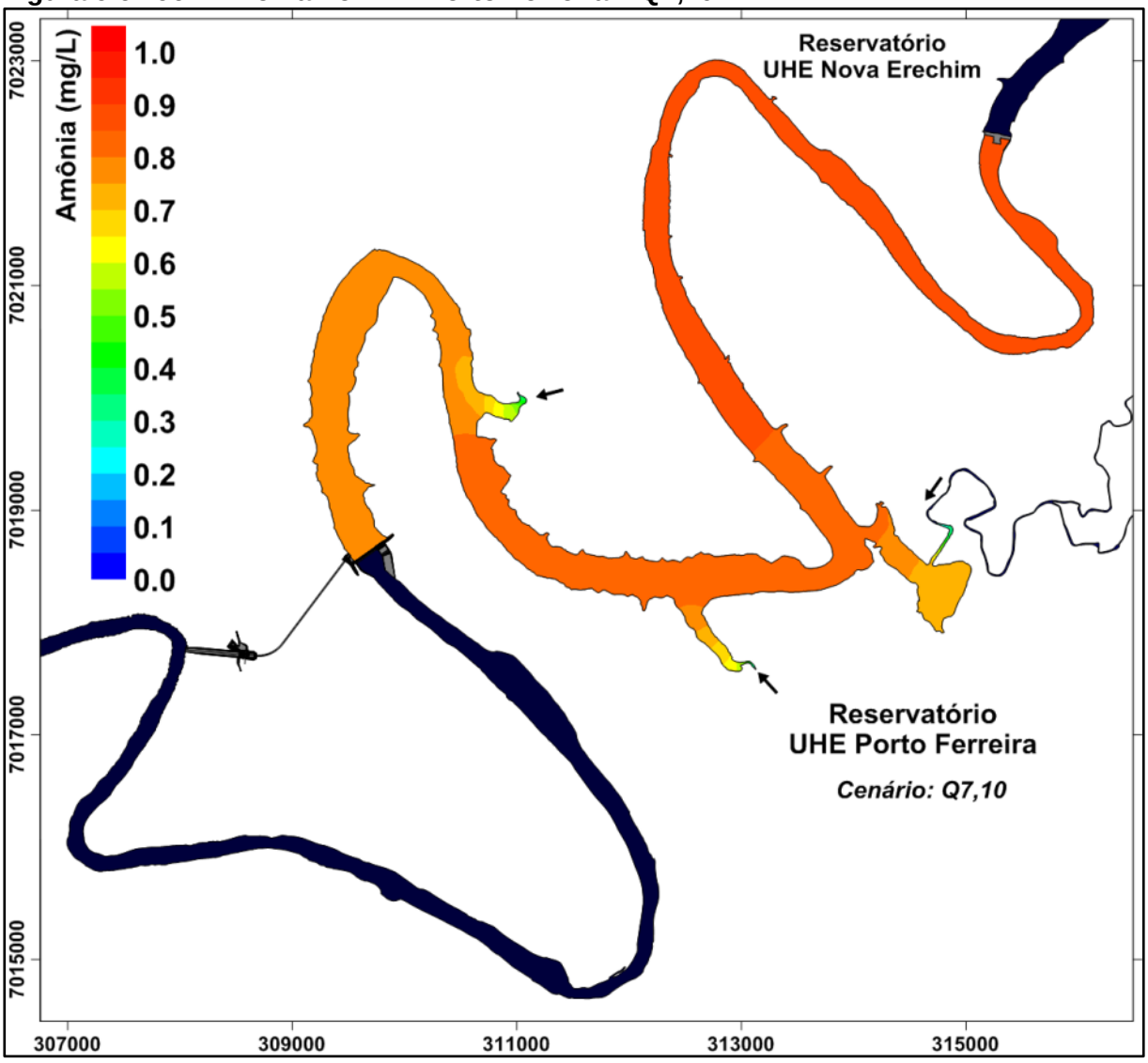


Figura 9.6.197 - Nitrato no AHE Porto Ferreira – Qmlt.

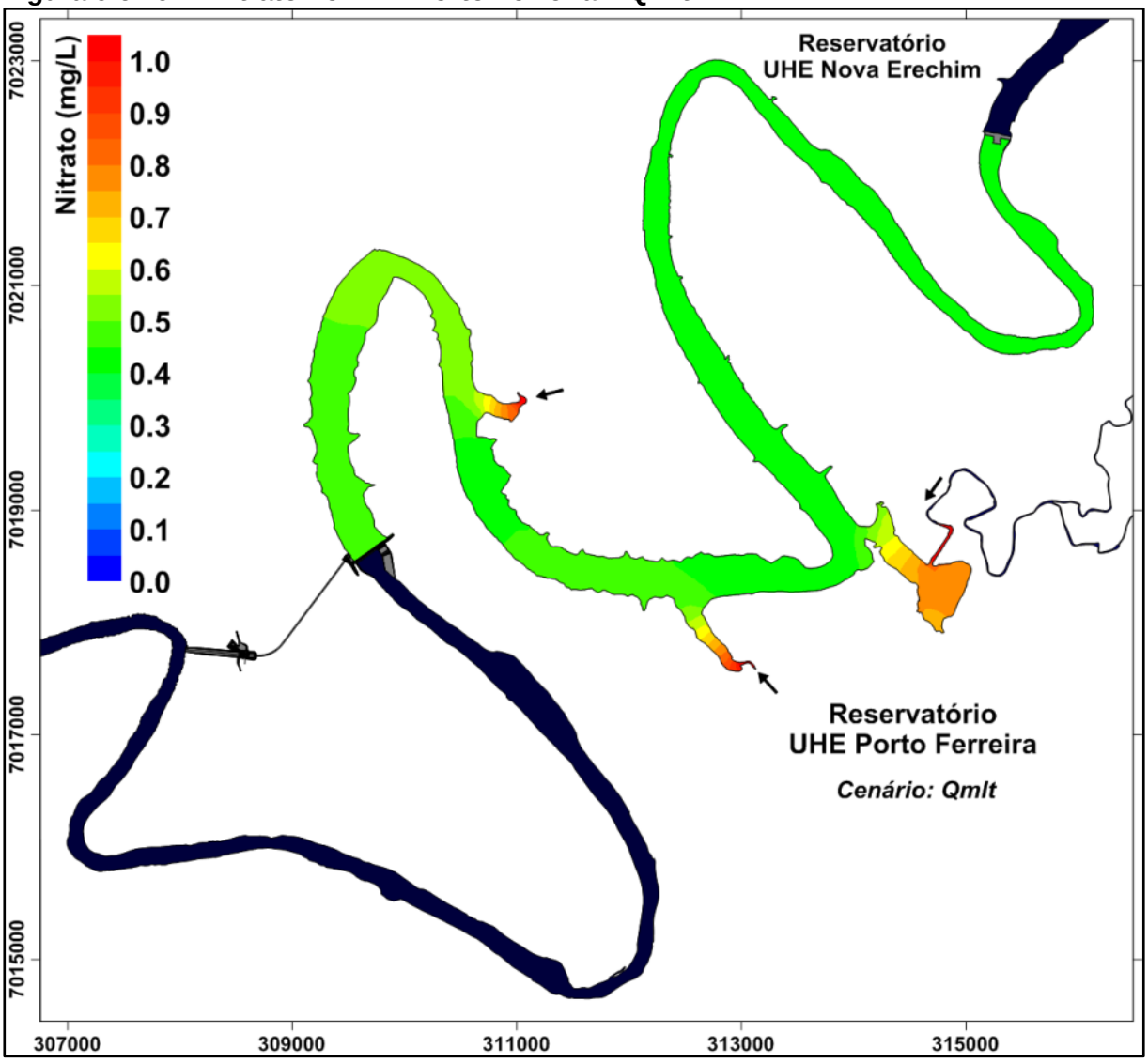
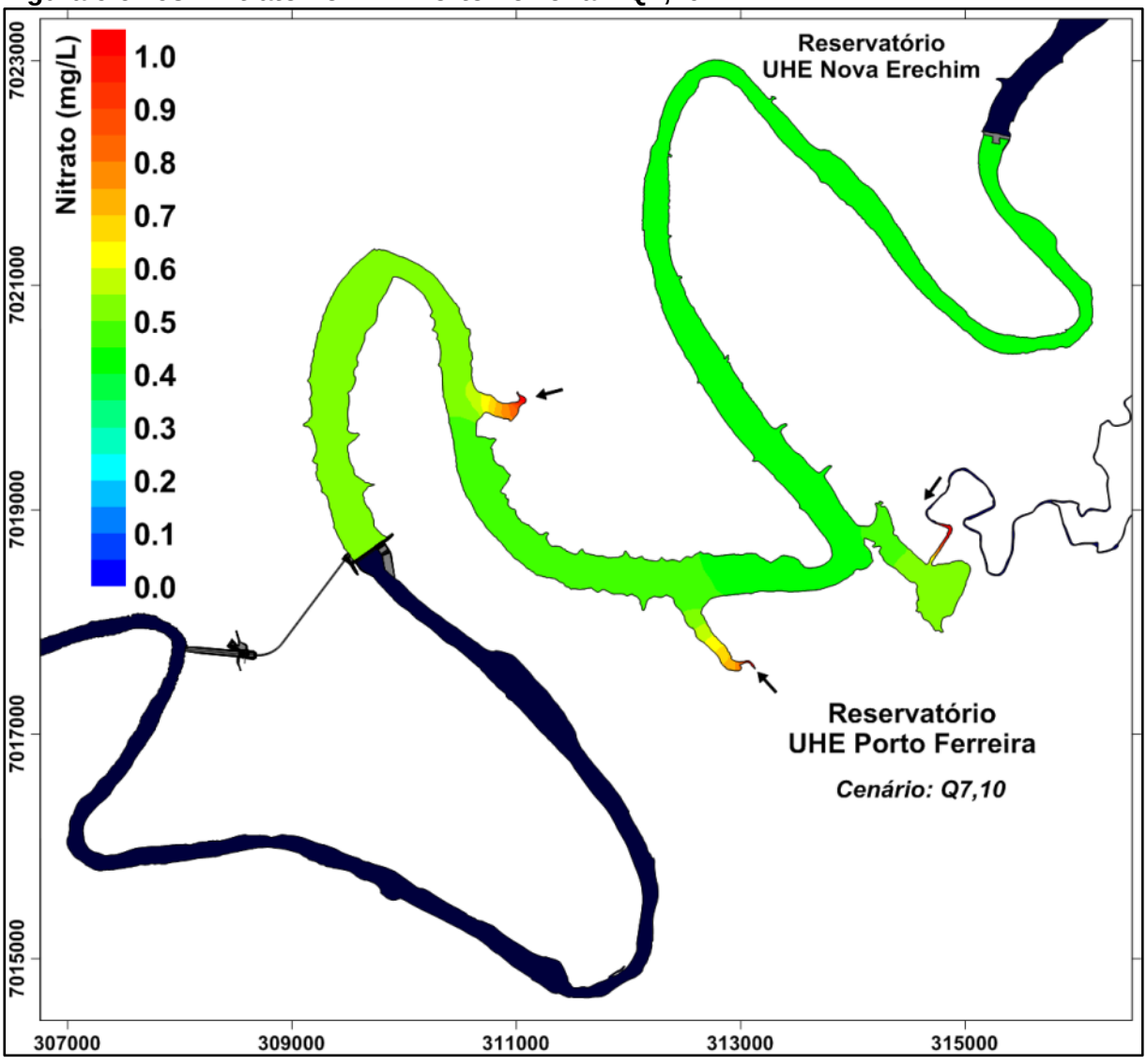


Figura 9.6.198 - Nitrato no AHE Porto Ferreira – Q7,10.



A seguir estão apresentadas as figuras referentes às concentrações de fósforo orgânico e inorgânico. A concentração de fósforo orgânico na saída do AHE Nova Erechim foi 0,172 mg/L na Qmlt e 0,024 mg/L na Q7,10 enquanto que as concentrações dos tributários chegaram a 2 mg/L, o que fez aumentar a concentração de fósforo orgânico. Assim como apresentados em outros empreendimentos, o fósforo orgânico se mostro superior na Qmlt, chegando até 0,34 mg/L logo após a foz de um dos tributários e decaindo a 0,2 mg/L na região do barramento. Na Q7,10 a concentração cai de 0,28 mg/L próximo a foz de um dos tributários para 0,06 mg/L na região do barramento.

Diferentemente dos demais empreendimentos, a concentração de fósforo inorgânico na região do barramento foi superior na Qmlt, chegando a 0,096 mg/L,

enquanto que na Q7,10 a concentração foi 0,069 mg/L na área próximo ao barramento.

Figura 9.6.199 - Fósforo orgânico no AHE Porto Ferreira – Qmlt.

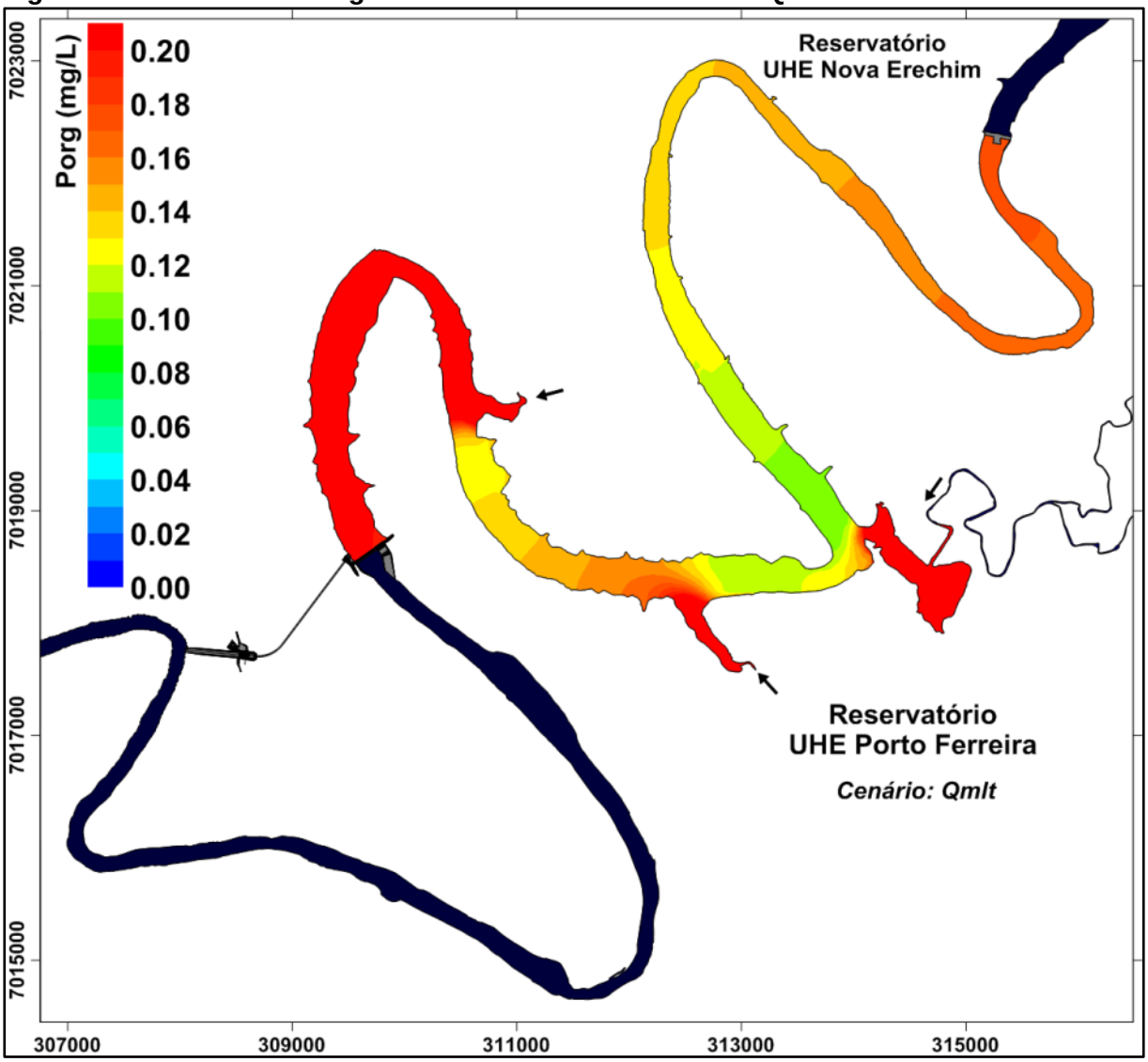


Figura 9.6.200 - Fósforo orgânico no AHE Porto Ferreira – Q7,10.

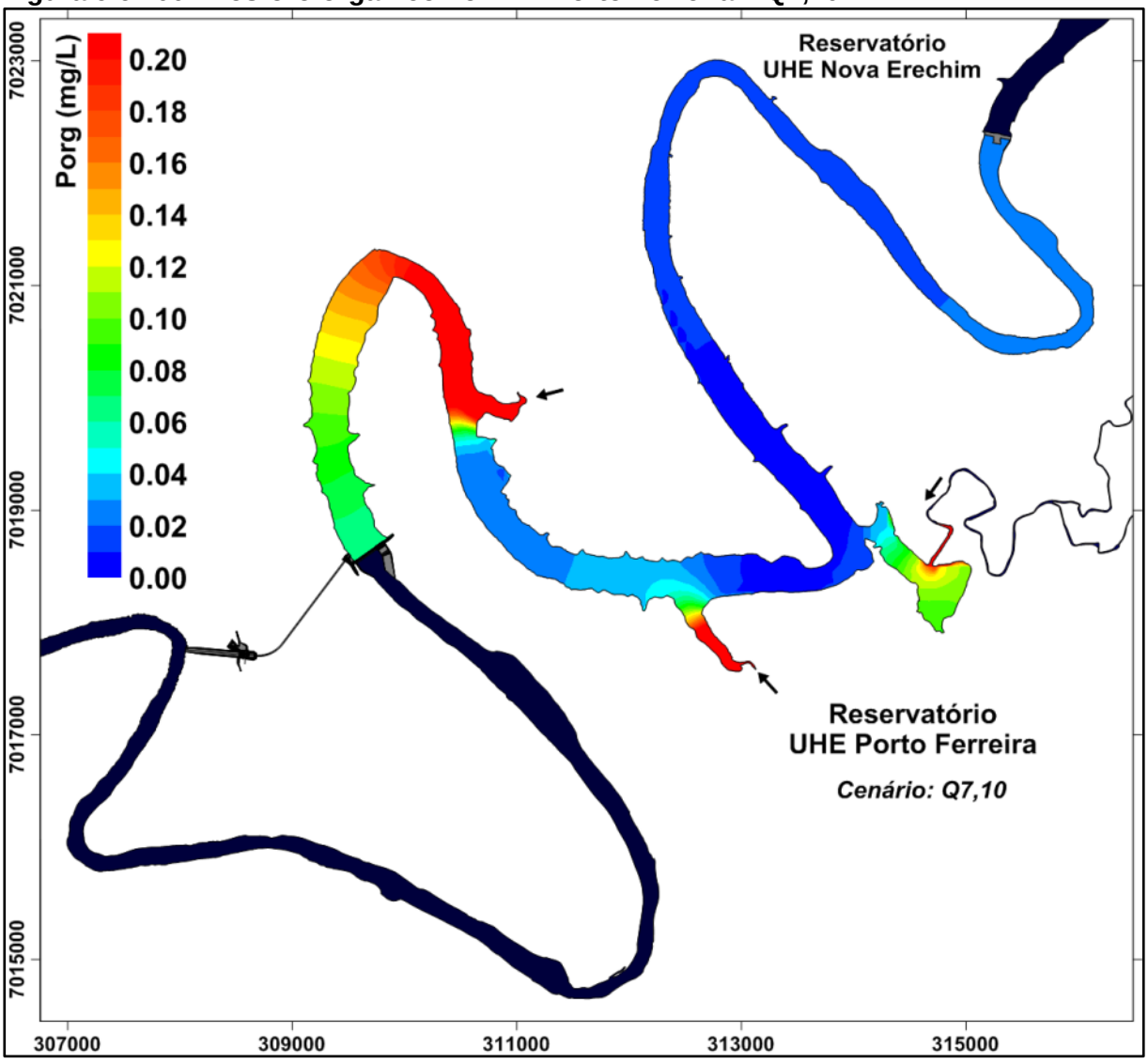


Figura 9.6.201 - Fósforo inorgânico no AHE Porto Ferreira – Qmlt.

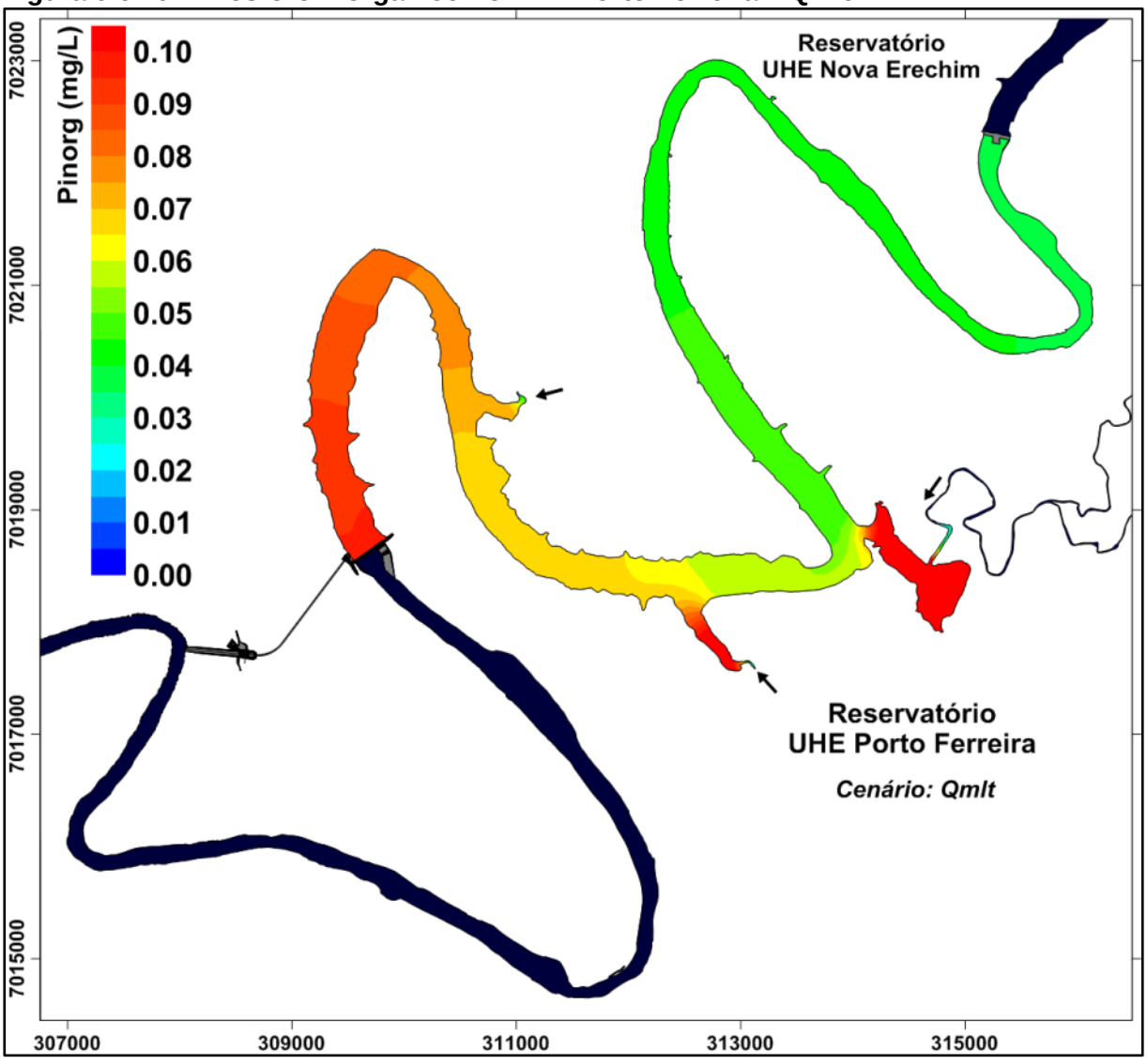
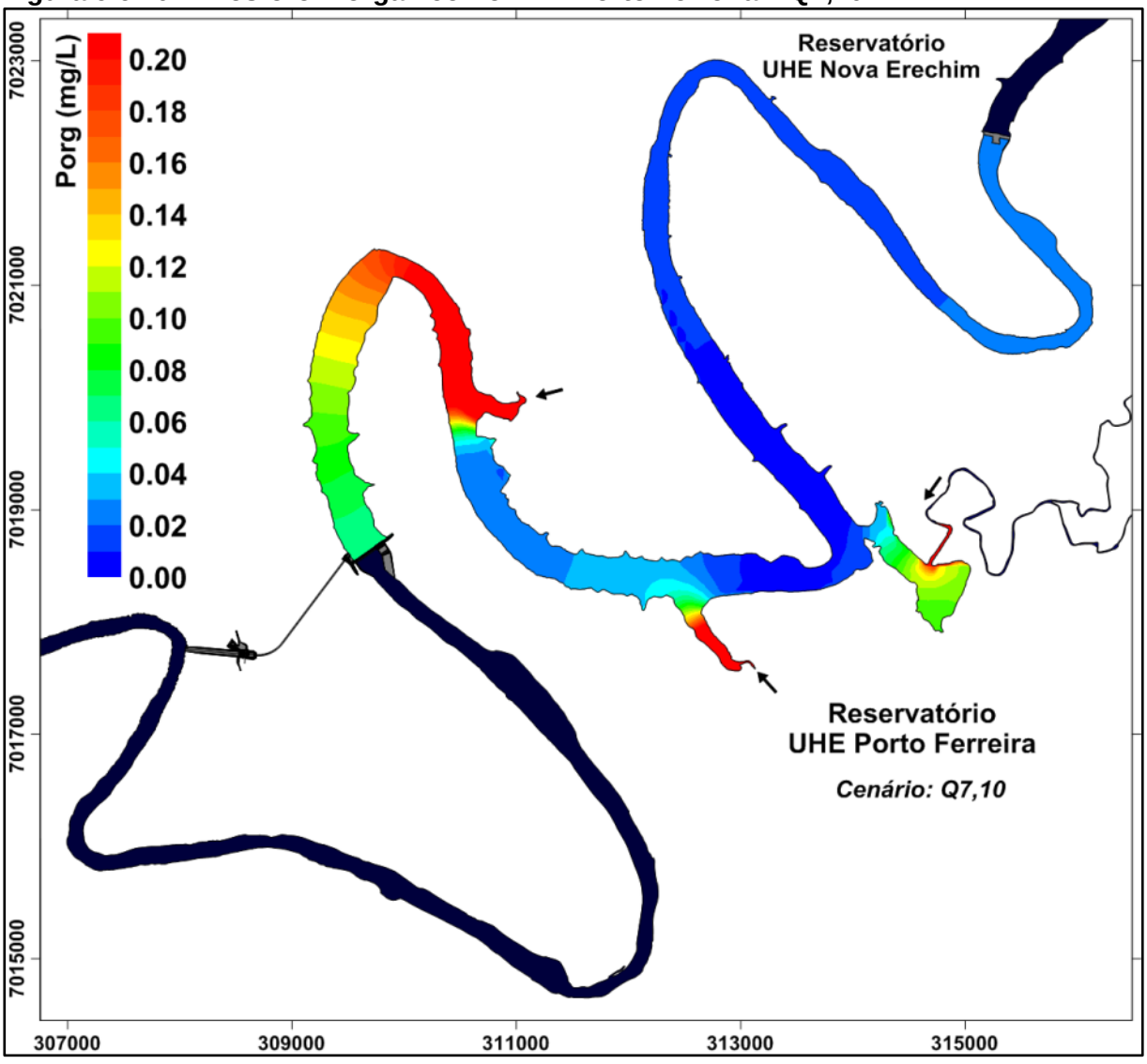


Figura 9.6.202 - Fósforo inorgânico no AHE Porto Ferreira – Q7,10.



9.6.3.9 AHE Águas de Chapecó

As figuras a seguir apresentam a concentração de OD e DBO na área de modelagem do AHE Águas de Chapecó. A concentração de OD cai ligeiramente à medida que se aproxima do barramento, chegando a 7,6 mg/L na Qmlt e a 6,3 mg/L na Q7,10.

A concentração de saída de DBO do AHE Porto Ferreira foi equivalente a 1,1 mg/L na Qmlt e 0,2 mg/L na Q7,10 enquanto que a concentração de DBO imposta nos tributários foi 5 mg/L, fazendo aumentar a DBO ao longo do curso principal, chegando a 1,4 mg/L na Qmlt e até 3,2 mg/L na Q7,10. À medida que a matéria orgânica é consumida ao longo do reservatório a concentração de DBO cai,

chegando a 1,1 mg/L na Qmlt e 0,2 mg/L na Q7,10 na região próxima ao barramento.

Figura 9.6.203 - OD no AHE Águas de Chapecó – Qmlt.

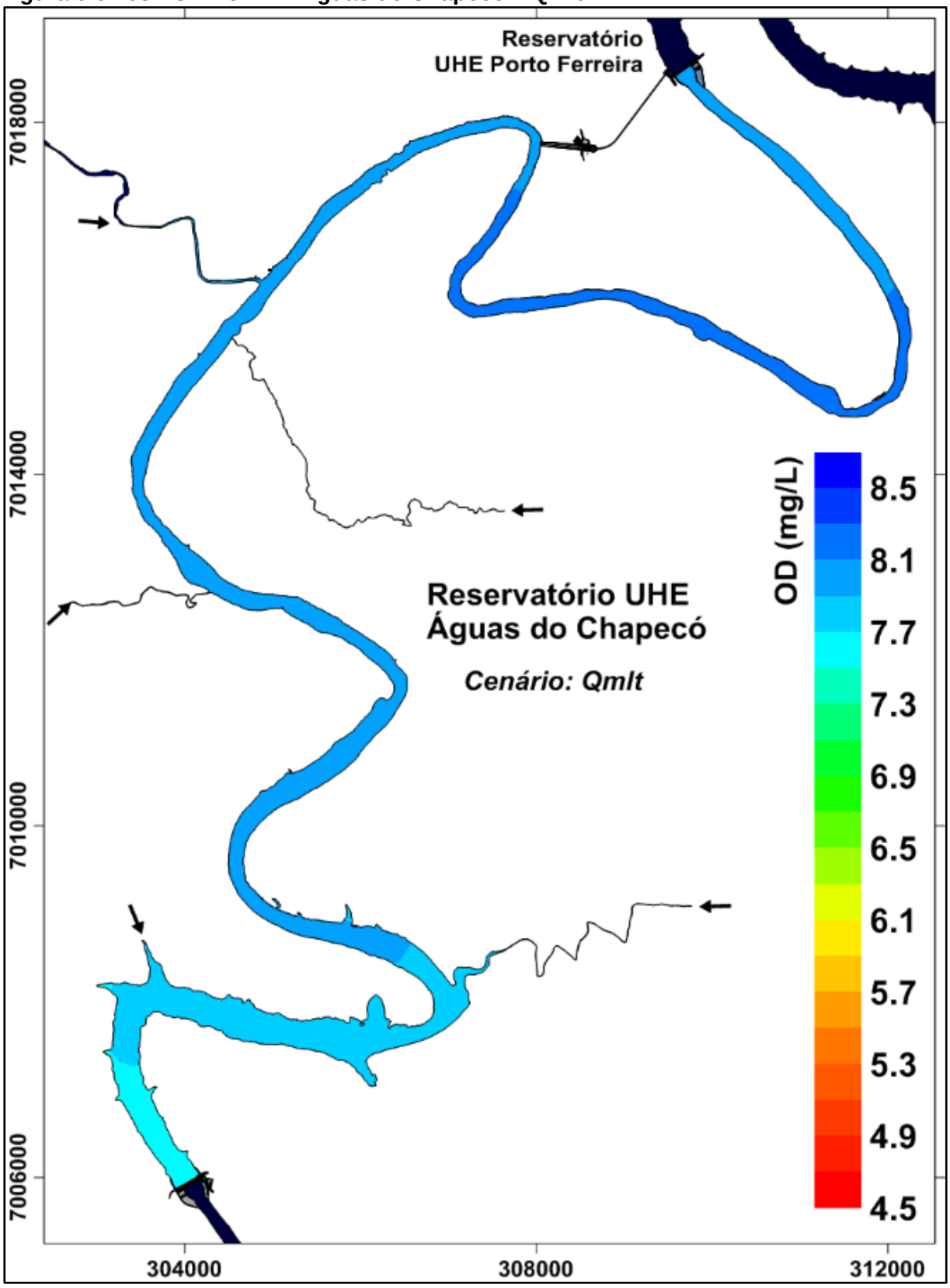


Figura 9.6.204 - OD no AHE Águas de Chapecó – Q7,10.

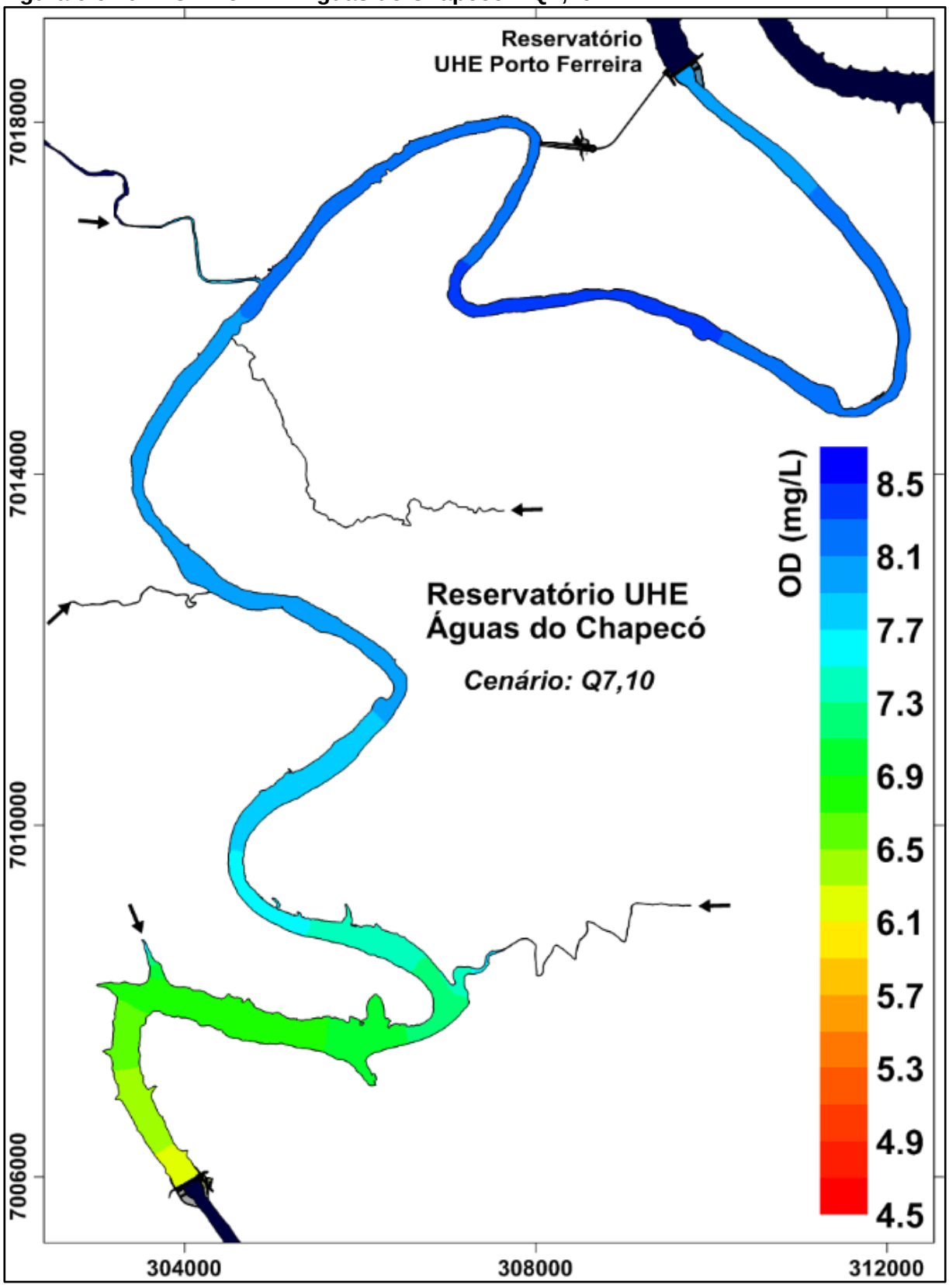


Figura 9.6.205 - DBO no AHE Águas de Chapecó – Qmlt.

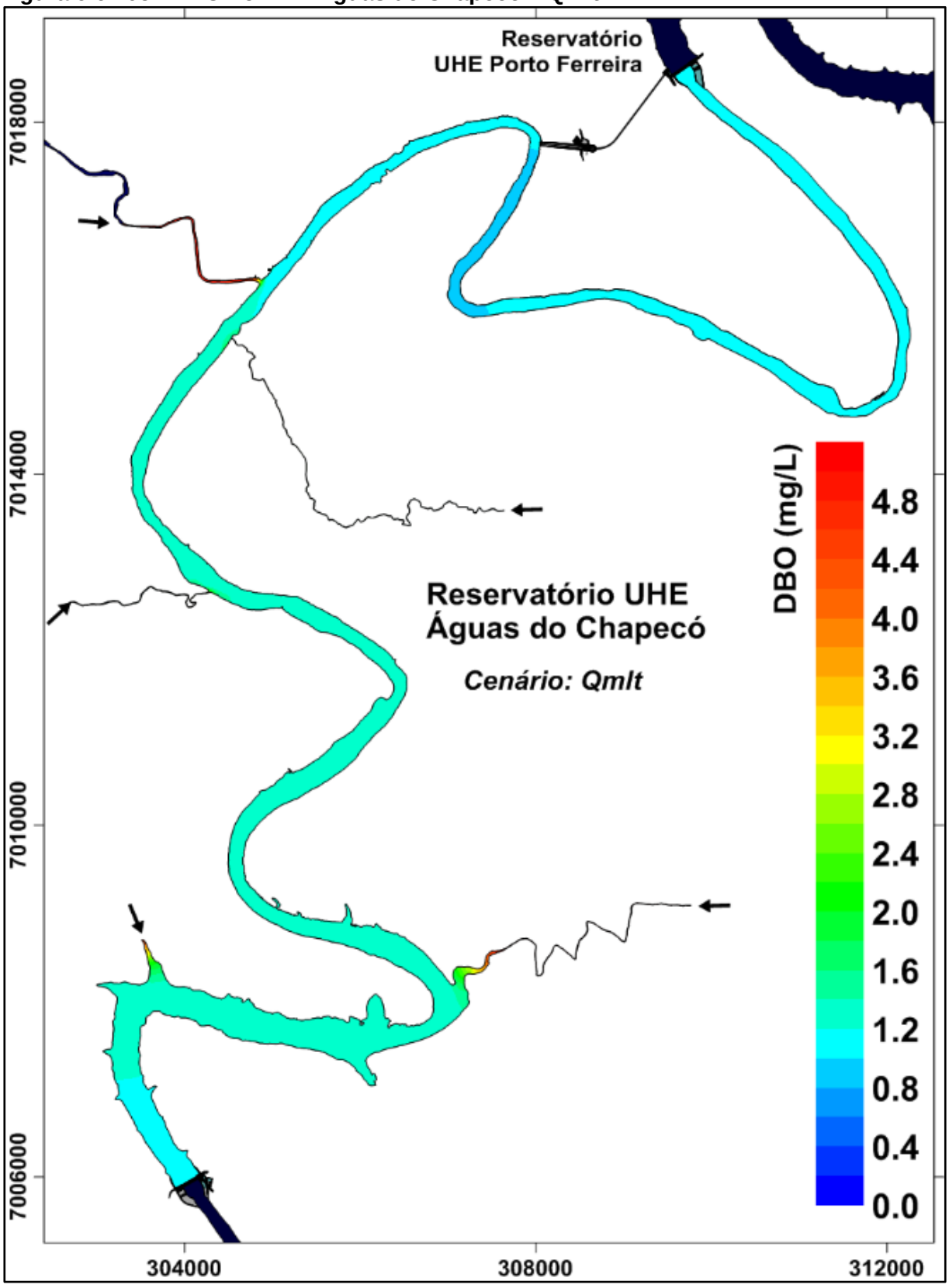
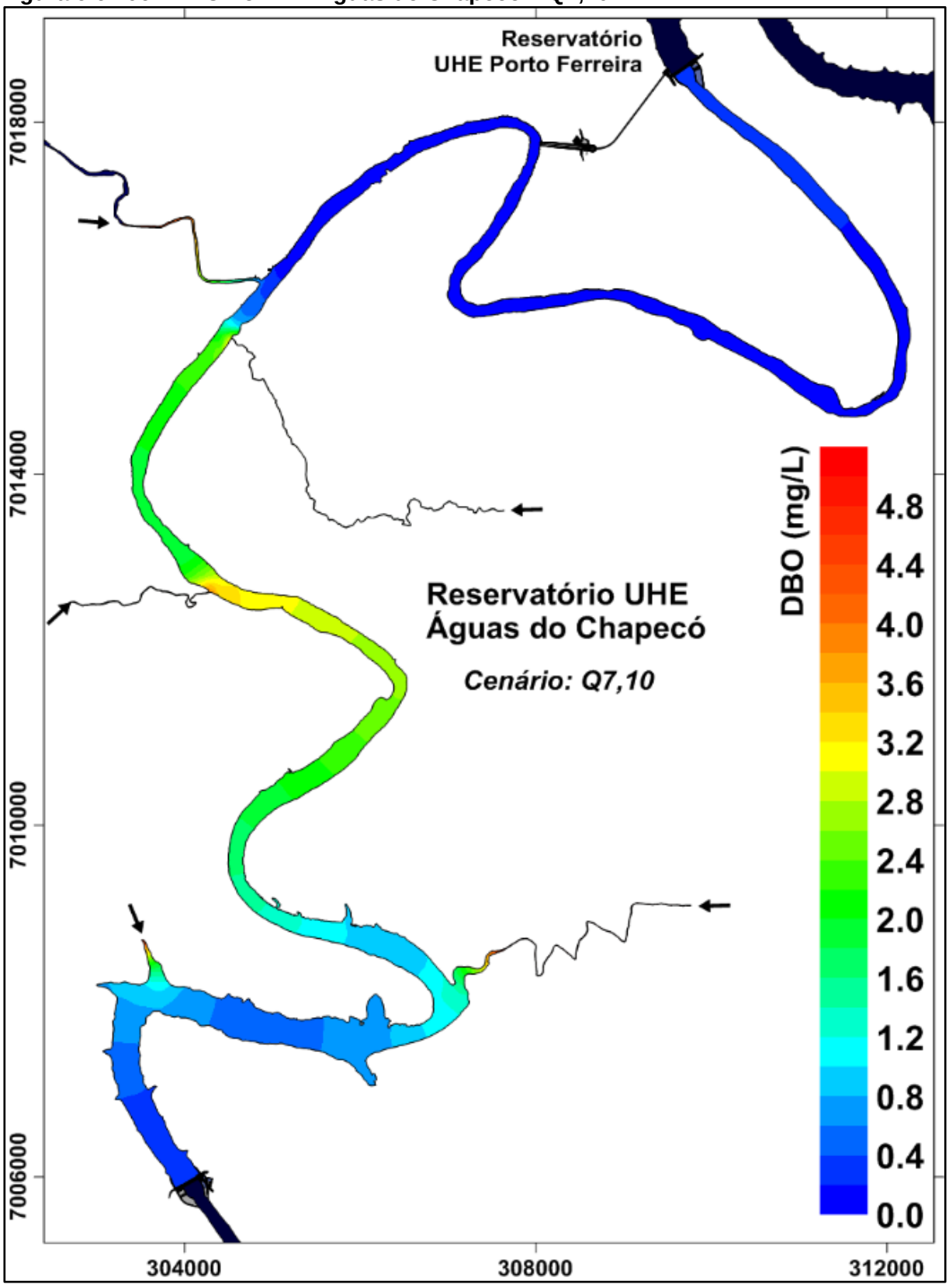


Figura 9.6.206 - DBO no AHE Águas de Chapecó – Q7,10.



Assim como os resultados de outros reservatórios, as figuras a seguir mostram que as concentrações de nitrogênio orgânico próximo ao barramento do AHE Águas de Chapecó ficam maiores na Qmlt e menores na Q7,10, com valores de 0,7 mg/L na Qmlt e 0,3 mg/L na Q7,10. Entretanto, os maiores valores de nitrogênio orgânico na área do reservatório foram observados na Q7,10, chegando até aproximadamente 2,7 mg/L logo a jusante da foz de um dos tributários. Este comportamento deve-se às elevadas concentrações impostas aos tributários, que chegaram a 5 mg/L.

A concentração de amônia no AHE Águas de Chapecó não sofreu grande influência das cargas dos tributários, pois as concentrações de amônia impostas nos tributários foram de aproximadamente 0,7 mg/L, valor bastante próximo à condição do curso principal. Assim como nos demais reservatórios, amônia também se mostrou maior na Q7,10, com valor de até 0,8 mg/L no barramento, e menor na Qmlt, 0,6 mg/L no mesmo local.

Diferentemente dos outros reservatórios, no AHE Águas de Chapecó foram observadas variações significativas de nitrato devido às elevadas concentrações nos tributários, que chegaram a 2 mg/L. Entretanto, na região do barramento as concentrações de nitrato foram semelhantes nos dois cenários, 0,6 mg/L.

Figura 9.6.207 - Nitrogênio orgânico no AHE Águas de Chapecó – Qmlt.

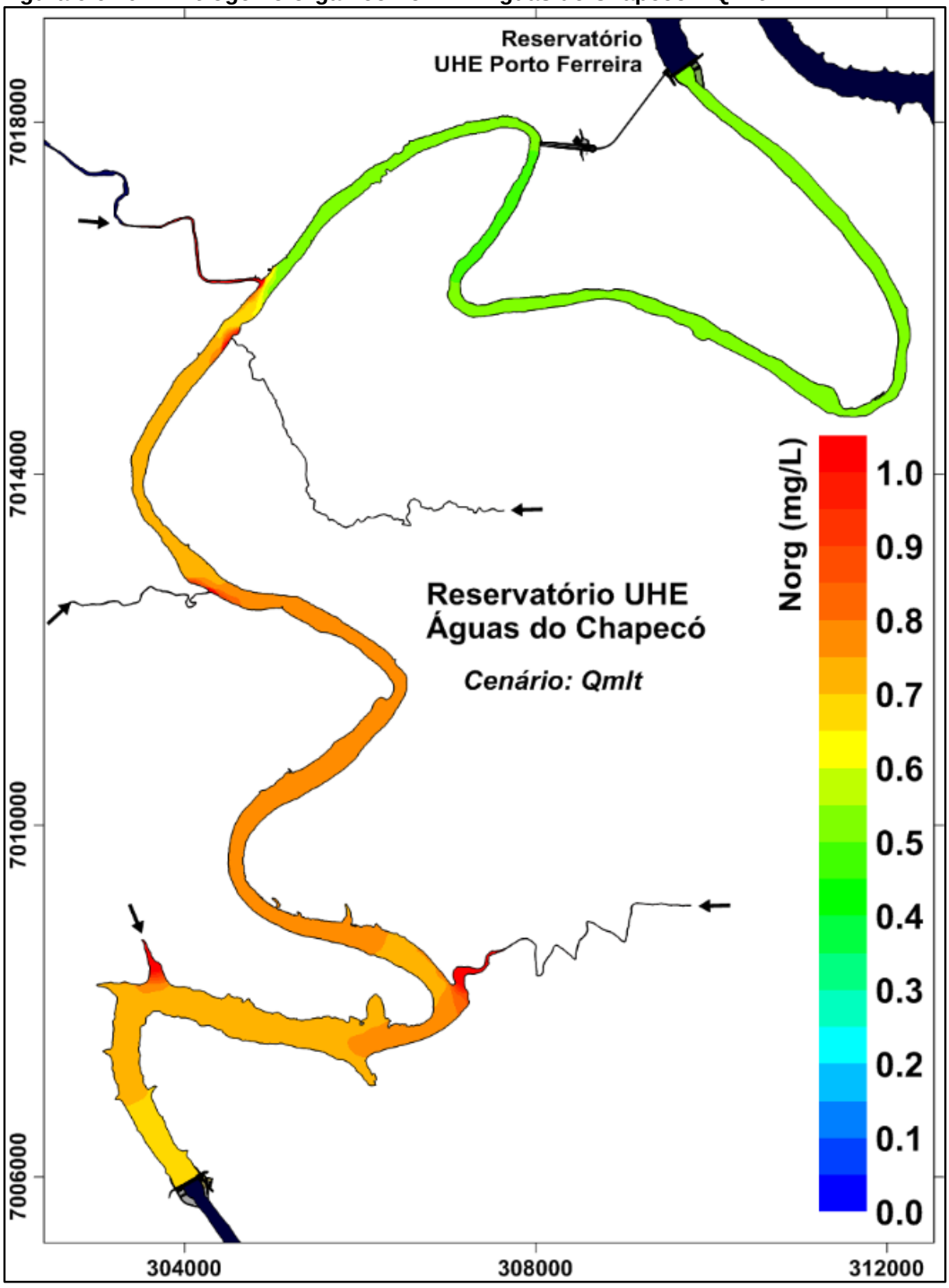


Figura 9.6.208 - Nitrogênio orgânico no AHE Águas de Chapecó – Q7,10.

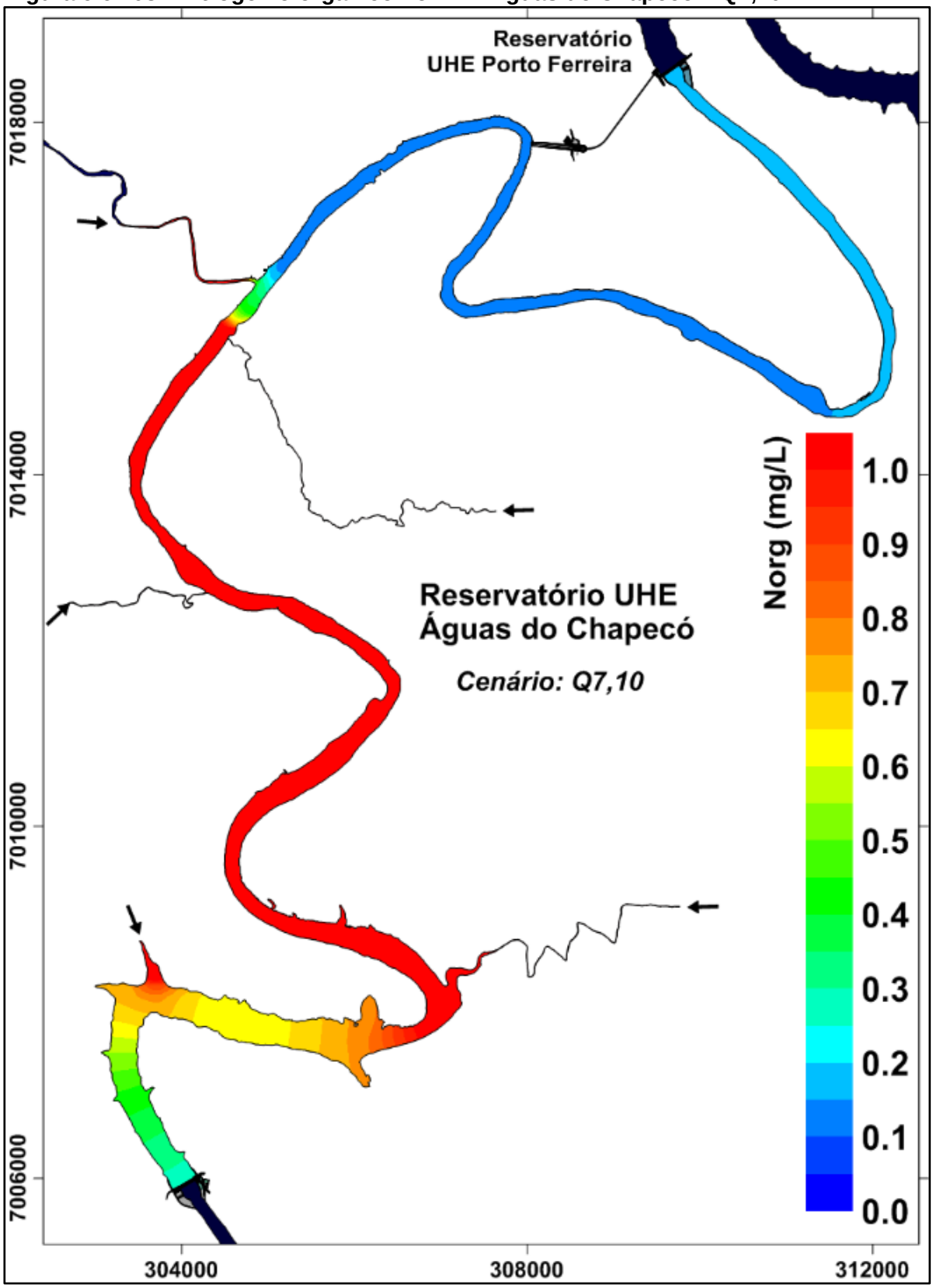


Figura 9.6.209 - Amônia no AHE Águas de Chapecó – Qmlt.

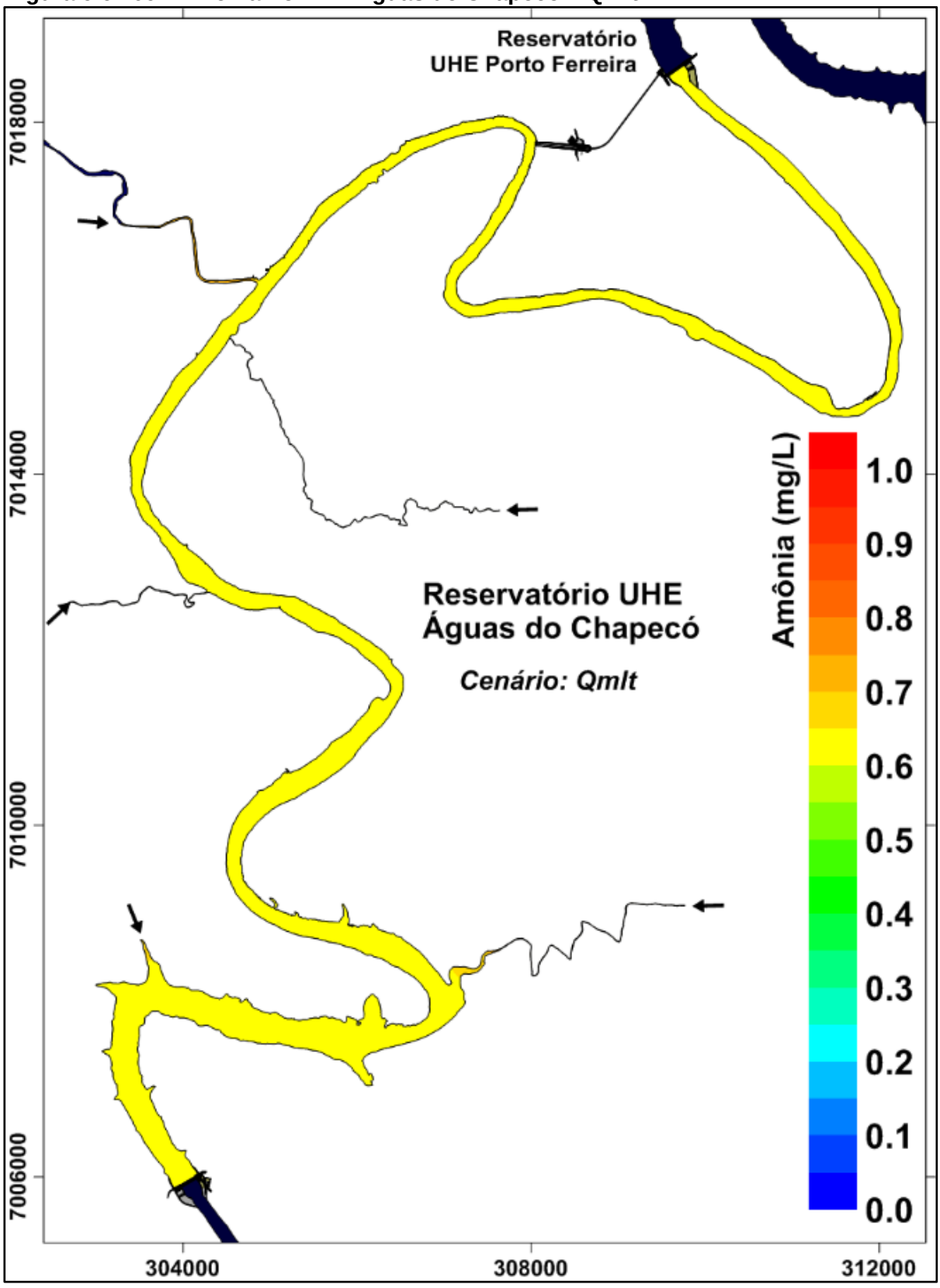


Figura 9.6.210 - Amônia no AHE Águas de Chapecó – Q7,10.

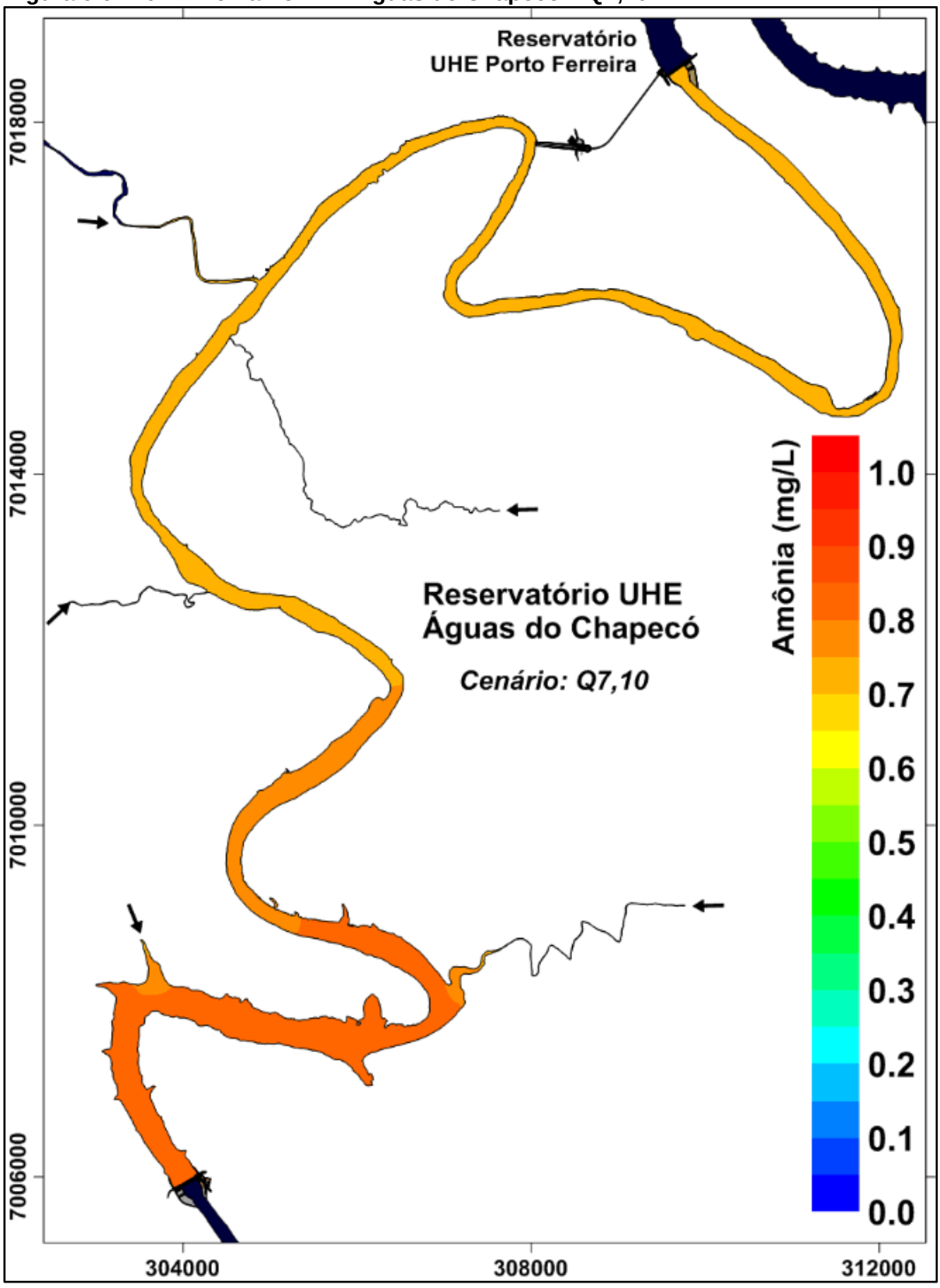


Figura 9.6.211 - Nitrato no AHE Águas de Chapecó – Qmlt.

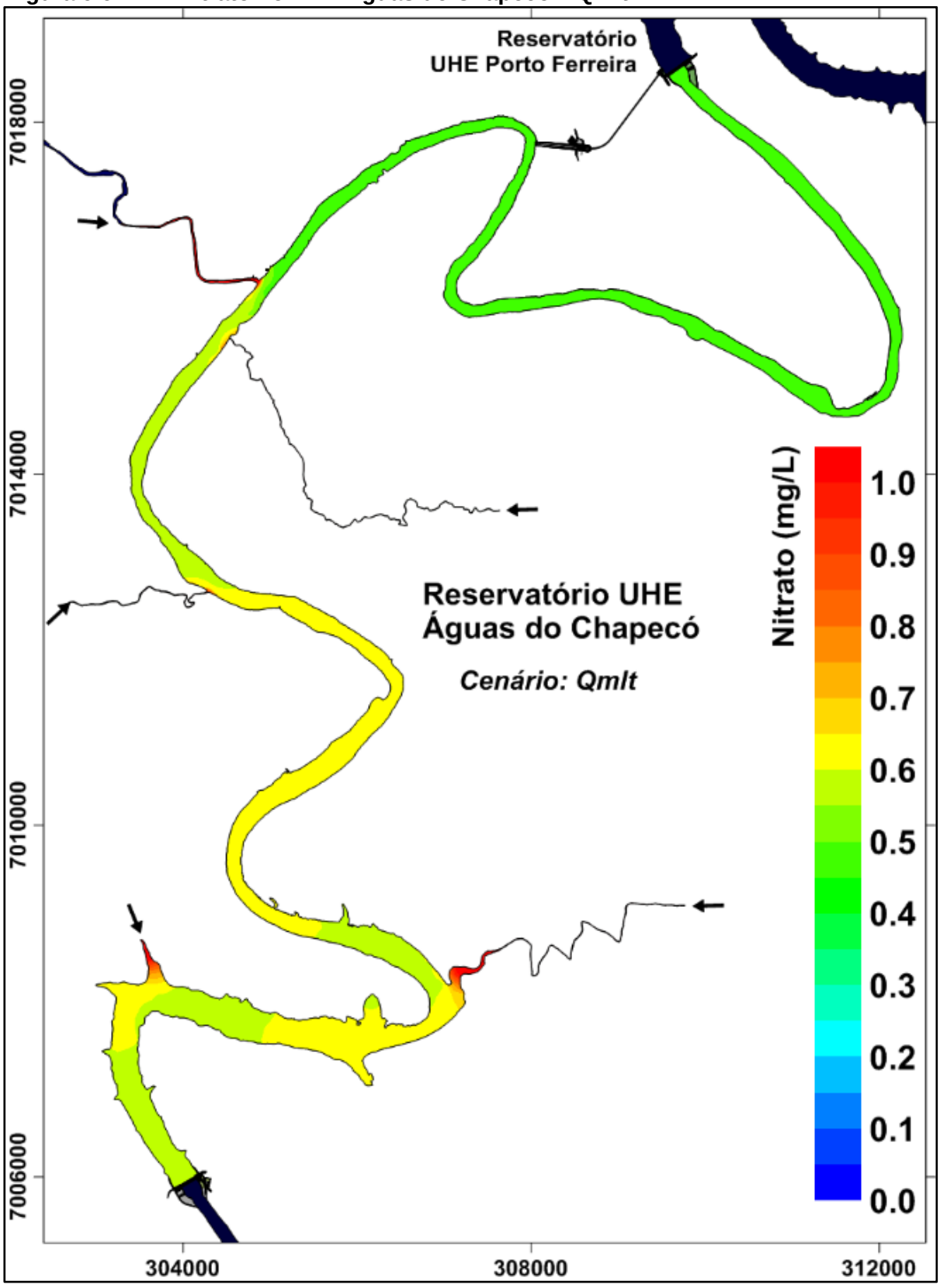
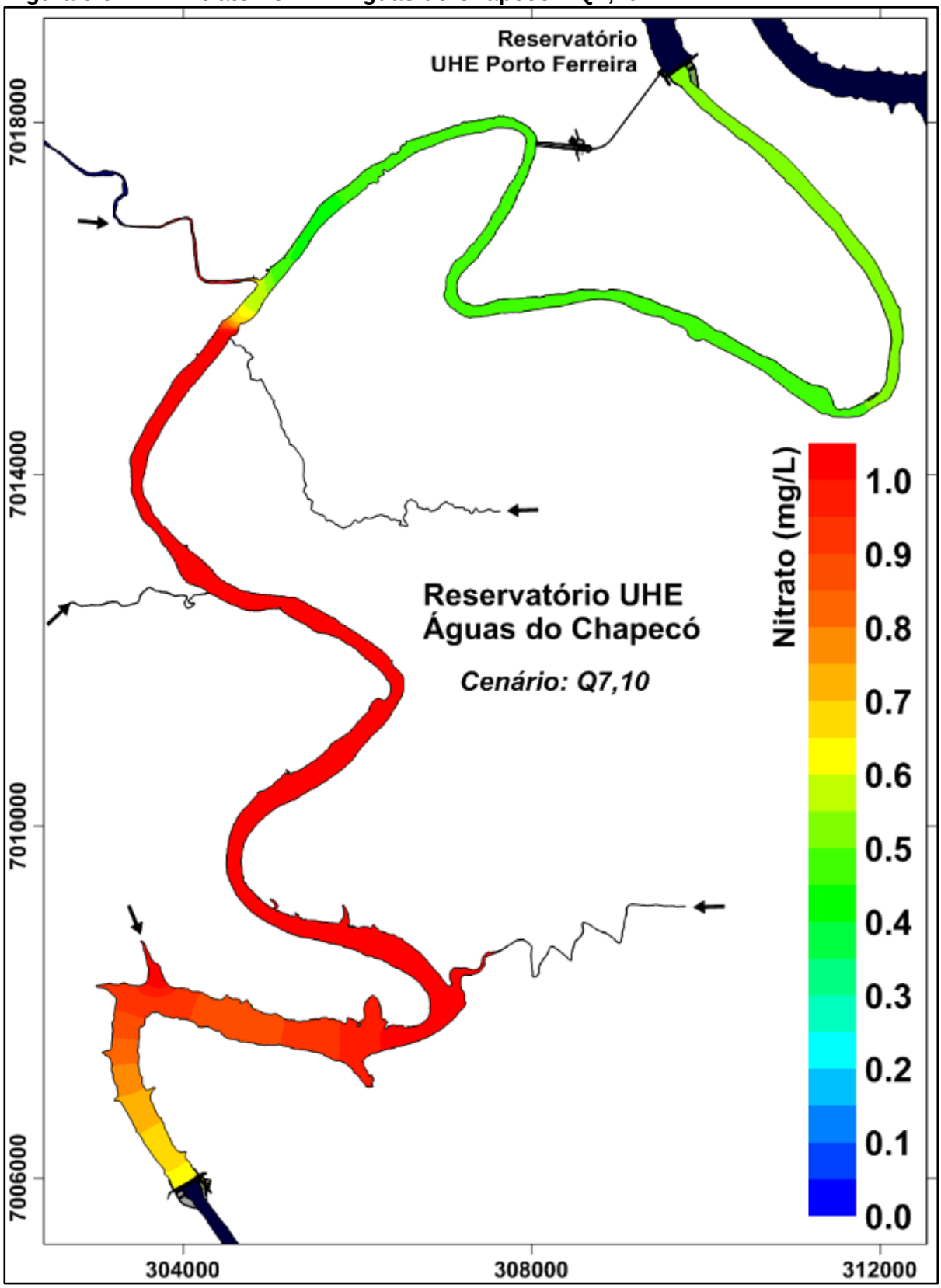


Figura 9.6.212 - Nitrato no AHE Águas de Chapecó – Q7,10.



A seguir estão apresentadas as figuras do fósforo orgânico e inorgânico. A concentração de fósforo orgânico na saída do AHE Porto Ferreira foi 0,2 mg/L na Qmlt e 0,06 mg/L na Q7,10 enquanto que as concentrações dos tributários chegaram a 3,5 mg/L, o que fez aumentar a concentração de fósforo orgânico principalmente na Q7,10, chegando a 2 mg/L no curso principal. Assim como apresentados em outros empreendimentos, o fósforo orgânico foi um pouco superior na Qmlt na região ao barramento, chegando a 0,34mg/L no barramento, enquanto que na Q7,10 a concentração cai para 0,01 mg/L.

Enquanto que os tributários tiveram efeito negativo para o fósforo orgânico, fazendo aumentar suas concentrações, os tributários tiveram efeito de minimizar as concentrações de fósforo inorgânico uma vez que as concentrações dos tributários foram de 0,02 mg/L e a condição do rio foi equivalente a 0,096 mg/L na Qmlt e 0,069 mg/L na Q7,10. Observa-se que o aumento do fósforo acontece gradativamente ao longo reservatório devido à transformação do fósforo orgânico em fósforo inorgânico. Assim como nos demais empreendimentos, a concentração de fósforo inorgânico foi mais elevada na Q7,10 principalmente próximo ao barramento, chegando a 0,44 mg/L enquanto que na Qmlt a concentração observada nesta região é 0,15 mg/L.

Figura 9.6.213 - Fósforo orgânico no AHE Águas de Chapecó – Qmlt.

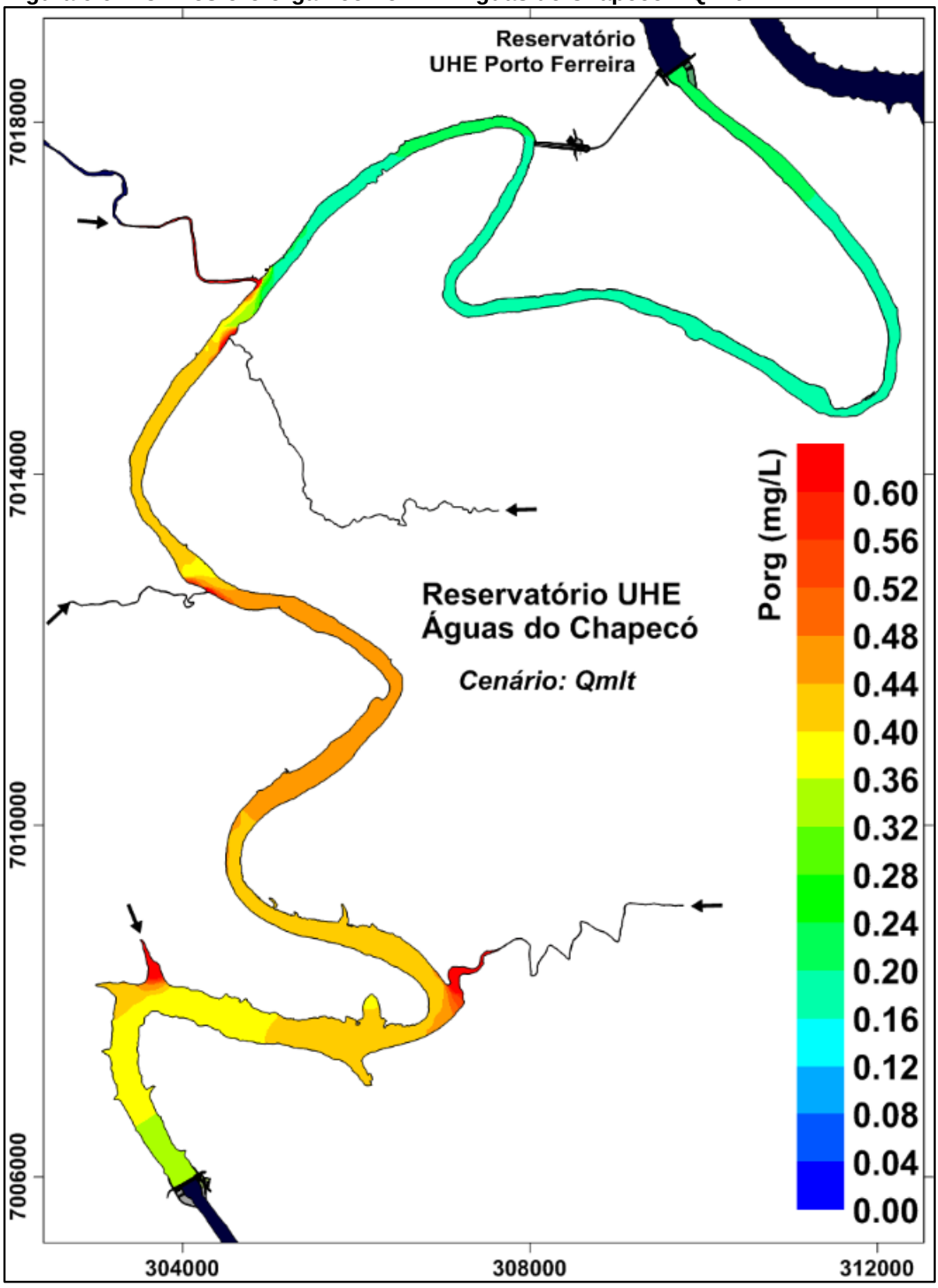


Figura 9.6.214 - Fósforo orgânico no AHE Águas de Chapecó – Q7,10.

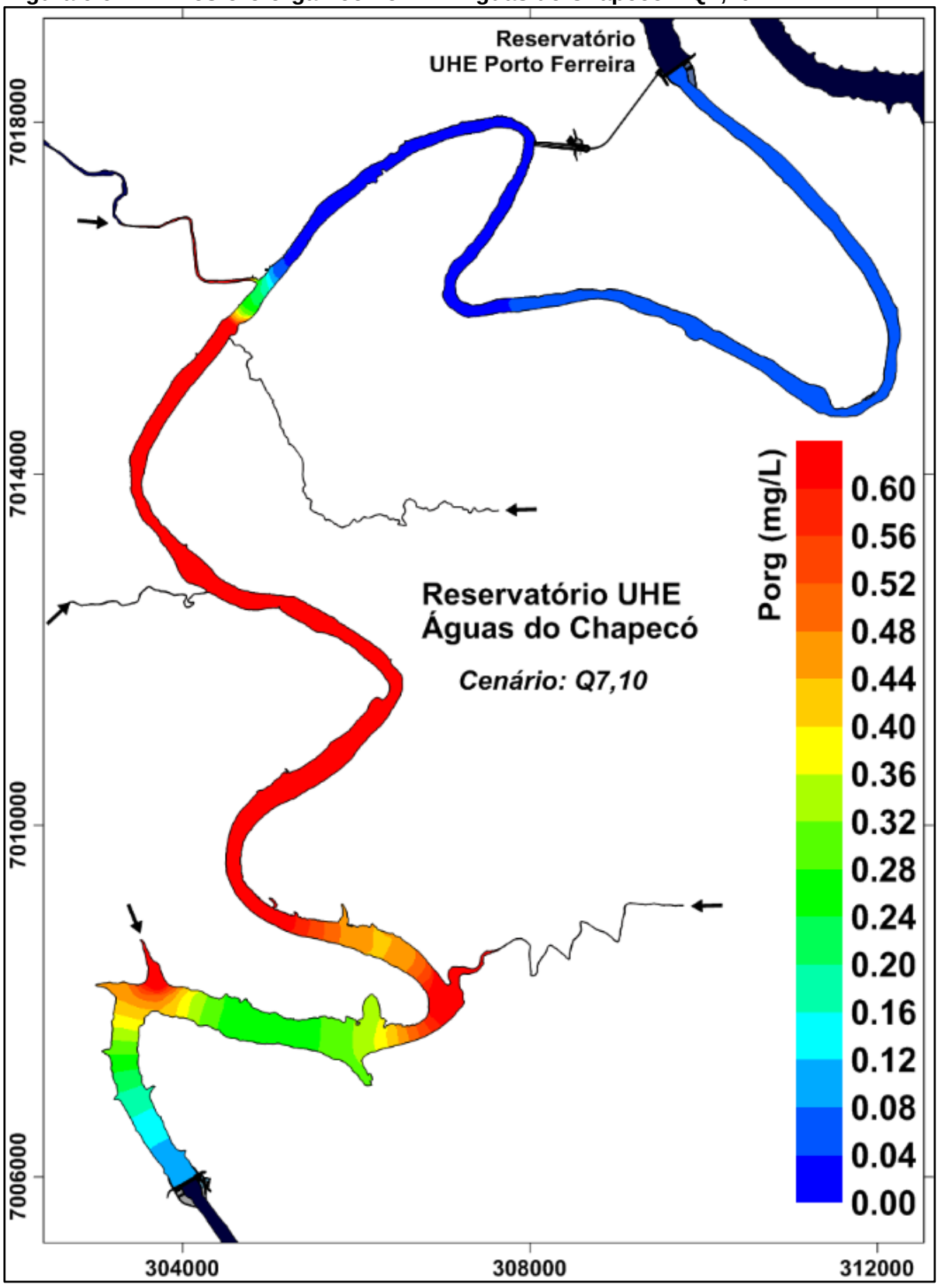


Figura 9.6.215 - Fósforo inorgânico no AHE Águas de Chapecó – Qmlt.

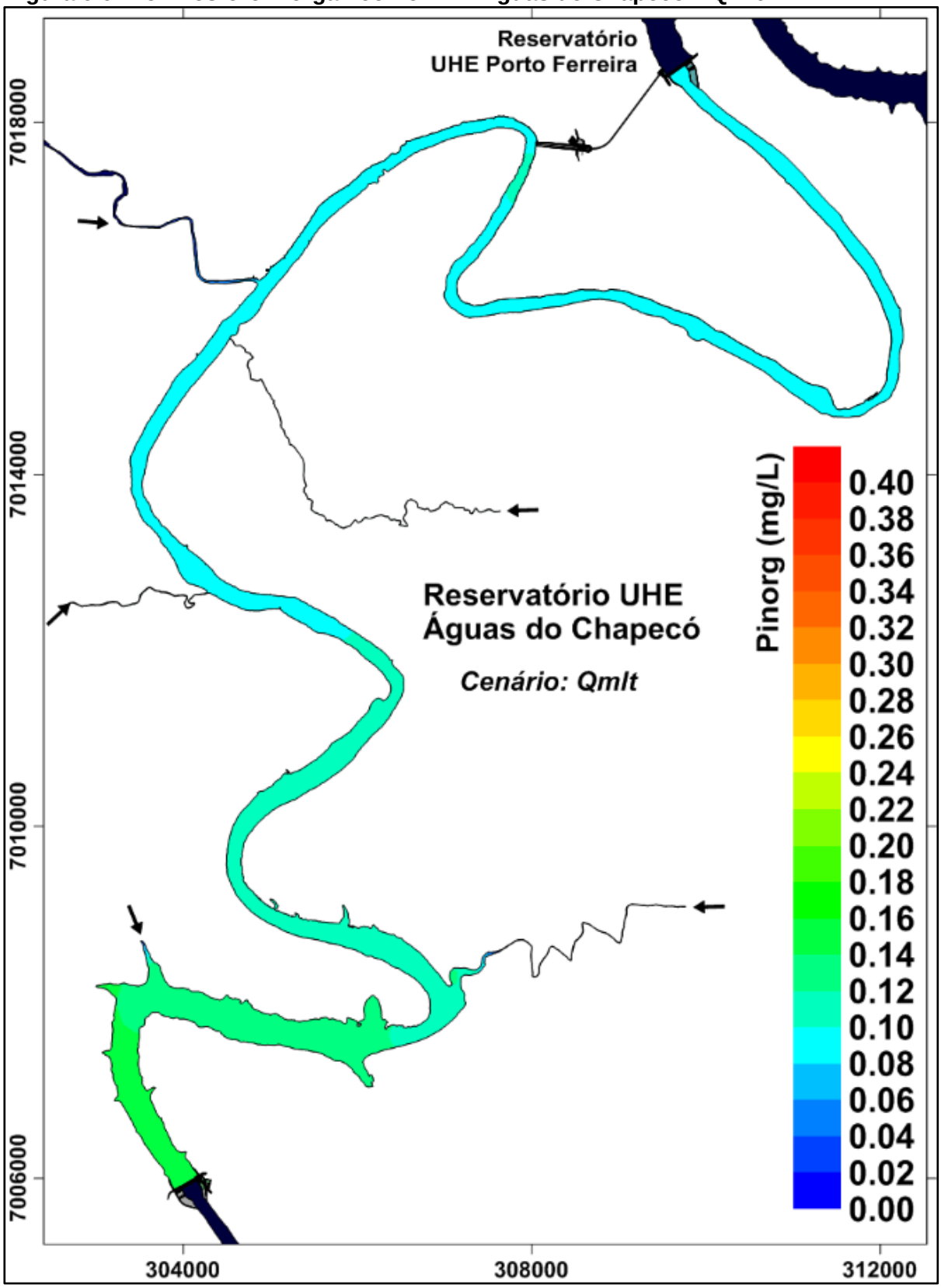
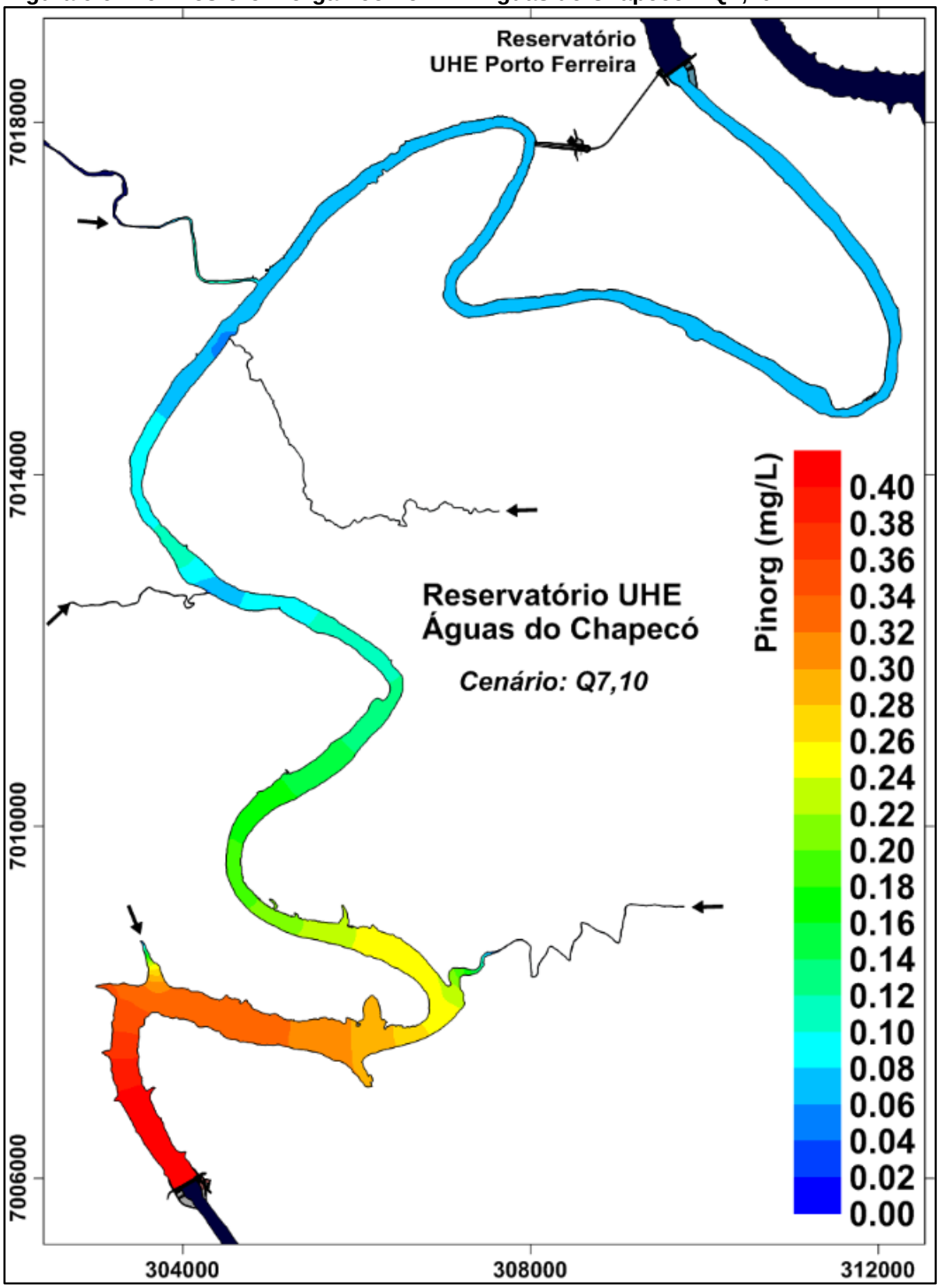


Figura 9.6.216 - Fósforo inorgânico no AHE Águas de Chapecó – Q7,10.



9.7 Considerações Finais

Os resultados da modelagem de qualidade de água apresentados acima dizem respeito às concentrações futuras estimadas a partir dos aportes atuais de matéria orgânica e nutrientes impostos conforme a descrição apresentada no Capítulo 9.4.5 – Sedimento. A estimativa de aporte atual foi calibrada a partir dos dados medidos de qualidade de água ao longo do rio Chapecó e Chapecozinho (Trecho Baixo Chapecó) e, para isso, foi utilizado um modelo 1D. A aplicação do modelo 1D permitiu também obter a concentração média dos parâmetros analisados ao longo do rio no cenário atual.

As concentrações médias de qualidade de água ao longo do curso principal no cenário atual foram comparadas às concentrações futuras, a fim de avaliar o impacto dos empreendimentos hidrelétricos sobre a condição atual de qualidade de água, como pode ser visualizado nas figuras a seguir. Destaca-se que as concentrações dos tributários foram iguais tanto para a condição atual como para condição futura da Qmlt e na Q7,10.

A definição dos aportes atuais de matéria orgânica e nutrientes no estudo de simulação da qualidade da água no Trecho Baixo Chapecó, significa a consideração do aspecto sinérgico na avaliação dos impactos, uma vez que tais aportes derivam das atividades socioeconômicas desenvolvidas na bacia.

Vale destacar que na simulação dos cenários futuros as concentrações de saída do reservatório de montante foram impostas no reservatório de jusante, possibilitando assim a análise do impacto cumulativo dos AHEs na qualidade de água.

A comparação entre as concentrações médias atuais (obtidas pelo modelo 1D) com as concentrações médias no cenário futuro (obtidas pelo modelo 2D) devem ser realizadas com cautela, pois além de terem sido estimadas a partir de modelos diferentes, com equações diferenciadas, as concentrações dos tributários foram as mesmas em todos os cenários, tanto na Qmlt quanto na Q7,10 dos cenários futuros, como na condição atual com regime hidrológico de cheia. Portanto, as concentrações dos parâmetros e suas variações devem ser vistas como indicadores do comportamento de cada parâmetro ao longo do rio nos diversos cenários.

É importante ressaltar que os resultados obtidos atendem à escala de análise proposta para a Avaliação Ambiental Integrada (AAI). Os modelos foram elaborados a fim de avaliar o impacto dos empreendimentos ao longo do rio Chapecó e Chapecozinho (Trecho Baixo Chapecó) numa escala regional. Diante disso, alguns dados inseridos no modelo não possuem o refinamento necessário para uma análise mais localizada, o que deve ser desenvolvido numa etapa futura de análise de viabilidade ambiental. No entanto, os estudos apresentados são um bom indicador dos impactos cumulativos dos empreendimentos sobre a qualidade da água.

As figuras a seguir apresentam as estimativas das concentrações de cada parâmetro ao longo do rio Chapecozinho e os valores limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/05 para rio de classe 2. O valor limite da amônia apresentado foi conservador e pode sofrer variação em função do pH. Além disso, embora a legislação defina valor limite somente para o fósforo total e não para os seus parciais, o valor limite de fósforo total foi plotado nos gráficos de fósforo orgânico e inorgânico como um valor de referência.

Os pontos plotados nos gráficos a seguir foram alocados na foz de cada tributário e na montante e jusante de cada modelo. A comparação das concentrações na foz de cada tributário permite avaliar as concentrações mais críticas de cada cenário ao longo de cada modelo.

Assim como mencionado anteriormente, a OD tende a decair à medida que chega ao barramento devido à diminuição da reaeração em função das baixas velocidades nesta região e também devido ao consumo de DBO e ao processo de nitrificação. No caso do AHE Nova União a OD chega a 4,86 mg/L e no AHE Marema chega a 4,53 mg/L. Em ambos os reservatórios há violação do valor limite mínimo de 5 mg/L segundo COMANA 357/05 para rio de classe 2. Entretanto, este impacto na qualidade de água fica restrito nas proximidades do barramento e não é repassado para jusante em função do processo de reaeração causado pelos vertedouros e pelas turbinas, aumentando assim a OD na jusante do barramento e no canal de fuga. Observa-se que a concentração de OD na foz do rio Chapecozinho é bastante similar à condição atual.

A implantação das hidrelétricas Nova União e Marema fazem com que o rio Chapecozinho fique mais suscetível às cargas orgânicas nos locais dos aportes (tributários). Observa-se que com o aporte de matéria orgânica pelos tributários a

concentração de DBO na foz de cada um deles fica maior que na condição atual mesmo tendo concentrações dos tributários iguais nas duas condições. A concentração máxima no rio Chapecozinho foi observada na foz do segundo tributário imposto no AHE Nova União, chegando a 4,5 mg/L, valor abaixo do limite máximo determinado pela legislação.

Apesar de haver um aumento da concentração de DBO na região próxima à foz dos tributários, as baixas velocidades do reservatório contribuem para a decomposição da matéria orgânica e para sua sedimentação, apontando assim uma tendência de queda à medida que se aproxima do barramento. Assim, a concentração de DBO na foz do rio Chapecozinho variou entre 1,6 mg/L na Q7,10 e 2,14 mg/L na Qmlt, enquanto que no cenário atual foi estimado a 1,8 mg/L.

Figura 9.7.1 - Estimativa de OD ao longo do rio Chapecozinho na condição atual e futura.

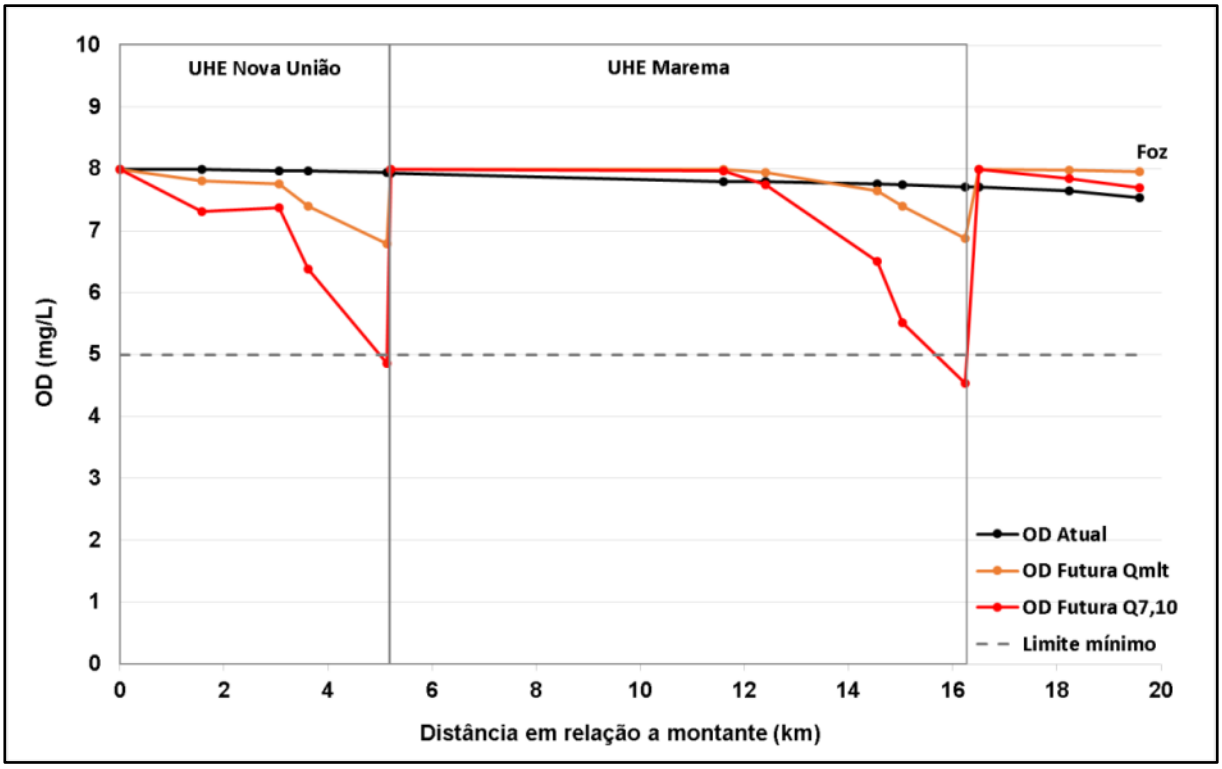
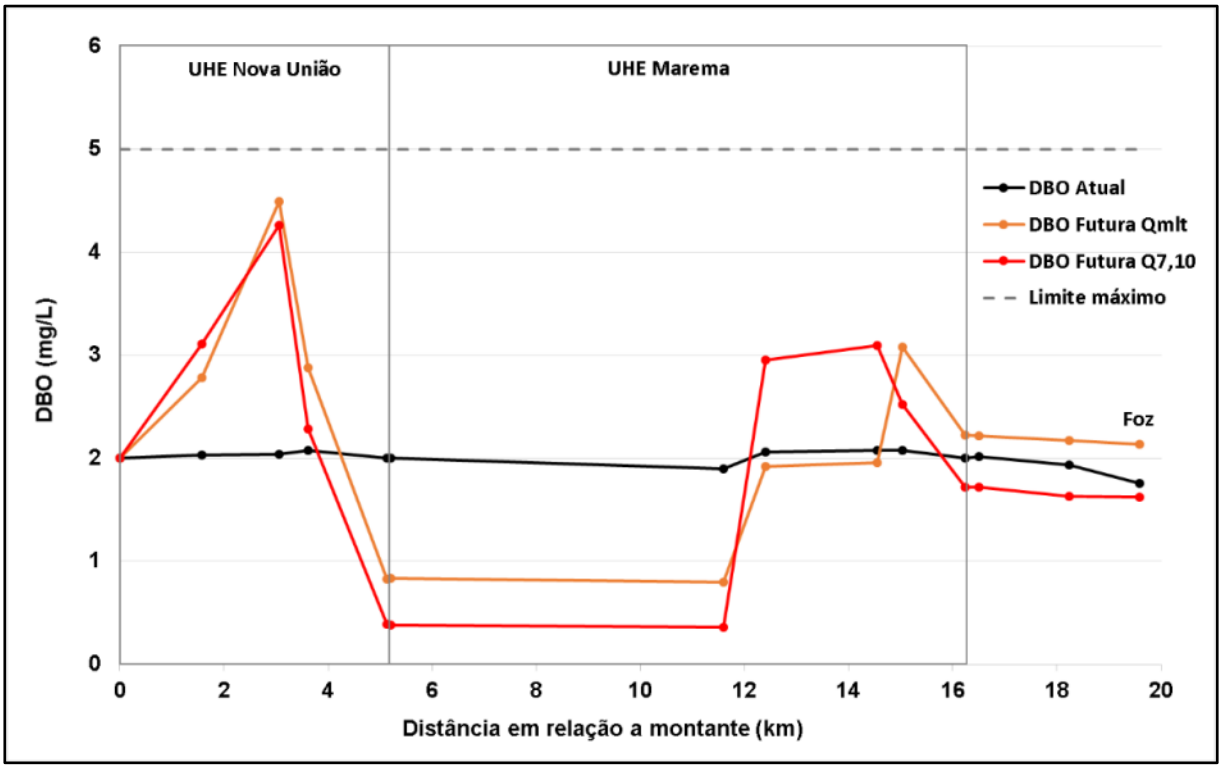


Figura 9.7.2 - Estimativa de DBO ao longo do rio Chapecozinho na condição atual e futura.



As figuras a seguir apresentam o comportamento do nitrogênio orgânico, amônia e nitrato ao longo do rio Chapecozinho com e sem a implantação das AHEs Nova União e Marema.

O nitrogênio orgânico, a amônia e o nitrato se mostraram estáveis ao longo do rio na condição atual enquanto que na condição futura as concentrações apresentaram mais oscilações. A implantação das hidrelétricas potencializa os processos de amonificação, nitrificação e sedimentação devido à queda das velocidades, indicando uma tendência de queda do nitrogênio orgânico, aumento da amônia e queda do nitrato.

O nitrogênio orgânico caiu de 0,8 mg/L no cenário atual para 0,6 mg/L na Q7,10 na foz do rio Chapecozinho, diminuindo 25% do seu valor. Já a amônia aumentou de 0,06 mg/L na condição atual para 0,97 mg/L na Qmlt da condição futura (aumento de 1481 %) e para 1,22 mg/L na Q7,10 da condição futura (aumento de 1896%) na foz do rio Chapecozinho. Com este aumento as concentrações ultrapassaram o limite sugerido pela legislação para pH abaixo de 8,5.

O nitrato caiu de 0,59 mg/L no cenário atual para 0,18 mg/L na Qmlt do cenário futuro (queda de 69,3%) e 0,51 mg/L na Q7,10 do cenário futuro (queda de 13,3 %) na foz do rio Chapecozinho.

Figura 9.7.3 - Estimativa de nitrogênio orgânico ao longo do rio Chapecozinho na condição atual e futura.

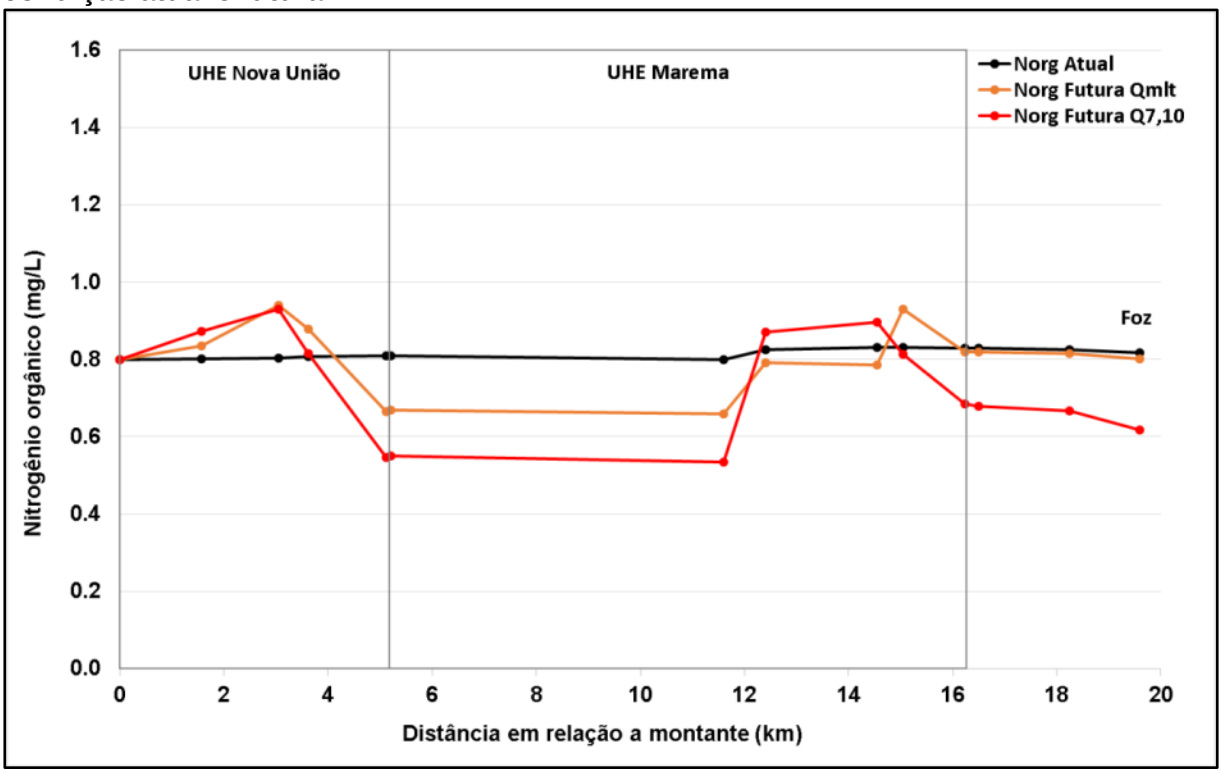


Figura 9.7.4 -Estimativa de amônia ao longo do rio Chapecozinho na condição atual e futura.

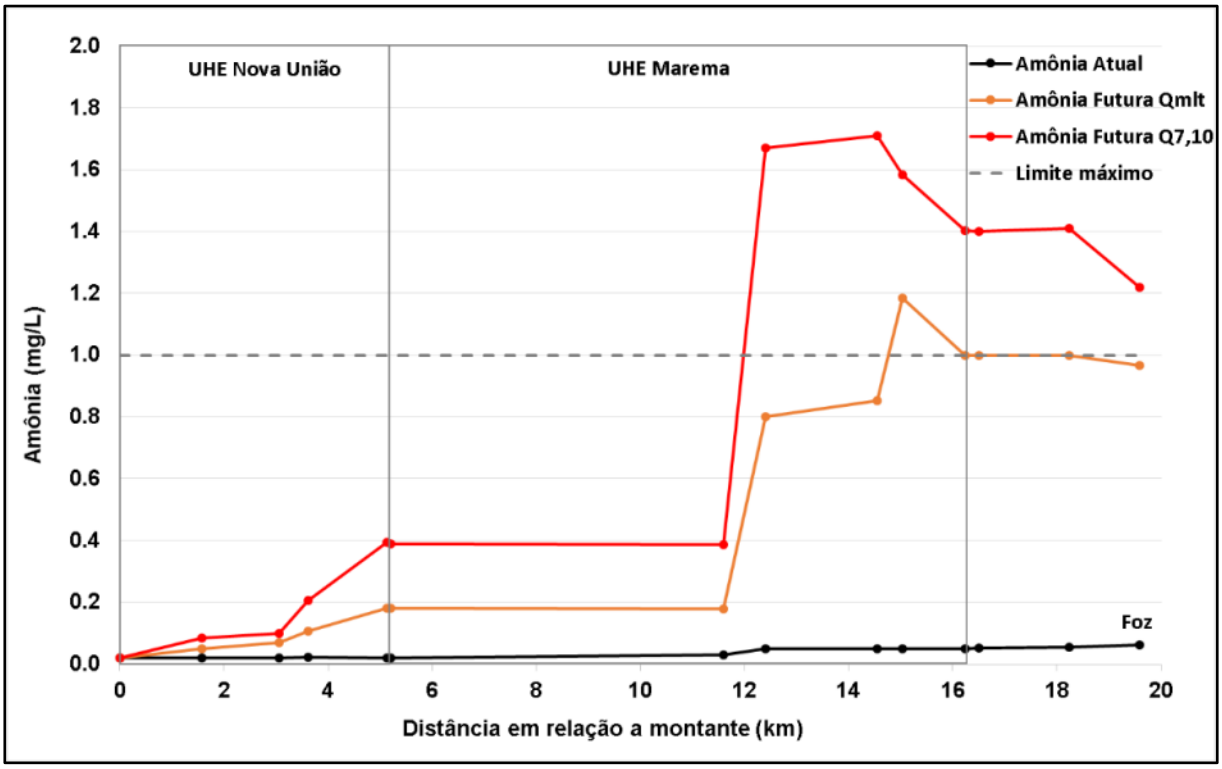
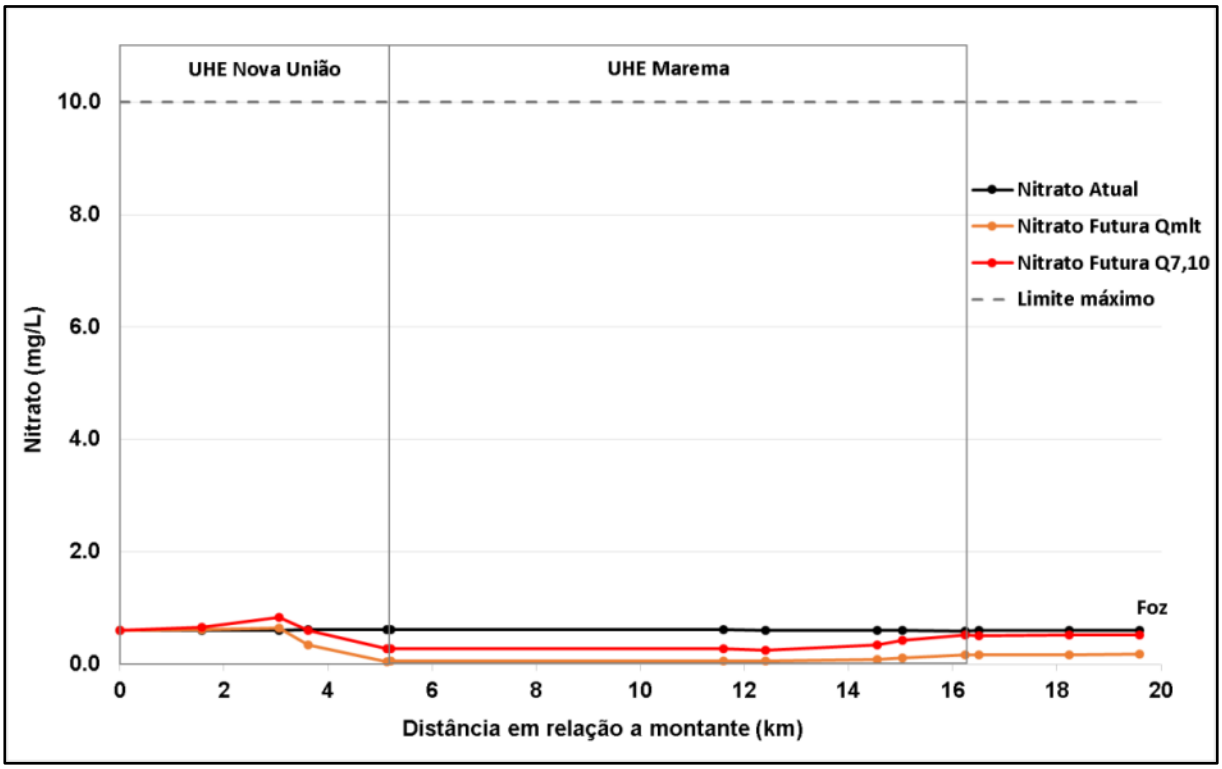


Figura 9.7.5 - Estimativa de nitrato ao longo do rio Chapecozinho na condição atual e futura.



As figuras a seguir apresentam o comportamento do fósforo orgânico e inorgânico ao longo do rio Chapecozinho com e sem a implantação das AHEs Nova União e Marema. A implantação das hidrelétricas fez com que a concentração do fósforo orgânico diminua, chegando a reduzir 55% na Qmlt e 74% na Q7,10 na foz do rio Chapecozinho. Esta redução do fósforo orgânico resulta em aumento de fósforo inorgânico com a implantação dos empreendimentos hidrelétricos, que chega aumentar 157% na Qmlt e 239% na Q7,10.

Ressalta-se que as concentrações iniciais do rio de fósforo orgânico e inorgânico já violam o valor aceitável de fósforo total para condições lênticas, 0,03 mg/L segundo a CONAMA 357/05. A implantação dos empreendimentos hidrelétricos potencializa a transformação do fósforo orgânico a inorgânico, porém não altera significativamente a concentração de fósforo total.

Figura 9.7.6 -Estimativa de fósforo orgânico ao longo do rio Chapecozinho na condição atual e futura.

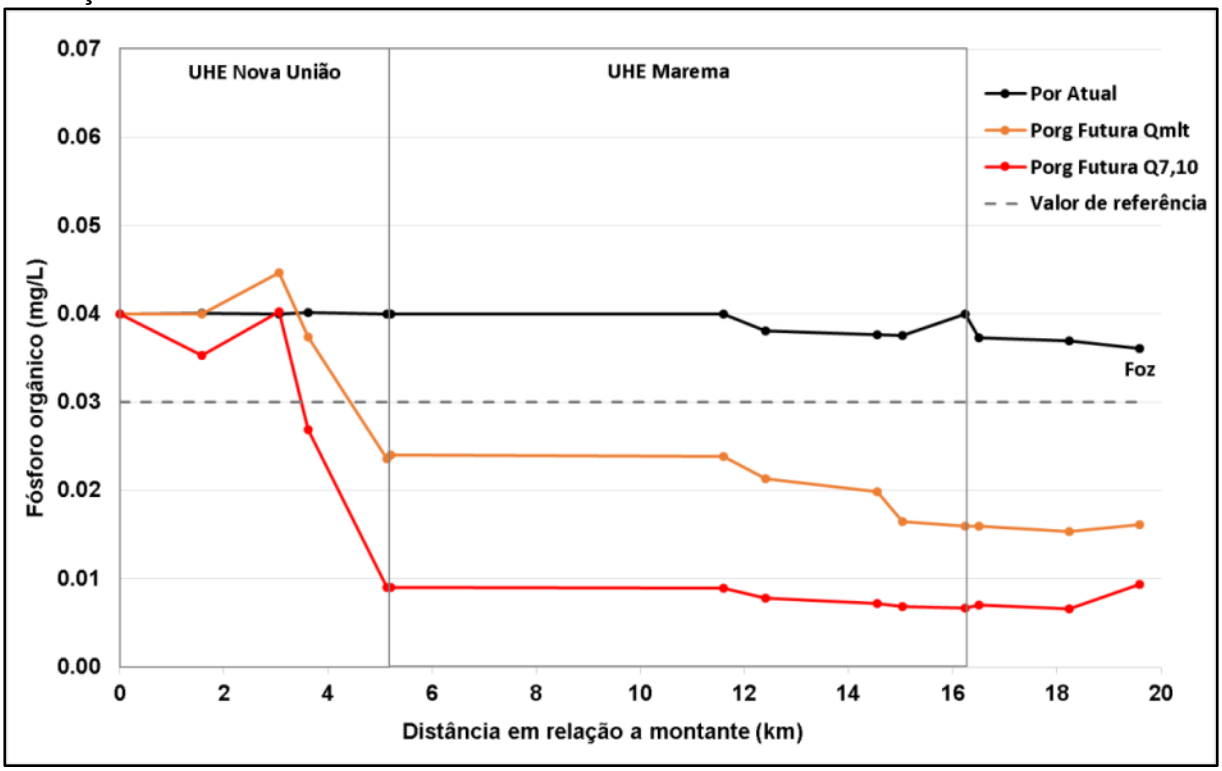
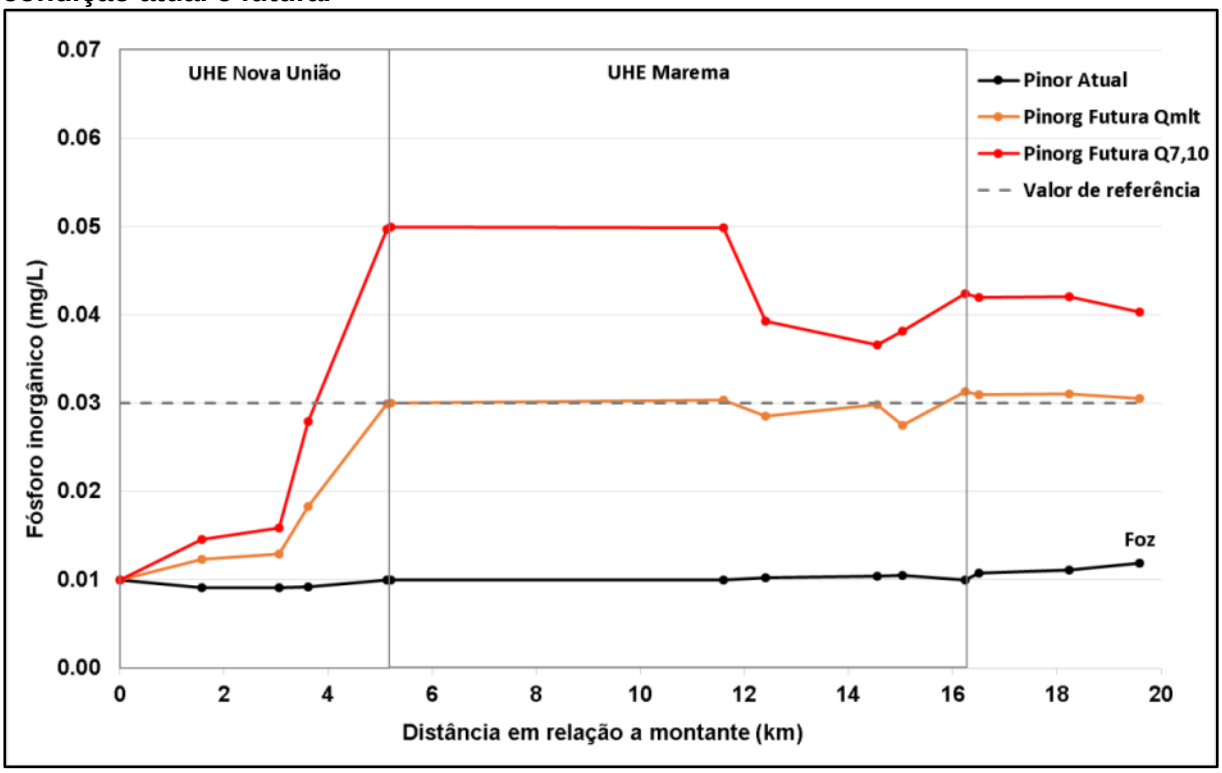


Figura 9.7.7 - Estimativa de fósforo inorgânico ao longo do rio Chapecozinho na condição atual e futura.



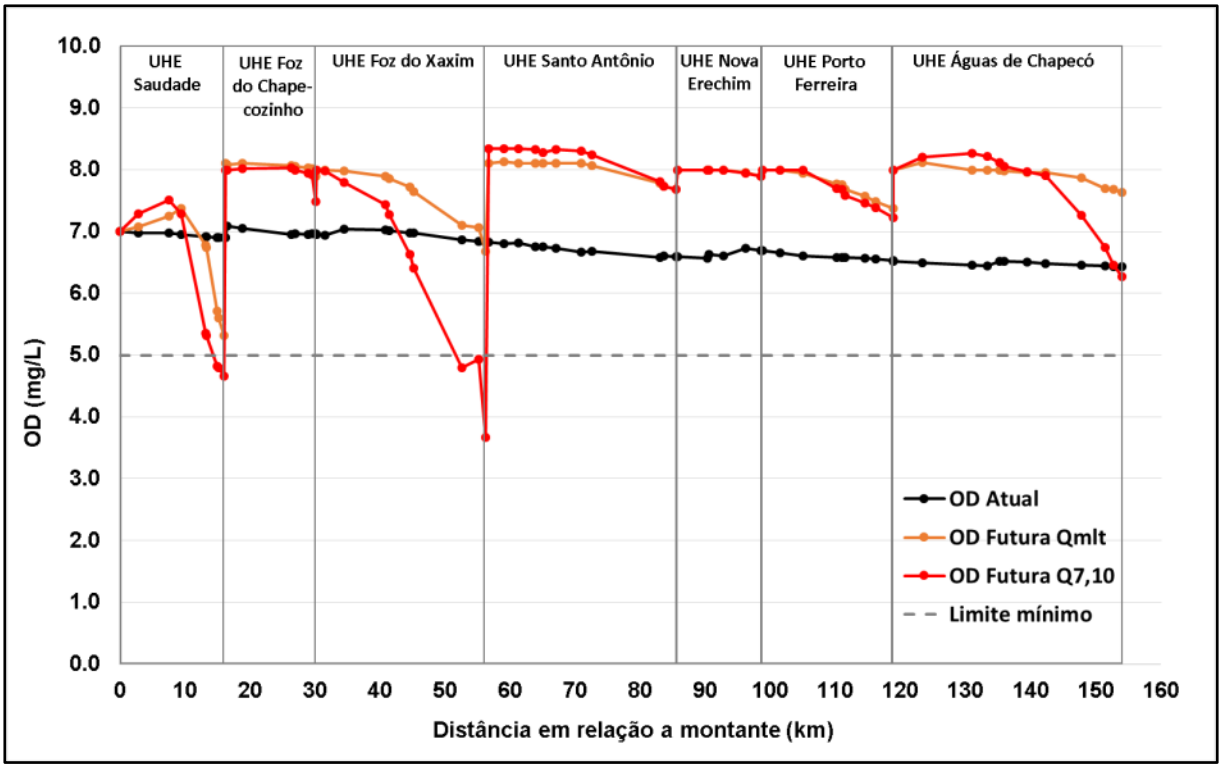
As figuras a seguir apresentam as estimativas das concentrações de cada parâmetro ao longo do Trecho Baixo Chapecó e os valores limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/05 para rio de classe 2. O valor limite da amônia apresentado foi conservador e pode sofrer variação em função do pH. Além disso, embora a legislação defina valor limite somente para o fósforo total e não para os seus parciais, o valor limite de fósforo total foi plotado nos gráficos de fósforo orgânico e inorgânico como um valor de referência.

Os pontos plotados no gráfico a seguir também foram alocados na foz de cada tributário e na montante e jusante de cada modelo. Como mencionado anteriormente, optou-se por selecionar pontos na foz de cada tributário por permitir assim avaliar as concentrações mais críticas de cada cenário ao longo de cada modelo.

Assim como aconteceu ao longo das hidrelétricas propostas no rio Chapecozinho, a OD também tende a decair à medida que chega ao barramento das AHEs propostas ao longo do Trecho Baixo Chapecó. Este comportamento deve-se a diminuição da reaeração em função das baixas velocidades nesta região e também devido ao consumo de DBO e ao processo de nitrificação. Dentre as

hidrelétricas propostas ao longo do Trecho Baixo Chapecó, apenas a AHE Saudade e a AHE Foz do Xaxim apresentaram valor inferior ao limite mínimo, chegando a 4,66 mg/L no barramento do AHE Saudade e 3,67 mg/L no barramento do AHE Foz do Xaxim. Entretanto, como mencionado anteriormente, este impacto na qualidade de água fica restrito nas proximidades do barramento e não é repassado para jusante em função do processo de reaeração causado pelos vertedouros e pelas turbinas, aumentando assim a OD na jusante do barramento e no canal de fuga.

Figura 9.7.8 - Estimativa de OD ao longo do Trecho Baixo Chapecó na condição atual e futura.

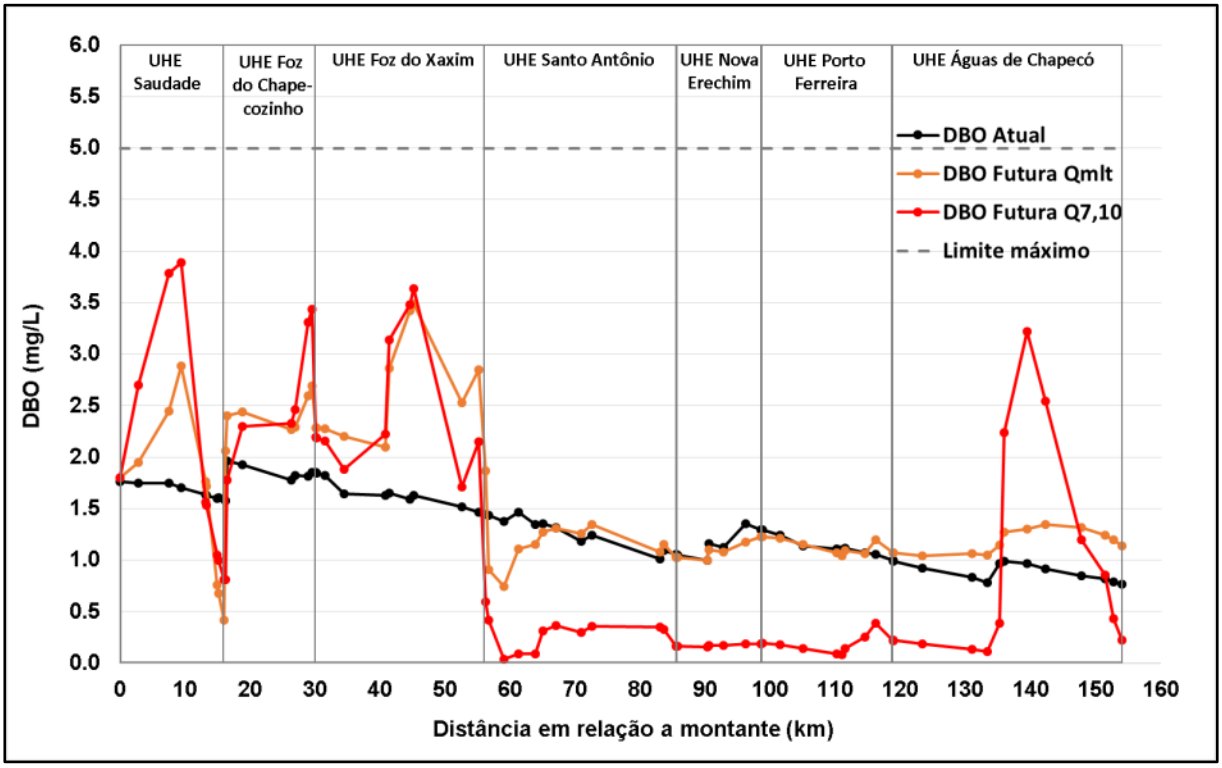


Observa-se que a concentração de DBO na foz de cada um dos tributários do Trecho Baixo Chapecó fica maior com a implantação das hidrelétricas propostas em relação à condição atual mesmo tendo concentrações dos tributários iguais nas duas condições. Os maiores valores foram observados na foz dos tributários na região do AHE Saudade, AHE Foz do Chapecozinho, AHE Foz do Xaxim e AHE Águas de Chapecó. O máximo valor encontrado foi no AHE Saudade, que chegou a 3,9 mg/L, valor ainda inferior ao limite preconizado pela CONAMA 357/05 de classe 2.

Como mencionado antes, as hidrelétricas tendem a diminuir a concentração de DBO à medida que se aproxima do barramento. Assim, a concentração de DBO

no ultimo barramento, AHE Águas de Chapecó, esteve dentro dos valores esperados, maior da Qmlt e menor da Q7,10, e bastante distante do valor limite de 5 mg/L, não sendo um parâmetro preocupante quanto à qualidade de água nas futuras hidrelétricas.

Figura 9.7.9 - Estimativa de DBO ao longo do Trecho Baixo Chapecó na condição atual e futura.



As figuras a seguir apresentam o comportamento dos parciais de nitrogênio ao longo do Trecho Baixo Chapecó com e sem a implantação das AHEs propostas neste trecho.

As concentrações de nitrogênio orgânico, a amônia e o nitrato apresentaram acréscimo progressivo ao longo do rio na condição atual enquanto que na condição futura as concentrações apresentaram variações mais significativas. Assim como evidenciado nas hidrelétricas propostas no rio Chapecozinho, as implantações das hidrelétricas propostas no Trecho Baixo Chapecó também potencializam os processos de amonificação, nitrificação e sedimentação devido à queda das velocidades, indicando também uma tendência de queda do nitrogênio orgânico, aumento da amônia e queda do nitrato.

Além desta tendência, observa-se ainda que as hidrelétricas podem aumentar a concentração deste nutriente na região da foz dos tributários, aumentando a concentração de nitrogênio orgânico, amônia e nitrato logo a jusante dos aportes de nitrogênio.

O nitrogênio orgânico caiu de 1,03 mg/L no cenário atual para 0,68 mg/L na Qmlt no cenário futuro (queda de 35%) e para 0,29 mg/L na Q7,10 (queda de 72%) no último barramento, AHE Águas de Chapecó. Já a amônia aumentou de 0,25 mg/L na condição atual para 0,63 mg/L na Qmlt da condição futura (aumento de 151 %) e para 0,8 mg/L na Q7,10 da condição futura (aumento de 221%) na região do último barramento. Mesmo com este aumento, as concentrações de amônia não ultrapassaram o limite sugerido pela legislação no último barramento. Entretanto, as concentrações de amônia ultrapassaram o valor recomendável no AHE Santo Antônio, chegando até 1,25 mg/L. Este valor limite foi definido baseado no valor médio de pH medido em campo segundo a Resolução CONAMA 357/05. Importante ressaltar que este valor limite é conservador e que pode haver variação.

O nitrato caiu de 0,74 mg/L no cenário atual para 0,58 mg/L na Qmlt do cenário futuro (queda de 21%) e 0,64 mg/L na Q7,10 do cenário futuro (queda de 13%) na região do último barramento.

Figura 9.7.10 - Estimativa de nitrogênio orgânico ao longo do Trecho Baixo Chapecó na condição atual e futura.

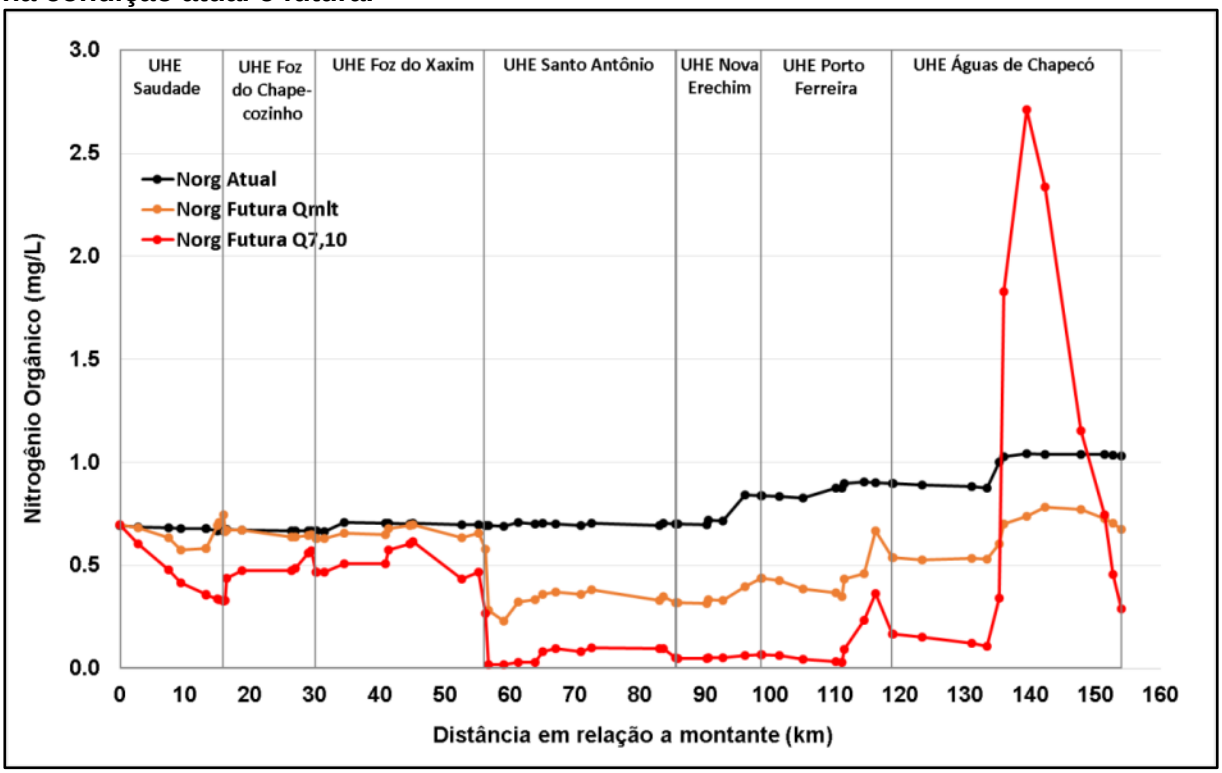


Figura 9.7.11 -Estimativa de amônia ao longo do Trecho Baixo Chapecó na condição atual e futura.

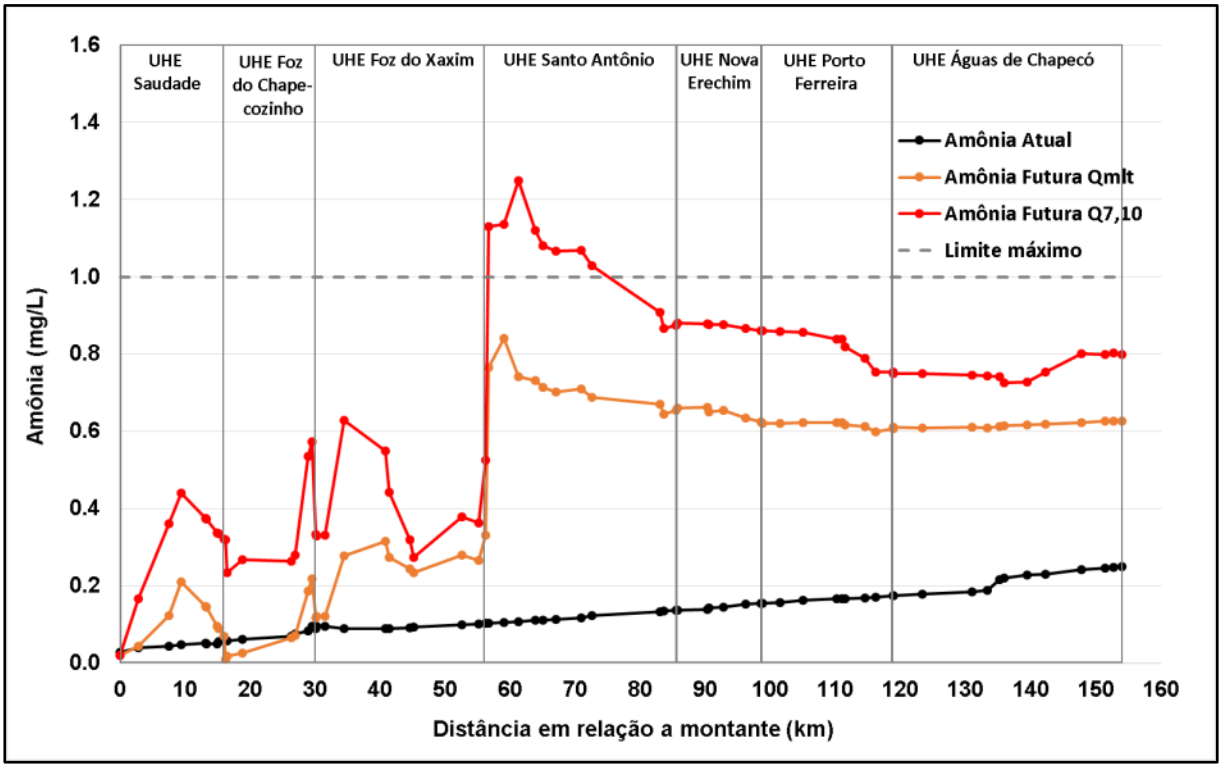
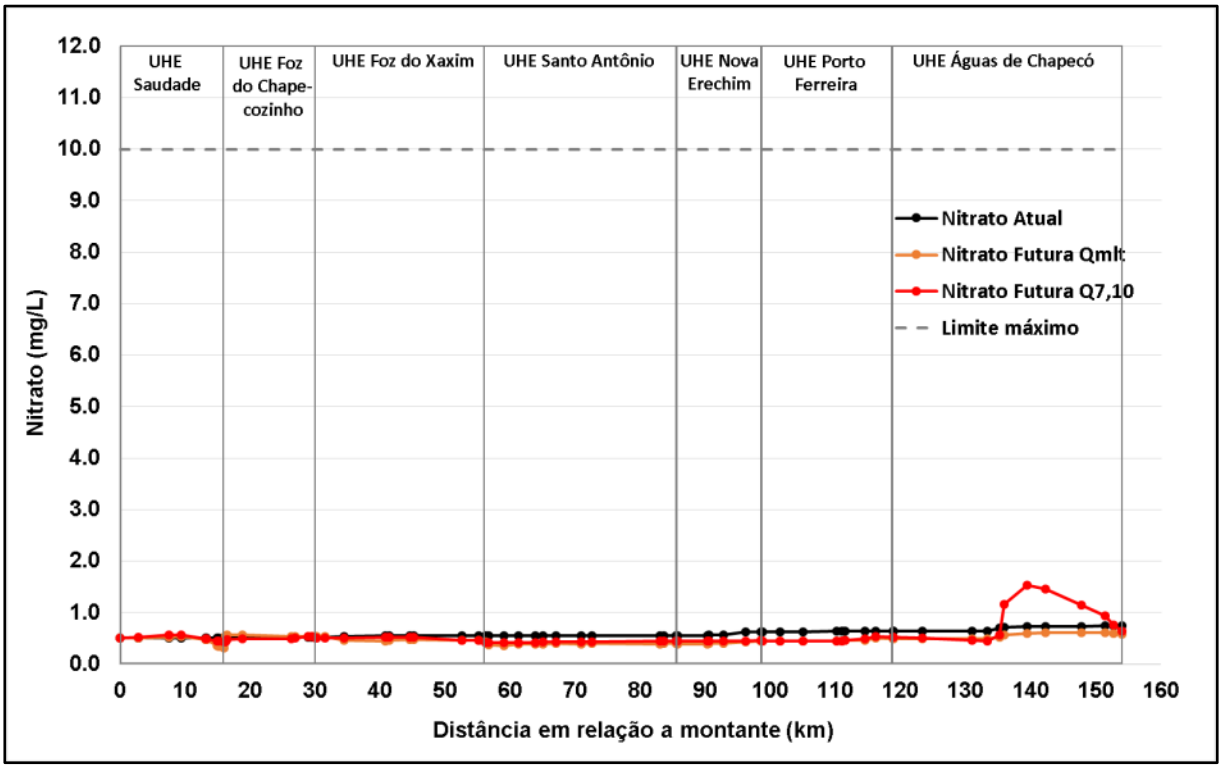


Figura 9.7.12 -Estimativa de nitrato ao longo do Trecho Baixo Chapecó na condição atual e futura.



As figuras a seguir apresentam as variações do fósforo orgânico e inorgânico ao longo do Trecho Baixo Chapecó na condição atual e futura. A implantação das hidrelétricas diminuiu a concentração do fósforo orgânico, chegando a reduzir 29% na Qmlt e 81% na Q7,10 no barramento da última hidrelétrica, AHE Águas de Chapecó. Como mencionado anteriormente, esta redução do fósforo orgânico reflete no aumento de fósforo inorgânico com a implantação dos empreendimentos hidrelétricos, que chega aumentar 62% na Qmlt e 361% na Q7,10.

Assim como acontece no rio Chapecozinho, as concentrações iniciais de fósforo orgânico e inorgânico no Trecho Baixo Chapecó já violam o valor aceitável de fósforo total para condições lênticas, 0,03 mg/L segundo a CONAMA 357/05. Porém, vale destacar que apesar dos empreendimentos hidrelétricos potencializarem a transformação do fósforo orgânico a inorgânico, estes não alteram significativamente a concentração de fósforo total, permanecendo em torno de 0,53 mg/L nos pontos mais a jusante.

Figura 9.7.13 -Estimativa de fósforo orgânico ao longo do Trecho Baixo Chapecó na condição atual e futura.

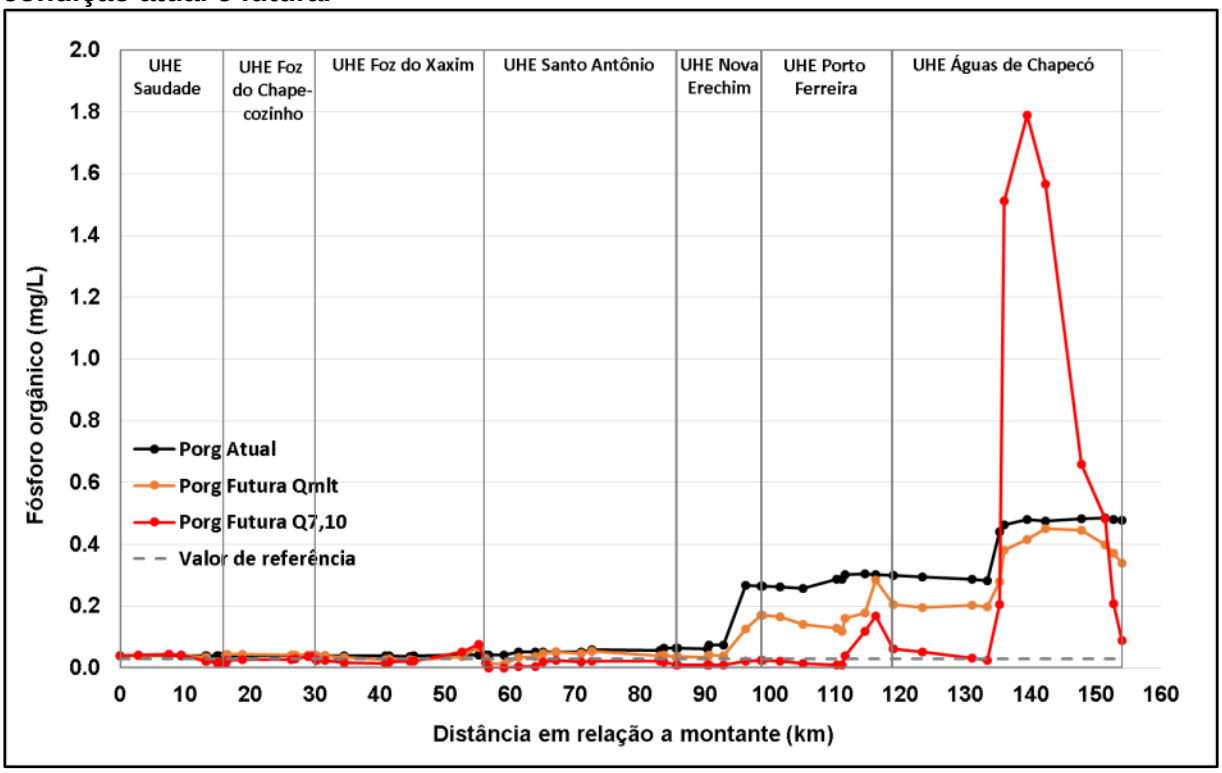
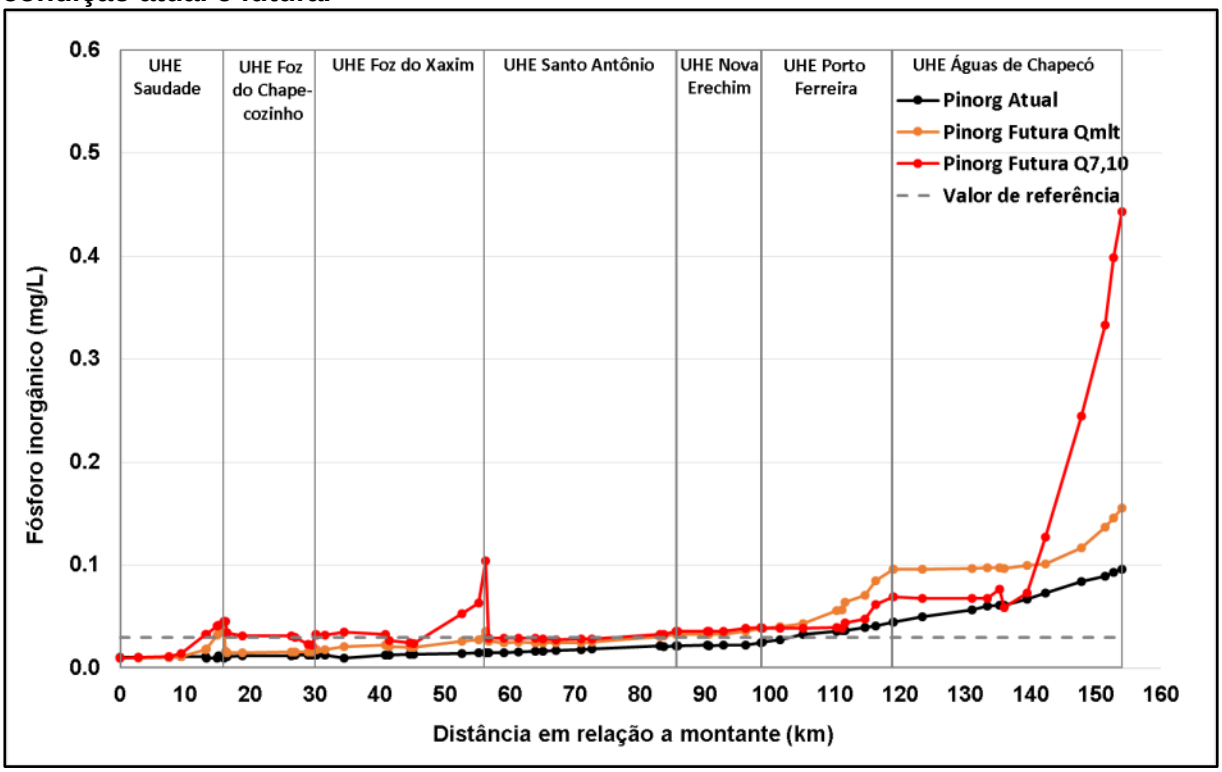


Figura 9.7.14 - Estimativa de fósforo inorgânico ao longo do Trecho Baixo Chapecó na condição atual e futura.



Diante dos aspectos apontados acima, conclui-se que as hidrelétricas alteram os seguintes aspectos da qualidade de água:

- **Oxigênio dissolvido**: os reservatórios tendem a reduzir a concentração de OD à medida que se aproxima do barramento. A maior redução encontrada foi no AHE Foz do Xaxim, com queda de até 54% chegando a 3,67 mg/L. Entretanto, este impacto na qualidade de água fica restrito nas proximidades do barramento e não é repassado para jusante em função do processo de reaeração causado pelos vertedouros e pelas turbinas, aumentando assim a OD na jusante dos barramentos e no canal de fuga.
- **Demanda Bioquímica de Oxigênio**: a implantação das hidrelétricas deixa a concentração do rio mais suscetível às cargas orgânicas nos locais dos aportes (tributários). A concentração máxima observada foi na foz do segundo tributário imposto no AHE Nova União, chegando a 4,5 mg/L, entretanto este valor ainda está abaixo do limite máximo determinado pela legislação. Além disso, em função das baixas velocidades do reservatório, as hidrelétricas contribuem para a decomposição da matéria orgânica e de sua sedimentação, apontando assim uma tendência de queda à medida que se aproxima do barramento. Por isso, entende-se que na área do reservatório a DBO não é um parâmetro preocupante quanto à qualidade de água nas futuras hidrelétricas.
- **Nitrogênio orgânico:** as hidrelétricas tendem a diminuir a concentração do nitrogênio orgânico devido à potencialização do processo de amonificação. A redução chegou a 72% na Q7,10 no ponto mais a jusante do modelo. Além disso, as concentrações e cargas atuais de nitrogênio orgânico são baixas e entende-se que este não é um parâmetro preocupante quanto à qualidade de água nas futuras hidrelétricas.
- **Amônia:** as hidrelétricas tendem a aumentar a concentração da amônia devido à potencialização do processo de amonificação. O aumentou foi 0,35 mg/L na condição atual para 0,8 mg/l na Q7,10 no ponto mais a jusante do modelo, aumento de 221%. No cenário de

estiagem o impacto negativo foi superior ao cenário de vazão média. Apesar de não ter violado o valor limite a jusante dos empreendimentos, em alguns locais as concentrações e cargas atuais de amônia se mostraram significativas. Como sabe-se que o aporte de nitrogênio varia em relação aos valores previstos nesta simulação, entende-se que este parâmetro pode causar alterações à qualidade de água futura do rio Chapecozinho e Chapecó (Trecho Baixo Chapecó), principalmente em condições de vazões abaixo da vazão média, com a implantação dos empreendimentos.

- **Nitrato:** as hidrelétricas tendem a diminuir a concentração do nitrato. A redução chegou a 21% na Qmlt no ponto mais a jusante do modelo. Além disso, as concentrações e cargas atuais de nitrato são baixas e entende-se que este não é um parâmetro preocupante quanto à qualidade de água nas futuras hidrelétricas.
- **Fósforo:** as hidrelétricas tendem a potencializar a transferência do fósforo orgânico em inorgânico, diminuindo 81% do fósforo orgânico e aumentando 361% o fósforo inorgânico na Q7,10 no ponto mais a jusante da modelagem. A redução chegou a 21% na Qmlt no ponto mais a jusante do modelo. Porém, ressalta-se que apesar dos empreendimentos hidrelétricos potencializarem a transformação do fósforo orgânico a inorgânico, estes não alteram significativamente a concentração de fósforo total, permanecendo com concentração de 0,53 mg/L no cenário atual e futuro no ponto mais a jusante do estudo. As concentrações e cargas atuais de fósforo orgânico e inorgânico no rio já violam o valor aceitável de fósforo total para condições lênticas (0,03 mg/L) e, por isso, entende-se que este é um parâmetro preocupante quanto à qualidade de água do rio Chapecozinho e rio Chapecó (Trecho Baixo Chapecó). Ações visando à redução do aporte de nutrientes ao rio são importantes e devem ser tomadas em qualquer cenário.

Vale destacar que esses percentuais de aumento e/ou queda da qualidade de água após a implantação dos empreendimentos devem ser analisados com cautela, pois a qualidade de água atual e futura está relacionada a eventos hidrológicos

distintos. Como descrito anteriormente, no cenário atual a condição hidrológica medida foi de cheia, o que faz aumentar a carga de poluentes que chegam ao rio devido ao carreamento realizados pelas chuvas. Estas concentrações elevadas medidas na condição atual foram impostas também nos cenários futuros, entretanto, os regimes hidrológicos simulados nos cenários futuros foram de vazão média e de estiagem. Sabe-se que a carga difusa de poluentes chega ao rio através da chuva, por isso em condições de estiagem a carga de poluentes é menor, porém estas reduções das concentrações não foram consideradas nos cenários futuros a fim de se adotar uma postura mais conservadora, já que os dados obtidos em campo não permitiram avaliar a variação da concentração em função da vazão. Por isso, entende-se que os resultados obtidos nos cenários futuros estão com concentrações superestimadas, ou seja, apontam para condições críticas dos reservatórios das AHEs avaliadas.

Os percentuais de aumento ou queda dos parâmetros variam entre os empreendimentos e entre os cenários Qmlt e Q7,10. Esta variação deve-se às cargas de poluentes, às condições hidrodinâmicas de cada empreendimento e também ao regime hidrológico, uma vez que em cada um deles há velocidades residuais e tempo de residência distintos que impactam diretamente na dispersão, diluição e nas reações cinéticas da qualidade da água. Os percentuais de aumento ou queda dos parâmetros na região do barramento podem ser influenciados ainda pela carga e pela localização dos tributários em relação ao barramento. Por exemplo, para uma mesma carga e mesma velocidade residual, quanto mais próximo do barramento for o aporte de poluentes, mais similar à condição atual será o resultado já que o tempo para as reações cinéticas acontecerem será menor devido a curta distância.

Um dos impactos causados pelos empreendimentos hidrelétricos mostrados anteriormente é o aumento das concentrações de matéria orgânica e nutrientes em relação à condição atual. Isto acontece principalmente nos trechos de vazão reduzida, onde a vazão do rio simulada é inferior à vazão na condição em que foi monitorado nesse estudo, mas na simulação ainda recebe o mesmo aporte. A redução da vazão nesses trechos do rio Chapecó e Chapecozinho (Trecho Baixo Chapecó) faz com que à qualidade da água fique mais susceptível à qualidade de água dos tributários.

10 AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA (AAI)

A etapa de Avaliação Ambiental Integrada (AAI) corresponde à integração das informações técnicas levantadas no âmbito da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD), identificando os principais aspectos ambientais relacionados à implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

Através da AAI permite-se nortear o planejamento e a tomada de decisão, relacionados às ações futuras, tendo como objetivo a análise dos estudos ambientais da bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó, observando a progressão das condições socioambientais diante da implantação dos 09 (nove) aproveitamentos hidrelétricos propostos.

A análise de cada indicador de impacto avaliado considerou a otimização e melhoria da concepção dos projetos dos aproveitamentos hidrelétricos, haja vista os ajustes já realizados no âmbito dos projetos. Tais ajustes foram realizados priorizando a redução ou a eliminação das interferências sociais e ambientais identificadas nas concepções anteriores, conforme descrito no Capítulo 4 – Caracterização dos Empreendimentos.

Desse modo, alguns aproveitamentos hidrelétricos foram reavaliados, a fim de minimizar o impacto socioambiental identificado no âmbito da Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó, tal como o AHE Saudade, AHE Foz do Xaxim, AHE Nova Erechim, AHE Porto Ferreira, AHE Águas de Chapecó e AHE Nova União. Os AHEs Foz do Chapecózinho, Marema e Santo Antônio não sofreram alteração de projeto, sendo considerados nesta avaliação, os dados do Inventário Hidroenergético. Contudo, ressalta-se que no Capítulo 11 são apresentadas as Diretrizes e Recomendações Socioambientais no âmbito de melhoria dos aproveitamentos.

A descrição da concepção dos aproveitamentos hidrelétricos ora descritos foi subsidiada com a interação da equipe técnica de engenharia de cada empreendedor. Outrossim, importante ressaltar que esta avaliação não considerou quaisquer análises quanto à implantação de mecanismos de transposição de peixes, uma vez que este aspecto é analisado no Capítulo 11 – Diretrizes e Recomendações Socioambientais. Para elucidar as melhorias e otimizações realizadas, são descritos a seguir os aspectos mais relevantes da concepção dos aproveitamentos hidrelétricos estudados, os quais são apresentados no Mapa de

Localização dos Reservatórios Arranjos Atuais (122.01-AAI-LOC-A2-051-1/1) e Mapa de Divisão de Quedas Perfil Atual (122.01-LOC-A2-052-1/1).

10.1 Melhorias e Otimizações dos Aproveitamentos Hidrelétricos

AHE Saudade

O AHE Saudade foi concebido inicialmente na Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó (ENGEVIX, 2007) com eixo do barramento no rio Chapecó, a jusante da foz do rio Saudade e a montante do Salto Saudade, com nível de água máximo normal do reservatório na El. 427,00 m e casa de força na margem direita. Esta concepção apresentava dois impactos socioambientais significativos: interferência na localidade Saudade e impacto no Salto Saudade.

Após estudos de melhorias do projeto, foi definida pela alteração do eixo do AHE Saudade para montante da confluência do ribeirão Saudade, minimizando os impactos sociais na localidade Saudade e ainda possibilitando que a contribuição hídrica desse afluente seja disponibilizada integralmente para a manutenção da vazão do Salto Saudade. Além disso, foram reduzidos os impactos provocados pela formação do reservatório, tais como área de supressão de vegetação, redução de infraestruturas atingidas, redução de perda de áreas agrícolas, entre outros aspectos.

No novo arranjo proposto manteve-se o N.A. de 427,00 m, porém, com significativa redução na área de reservatório e consequentemente redução dos impactos socioambientais. Apresenta-se a seguir o comparativo do projeto conforme a Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó e o Estudo de Otimização do AHE Saudade.

Quadro 10.1.1 – Comparativo do projeto conforme a Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó e o Estudo de Otimização do AHE Saudade.

Coordenadas geográficas	Distância da foz (Km)	Área de drenagem (km^2)	N.A.		Potência instalada (MW)	Área do reservatório (km^2)
			Máximo normal montante (m)	Normal jusante (m)		
Inventário Hidrelétrico - ANEEL, 2002						
26°40’ S 52°36’ O	153,00	3.463	427	366	61,40	4,24
Estudo de Otimização						
26°40’ S 52°36’ O	154,80	2.755	427	366	46,00	2,30

AHE Nova União

Para o AHE Nova União foi desenvolvido arranjo semi-compacto, com estruturas na margem esquerda, considerando menores custos e interferência na Terra Indígena Xapecó.

O AHE Nova União foi objeto de melhoria com relação à Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó (ENGEVIX , 2002) e desenvolvido o Projeto Básico, o qual considerou a otimização técnica econômica e ambiental do empreendimento.

A expressiva redução da área do reservatório de 2,63 km² para 0,83 km² contribui de maneira significativa com a minimização das interferências negativas ocasionadas aos aspectos ambientais e sociais, anteriormente ocasionados pela concepção do projeto.

A seguir são descritas as características do AHE Nova União.

Quadro 10.1.2 – Comparativo do projeto conforme a Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó e o Projeto Básico do AHE Nova União.

Coordenadas geográficas	Distância da foz (Km)	Área de drenagem (km^2)	N.A.		Potência instalada (MW)	Área do reservatório (km^2)
			Máximo normal montante (m)	Normal jusante (m)		
Inventário Hidrelétrico - ANEEL, 2002						
26°48' S 52°35' O	10	1.620	424	365	32,4	2,63
Projeto Básico						
26°48' S 52°32' O	14,4	1.620	424	365	32,00	0,83

AHE Marema

Conforme mencionado no Capítulo 4 o projeto do AHE Marema considerado no presente estudo manteve as características do arranjo selecionado pela Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó (ENGEVIX, 2002).

O AHE Marema está sendo proposto no rio Chapecozinho, há aproximadamente 3 km de sua foz, na divisa dos municípios catarinenses de Marema e Entre Rios. A potência de cada unidade geradora é de 4,67 MW, totalizando 9,35 MW. O reservatório apresenta-se com nível de água máximo normal na El. 365,00 m, com área de 1,11 km^2 e volume de 11,61 x 10^6 m^3.

A seguir são descritas as características do AHE Marema.

Quadro 10.1.3 – Característica Técnica do AHE Marema conforme Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó.

Coordenadas geográficas	Distância da foz (Km)	Área de drenagem (km^2)	N.A.		Potência instalada (MW)	Área do reservatório (km^2)
			Máximo normal montante (m)	Normal jusante (m)		
Inventário Hidrelétrico - ANEEL, 2002						
26°46' S 52°36' O	3	1.640	365	345	9,4	1,11

AHE Foz do Chapecozinho

O AHE Foz do Chapecozinho está sendo proposto no rio Chapecó, com as características do arranjo selecionado pela Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó (ENGEVIX, 2002).

A potência de cada unidade geradora será de 13,30 MW, totalizando 26,60 MW. O reservatório apresenta-se com nível de água máximo normal na El. 366,00 m, com área de 1,96 km^2.

Quadro 10.1.4 – Característica Técnica do AHE Foz do Chapecozinho conforme Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó.

Coordenadas geográficas	Distância da foz (Km)	Área de drenagem (km^2)	N.A.		Potência instalada (MW)	Área do reservatório (km^2)
			Máximo normal montante (m)	Normal jusante (m)		
Inventário Hidrelétrico - ANEEL, 2002						
26°45' S 52°38' O	140	3.620	366	340	26,6	1,96

AHE Foz do Xaxim

O AHE Foz do Xaxim foi concebido na Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó (ENGEVIX, 2007) com significativos impactos, especialmente com a inundação de parte da Terra Indígena Xapecó, bem como interferências diretas do reservatório em diversas comunidades ribeirinhas, e interferências sobre a ponte da rodovia SC-468 e ponte sobre o rio do Ouro. Esta condição foi comprovada por meio dos levantamentos cartográficos e topográficos atualizados, os quais foram realizados no âmbito da engenharia.

Os estudos de otimização no projeto do AHE Foz do Xaxim consideraram a alteração do eixo do barramento à montante da foz do rio do Ouro, no km 105,50 e o

rebaixamento do nível de água máximo normal do reservatório da El. 345,00 m para a El. 340,00 m. Com esta proposição a montante, eliminou-se o alagamento da Terra Indígena Xapecó, reduzindo o impacto direto do reservatório nesta área; e a jusante, eliminou-se a necessidade de relocação da ponte da SC-468 e da ponte sobre o rio do Ouro.

Conforme dados mencionados a seguir, houve redução de reservatório e com isso diminuição da área a ser suprimida e redução de infraestruturas atingidas como pontes, pontilhão e sistema viário.

Quadro 10.1.5 – Comparativo do projeto conforme a Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó e o Estudo de Otimização do AHE Foz do Xaxim.

Coordenadas geográficas	Distância da foz (Km)	Área de drenagem (km^2)	N.A.		Potência instalada (MW)	Área do reservatório (km^2)
			Máximo normal montante (m)	Normal jusante (m)		
Inventário Hidrelétrico - ANEEL, 2007						
26º51' S 52°44' O	97,00	5.947	345	315	63,20	9,01
Estudo de Otimização						
26º49' S 52°42' O	106,00	5.525	340	321	36,00	6,56

Quanto às conseqüências energéticas, em termos de queda bruta do AHE Foz do Xaxim, a montante, devido ao abaixamento do reservatório da El. 345,00 m para El. 340,00 m, ocorre perda de 5,00 m. Já a jusante, devido ao deslocamento do eixo do barramento para montante, do km 97, onde o nível de água apresenta-se na El. 313,00 m para 105,50 km, onde o nível de água apresenta-se na El. 320,00 m, há uma perda de 7,00 m.

Em termos de potência instalada, o AHE Foz do Xaxim que foi previsto com 63,20 MW na Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó, será reduzida para 36,00 MW.

AHE Santo Antônio

O AHE Santo Antônio está sendo proposto no rio Chapecó, na divisa dos municípios catarinenses de Águas Frias e Coronel Freitas, com as características da Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó (ENGEVIX, 2002).

A casa de força foi considerada do tipo abrigada, equipada com duas unidades geradoras, acionadas por turbinas do tipo Kaplan com caixa espiral de aço. A potência de cada unidade geradora é de 41,55 MW, totalizando 83,3 0 MW, e o reservatório apresenta-se com nível de água máximo normal na El. 313,00 m, com área de 5,5 km2 e volume total de 31,946 x 106 m3.

Quadro 10.1.6 – Característica Técnica do AHE Saudade conforme Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó.

Coordenadas geográficas	Distância da foz (Km)	Área de drenagem (km^2)	N.A.		Potência instalada (MW)	Área do reservatório (km^2)
			Máximo normal montante (m)	Normal jusante (m)		
Inventário Hidrelétrico - ANEEL, 2002						
26°52’ S 52°48’ O	80	6.185	313	274	83,1	5,50

AHE Nova Erechim

O AHE Nova Erechim foi objeto de melhoria econômica-energética relacionado à motorização com relação à Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó (ENGEVIX, 2007), sendo desenvolvido o Projeto Básico. Esta concepção considerou a otimização técnica econômica e ambiental do aproveitamento, levando em consideração as condições batimétricas, geológicas e topográficas; a vazão e queda do local e, principalmente, um projeto que propiciasse a maior economicidade do empreendimento e viabilidade ambiental.

Este arranjo apresenta mudanças no vertedouro, pois na Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó apresentava soleira livre e no Projeto Básico foi considerado vertedouro com comportas. Além disso, a casa de força foi incorporada ao barramento evitando a proposição de túnel de adução. Conforme quadro a seguir, o potencial energético foi reavaliado, anteriormente de 18,5 MW para 22 MW, sendo mantido o N.A. e houve redução de área do reservatório.

Quadro 10.1.7 – Comparativo do projeto conforme a Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó e o Projeto Básico do AHE Nova Erechim.

Coordenadas geográficas	Distância da foz (Km)	Área de drenagem (km^2)	N.A.		Potência instalada (MW)	Área do reservatório (km^2)
			Máximo normal montante (m)	Normal jusante (m)		
Inventário Hidrelétrico - ANEEL, 2007						
26°53' S 52°53' O	64,00	7.440	274	264	18,50	2,13
Projeto Básico						
26°54' S 52°51' O	65,40	7.415	274	264	22,00	1,50

AHE Porto Ferreira

As características do AHE Porto Ferreira foi objeto de melhoria com relação à Revisão da Divisão de Quedas (ENGEVIX, 2007), sendo desenvolvido no Projeto Básico, o qual considerou a avaliação de concepções diferenciadas, de modo a compatibilizar a melhor otimização técnica econômica e ambiental do aproveitamento.

Sob este aspecto, é válido ressaltar que na elaboração do projeto básico a área do reservatório reduziu de 7,26 km² para 5,45 km², em função dos novos levantamentos cartográficos realizados, que possuem melhor qualidade e precisão, o que consequentemente minimizou as interferências ambientais e sociais inerentes aos impactos provocados pela formação do reservatório, tais como área de supressão de vegetação, redução de infraestruturas atingidas, redução de perda de áreas agrícolas, entre outros aspectos.

A seguir são descritas as características do AHE Porto Ferreira.

Quadro 10.1.8 – Comparativo do projeto conforme a Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó e o Projeto Básico do AHE Porto Ferreira.

Coordenadas geográficas	Distância da foz (Km)	Área de drenagem (km^2)	N.A.		Potência instalada (MW)	Área do reservatório (km^2)
			Máximo normal montante (m)	Normal jusante (m)		
Inventário Hidrelétrico - ANEEL, 2007						
26°56' S 52°54' O	45,00	7.610	264	242	49,30	7,26
Projeto Básico						
26°56' S 52°54' O	45,00	7.565	264	242	40,00	5,45

Destaca-se que na etapa de licenciamento ambiental, com a realização de um maior número de levantamentos de campo e estudos ambientais e de engenharia, novas propostas de melhorias no aproveitamento poderão ser analisadas, com o objetivo de serem reduzidos os impactos ambientais negativos e potencializados os impactos ambientais positivos.

AHE Águas de Chapecó

Os estudos de otimização do AHE Águas de Chapecó permitiram que o Projeto Básico definisse pela melhoria econômica-energética e ambiental frente à concepção do aproveitamento.

Nesta análise, foram considerados os aspectos sociais, especialmente quanto à eliminação de interferências sobre comunidades locais. Além disso, aspectos negativos anteriormente relacionados ao ecossistema aquático, terrestre e socioeconomia foram minimizados com esta nova concepção do projeto.

Dentre os aspectos otimizados, ressalta-se a área do reservatório, a qual foi reduzida de 16 km² para 5,6 km², em função dos novos levantamentos cartográficos realizados, que possuem melhor qualidade e precisão, bem como a alteração do eixo do barramento do km 9,00 para o km 10,40, sendo também considerado arranjo e estruturas mais compactas.

Desse modo, foram minimizadas as interferências ambientais e sociais inerentes aos impactos negativos provocados pela formação do reservatório, tais como área de supressão de vegetação, redução de infraestruturas atingidas, redução de perda de áreas agrícolas, entre outros aspectos.

A seguir são descritas as características do AHE Águas de Chapecó.

Quadro 10.1.9 – Comparativo do projeto conforme a Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó e o Projeto Básico do AHE Águas de Chapecó.

Coordenadas geográficas	Distância da foz (Km)	Área de drenagem (km^2)	N.A.		Potência instalada (MW)	Área do reservatório (km^2)
			Máximo normal montante (m)	Normal jusante (m)		
Inventário Hidrelétrico - ANEEL, 2007						
27°03’ S 52°58’ O	9,00	8.280	242	226	42,00	16,36
Projeto Básico						
27°03’ S 52°58’ O	10,4	8.280	242	223	41,00	5,60

Destaca-se que na etapa de licenciamento ambiental, com a realização de um maior número de levantamentos de campo e estudos ambientais e de engenharia, novas propostas de melhorias no aproveitamento poderão ser analisadas, com o objetivo de serem reduzidos os impactos ambientais negativos e potencializados os impactos ambientais positivos.

10.2 Avaliação de Impactos

Com base nos dados técnicos da concepção dos aproveitamentos hidrelétricos apresentados anteriormente, cuja interação foi realizada a partir da engenharia, apresenta-se neste capítulo a análise quali/quantitativa a partir dos impactos previstos para o cenário prospectivo de médio a longo prazo, considerando a faixa temporal de 10 a 20 anos.

Como resultado, são propostas diretrizes para a próxima etapa dos estudos de viabilidade dos empreendimentos, sendo estas, recomendações que poderão subsidiar indicadores de sustentabilidade para a bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó, bem como para a gestão da implantação e operação dos aproveitamentos.

Além dos levantamentos de dados primários e secundários da área de estudo, foi realizado estudo de Modelagem Ambiental (Capítulo 9), o qual permitiu simular as alterações no meio ambiente e prever possíveis impactos decorrentes da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

Neste estudo também foram consultadas as diretrizes já estabelecidas por outros estudos de referência: a “Avaliação Ambiental Integrada do rio Uruguai” (EPE, 2007) e o relatório de “Desenvolvimento Metodológico e Tecnológico para Avaliação Ambiental Integrada Aplicada ao Processo de Avaliação da Viabilidade de Hidrelétricas – Projeto Frag-Rio” (UFSM/UNIPAMPA, 2009).

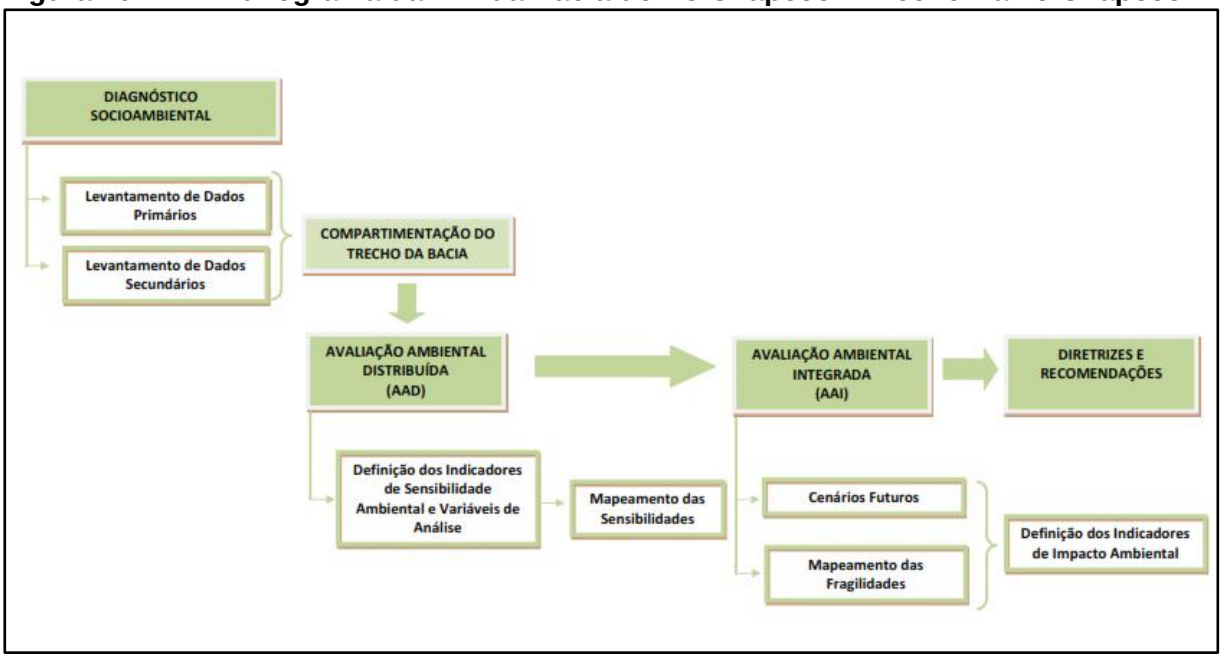
A seguir descrevem-se alguns conceitos inerentes a este capítulo:

- **Impacto Ambiental:** qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).
- **Cenário:** refere-se à projeção que em determinado período de tempo será modificada, assumindo a hipótese de implantação dos aproveitamentos.

- **Fragilidade:** refere-se à identificação de áreas onde ocorrem processos impactantes mais significativos, de caráter permanente, frente à implantação dos aproveitamentos.
- **Efeitos Cumulativos e Sinérgicos:** efeitos permanentes causados pela combinação de uma ou mais ações antrópicas com outras, potencializando alterações no meio ambiente.
- **Impactos Cumulativos:** resultam da interação aditiva das alterações em um determinado espaço ao longo do tempo.
- **Impactos Sinérgicos:** quando o resultado das interações ocasiona uma alteração em um dado espaço diferente da simples soma das alterações.
- **Diretrizes e Recomendações:** elementos que permitam subsidiar as próximas etapas de análise da viabilidade dos aproveitamentos.

Este capítulo interage com os resultados da Avaliação Ambiental Distribuída (Capítulo 7), de modo que os Índices de Sensibilidade Ambiental (ISA) de cada componente-síntese são utilizados no Índice de Impacto Ambiental (Íia). Na Figura 10.2.1 apresenta-se o fluxograma da Avaliação Ambiental Integrada da bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó.

Figura 10.2.1 – Fluxograma da AAI da Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó.



10.3 Cenários Futuros

A partir da **Situação Atual** que corresponde à etapa de Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) da bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó, foram desenvolvidos dois cenários temporais: sem e com os empreendimentos, como segue.

- **Cenário de médio a longo prazo sem os empreendimentos:** considera-se o cenário atual acrescentando a este a projeção de desenvolvimento socioeconômico previsto para os próximos 20 anos, levando em consideração o potencial hidrelétrico remanescente.
- **Cenário de médio a longo prazo com os empreendimentos**: considera-se o cenário futuro (10 a 20 anos), adicionando os 09 (nove) empreendimentos hidrelétricos avaliados.

Destaca-se que, como suporte teórico para a construção dos cenários, foram consultadas as seguintes fontes de referências documentais e bibliográficas:

- Plano Nacional de Energia – PNE – Projeção (EPE, 2007);
- Plano Decenal de Energia Elétrica – PDE (EPE, 2013);
- Mapa Hidrológico do Estado de Santa Catarina (CPRM, 2012);
- Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia do rio Chapecó (SDS, 2009);
- Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável da Bacia do rio Uruguai (CONSÓRCIO ORICONSUL, ECOPLAN E SKILL, 2008);
- Plano Estadual dos Recursos Hídricos – PERH/SC (SDS, 2007);
- Avaliação Ambiental Integrada do rio Uruguai (EPE, 2007);
- Plano Catarinense de Desenvolvimento (SPG/SC, 2006).

10.3.1. Cenário de Médio a Longo Prazo Sem os Empreendimentos

As temáticas de construção dos cenários sem os empreendimentos foram desenvolvidas numa projeção distinta, conforme dados disponíveis, considerando basicamente dois aspectos:

- Tendências de evolução da economia brasileira para o período de 10 a 20 anos e seus reflexos no estado de Santa Catarina e nos municípios do Trecho Baixo Chapecó;

- Tendências de evolução do uso do solo, da população e das atividades agropecuárias no âmbito da bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó.

10.3.2. Tendências de Evolução no Contexto Macroeconômico

Com base nos autores que estudam a problemática da construção de contextos macroeconômicos, como Cergati[68], um cenário econômico é o resultado da progressão de acontecimentos de natureza histórica e social, vistos sob uma perspectiva socioeconômica e condicionado por elementos que norteiam a estrutura dos sistemas de mercado, do ponto de vista global e local, em uma relação de interdependência.

Parte-se da premissa que um cenário macroeconômico deve manter o equilíbrio entre a oferta e a demanda em contextos determinados, porém relacionados em algum nível. Esse sistema rege-se de acordo com o comportamento de diversas variáveis, seguindo uma tendência previsível e possibilitando a construção de projeções e cenários.

Os modelos para avaliação de cenários macroeconômicos podem ser qualitativos, ou seja, baseados em teorias e bibliografias; ou quantitativos que são baseados em cálculos matemáticos. A combinação entre os dois modelos possibilita a construção de um método mais confiável e adequado para avaliação, aproximando-se da realidade.

A seleção e a integração entre as variáveis e os indicadores é importante, à medida que norteiam a compreensão das transformações da sociedade, como por exemplo: o crescimento demográfico, a renda da população, os níveis de educação e alfabetização, a proporção da população economicamente ativa, entre outros.

É importante ressaltar que projeções e cenários macroeconômicos são acima de tudo previsões ponderadas do comportamento de indicadores, baseadas em critérios definidos pelo analista que as executa e, considerando que a análise qualitativa possui certo nível de subjetividade, os resultados podem diferir entre uma referência ou outra, porém não podem apresentar tendências de crescimento ou decréscimo discrepantes, visto que se baseiam em metodologias fundamentais.

[68] Revista Up-to-Date®, Nº 82 – Como Construir Cenários Macroeconômicos.

Dessa maneira, alguns indicadores que consistem em aspectos quantitativos apresentarão resultados mais objetivos como, por exemplo, a projeção para a economia e o consumo energético; entretanto, indicadores que abordam dinâmicas sociais terão resultados qualitativos, não gerando necessariamente traduções numéricas.

Sendo assim, para a elaboração desta etapa foram utilizadas como referências as informações obtidas de estudos provenientes de órgãos institucionais oficiais, como a Empresa de Pesquisa Energética – EPE[69] em parceria com o Ministério de Minas e Energia – MME, que publicaram o Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE 2022 (MME/EPE, 2013) e o Plano Nacional de Energia - PNE 2030 (MME/EPE, 2007); além do PNUD que apresentou dados relacionados às tendências de desenvolvimento humano e uma projeção para 2050 (PNUD, 2014). Logo, os cenários temporais ora apresentados partiram das projeções indicadas por estes estudos supracitados.

Ressalta-se que algumas informações são expostas do ponto de vista qualitativo, por falta de estudos que apresentem projeções temporais definidas, como no caso das tendências de uso do solo e do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

Quanto aos índices de PIB, IDH, consumo de energia, crescimento demográfico e tendências para os próximos anos foi considerada a manutenção do *status quo*[70] do modelo de desenvolvimento.

Por fim, prospectar o futuro permite compreender o meio ambiente; permite que os municípios se planejem diante das constantes mudanças; facilita a criação das redes de troca de informações locais e a integração entre as diferentes áreas; oferece uma visão global do ambiente e suas redes de ligações e identifica novas oportunidades de negócio. Logo, esta análise constitui-se como um importante instrumento para planejamentos futuros e elaboração de políticas públicas.

[69] O Plano Nacional de Energia 2030 (PNE) elaborado em 2008 sob a coordenação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) teve por objetivo fornecer subsídios para a formulação de uma estratégia sustentável de expansão da oferta de energia.
[70] Termo em latim: estado atual das coisas, do momento que se encontra.

Tendências para a Economia

O setor econômico é um dos segmentos mais sujeitos a alterações dos indicadores em função de fatores externos, como por exemplo crises comerciais, mudanças de governo, intempéries climáticas, movimentos e reformas sociopolíticas, entre outros. Partindo desse princípio, um desastre natural e a realização de um grande evento (como a copa do mundo, olimpíadas, etc.) pode gerar mudanças significativas nos índices de investimentos e PIB.

Segundo os estudos do Plano de Desenvolvimento Energético (MME/EPE, 2013), o PIB nacional crescerá a uma taxa média de 4,75% ao ano (a.a), enquanto o PIB mundial crescerá 4,0 a.a. até 2022. A projeção de crescimento é apresentado na Tabela 10.3.1.

Tabela 10.3.1 – Projeção de taxa de crescimento do PIB (média no período).

Indicadores econômicos	Projeção	
	2013-2017	2018-2022
PIB Nacional (% a.a)	4,5%	5,0%
PIB Mundial (% a.a)	3,9%	4,0%

Fonte: MME/EPE, 2013.

Os investimentos, especialmente aqueles voltados à infraestrutura, são imprescindíveis para manter um crescimento econômico de longo prazo elevado e de forma sustentável. Na Tabela 10.3.2 são apresentadas as taxas de investimento capazes de sustentar o crescimento econômico brasileiro no período.

Tabela 10.3.2 – Projeção da taxa de investimento (% PIB).

Indicadores econômicos	Projeção	
	2013-2017	2018-2022
Investimento Total (taxas de investimentos a preços correntes)	20,5%	21,7%
Investimento Público (inclui empresas estatais e federais)	3,3%	3,9%

Fonte: MME/EPE, 2013.

Ainda de acordo com o PDE (MME/EPE, 2013) o grande propulsor dos investimentos nacionais será o setor de petróleo e gás natural, beneficiado pelas recentes descobertas de hidrocarbonetos na camada do pré-sal.

É importante auferir a devida importância à participação dos setores primário, (representado pela agropecuária), secundário (representado pela indústria) e terciário (representado pelo segmento de prestação de serviços), em relação a sua contribuição ao PIB nacional. A Tabela 10.3.3 apresenta estes dados e sua projeção por quinquênio.

Tabela 10.3.3 – Participação setorial relativa – PIB nacional

Valor Adicionado (%)	Projeção	
	2013-2017	2018-2022
Agropecuária	5,2	5,4
Indústria	28,3	28,7
Serviços	66,4	66,0

Fonte: MME/EPE, 2013.

Conforme vem sendo observado nas últimas décadas, o setor da agropecuária exibe a menor participação proporcional econômica, enquanto o setor terciário abrange a maior parcela. Todos os setores tendem a permanecer sem muitas alterações no período registrado. A proeminência do segundo e terceiro setor indica uma demanda maior por energia para as próximas décadas.

O crescimento econômico e o valor do PIB não se refletem necessariamente na melhoria das condições de qualidade de vida, nível de desenvolvimento social ou distribuição de renda da população, mas podem se tornar um parâmetro para sua avaliação e compreensão.

Tendências para Demografia e Índices de Desenvolvimento Humano (IDH)

A Dinâmica Demográfica e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) estão intrinsecamente relacionados, sendo que o desequilíbrio do primeiro tem consequências diretas sobre o segundo. O crescimento populacional desenfreado acarreta diversos prejuízos para a vida em sociedade, principalmente no tocante ao consumo dos recursos naturais, degradação ambiental e desigualdade social.

Seguindo a tendência que vem se consolidando nas últimas décadas, o crescimento populacional tende a diminuir, conforme evidencia a Tabela 10.3.4, que demonstra as taxas de crescimento demográfico tendo como recorte a região sul em comparação à taxa nacional.

Tabela 10.3.4 – Projeção da taxa de crescimento demográfico (média anual).

Unidade territorial	Projeção População		Projeção Domicílios	
	2013-2017	2018-2022	2013-2017	2018-2022
Sul (% a.a)	0,6	0,5	2,2	2,1
Brasil (% a.a)	0,7	0,6	2,2	2,0

Fonte: MME/EPE, 2013.

Além disso, o estudo (MME/EPE, 2014) salienta que o perfil da população brasileira tende a se alterar em alguns aspectos, principalmente no tocante à

distribuição da faixa etária, observada pelo envelhecimento da população, e pela queda na taxa de fecundidade, intensificando a inversão da pirâmide etária.

Outro fenômeno em progressão que tenderá a se manter, tanto no cenário macro, quanto em nível regional, é o deslocamento do contingente populacional das áreas rurais em direção às áreas urbanas. A Tabela 10.3.5 ilustra a projeção destes índices de acordo com o estudo do Plano Nacional de Energia (2007).

Tabela 10.3.5 – Projeção da taxa de urbanização.

Unidade territorial	Projeção População	
	2020	2030
Sul (% a.a)	88,3	89,7
Brasil (% a.a)	86,8	88

Fonte: MME/EPE, 2007.

Conforme se observou no Capítulo 6.3.1 – Organização Política e Territorial, a dinâmica demográfica no oeste catarinense segue a mesma tendência, ou seja, o crescimento da urbanização principalmente associado ao processo de êxodo rural.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é publicado anualmente pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Este indicador serve como instrumento de divulgação e comunicação na sociedade sobre o status atual do desenvolvimento humano em geral. Entretanto, este instrumento deve ser analisado como uma fonte primária de perguntas, não como de respostas definitivas sobre o desenvolvimento de um país.

O relatório mais recente sobre o IDH, apresentado em 2014, apresenta dados atualizados quanto ao futuro da humanidade, evidenciando a necessidade de se enfrentar os desafios ambientais mais urgentes, assumindo as responsabilidades dos impactos provocados principalmente pelo progresso dos países ricos, de modo que os avanços do desenvolvimento humano poderão regredir drasticamente.

Ainda de acordo com Comim (2009), a mudança climática será o grande desafio de nossa geração devido aos seus impactos cumulativos, irreversíveis, imprevisíveis e sistemáticos, comprometendo a disponibilidade dos recursos naturais e afetando os recentes avanços ligados ao desenvolvimento humano.

Fazer previsões em longo prazo sobre o desenvolvimento humano é um tanto quanto ambicioso e arriscado, devido à complexidade e variabilidade econômica dos países, entretanto, este exercício é realizado entre os órgãos governamentais para direcionamento das ações.

Segundo estimativas da ONU (PNUD, 2014), no cenário pessimista, as catástrofes ambientais lançariam cerca de 2,7 bilhões de pessoas na pobreza extrema em todo o mundo. Desse total, 1,9 bilhões seriam de novas pessoas lançadas à pobreza pela degradação ambiental, enquanto outras 800 milhões seriam de gente impossibilitada de sair da miséria por causa das calamidades ambientais.

Estes dados reforçam a mensagem central do relatório de que as ameaças ambientais estão entre os impedimentos mais graves para o aumento do desenvolvimento humano, e que suas consequências para a pobreza tendem a ser mais elevadas.

Outras perspectivas mundiais são evidenciadas no documento supracitado, as quais estão relacionadas à vulnerabilidade de regiões menos favorecidas, especialmente quanto ao aquecimento global e às mudanças climáticas, interferindo na redução do IDH.

Um horizonte mais otimista é esperado como resultado da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), realizada em 2012 no Rio de Janeiro. Durante o encontro foi decidido pelos países integrantes da ONU, a criação de uma Agenda Pós-2015, que está em fase de construção, com 17 temas. Estas metas deverão substituir os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio[71], cujo prazo termina em 2015 e possui oito eixos voltados principalmente para o combate à extrema pobreza.

A Cúpula Humanitária Mundial está programada para 2016 e neste período, pode ser que hajam elementos novos para a construção de novos cenários.

Tendência para o Setor Energético

Entre os tipos de energia disponíveis, a energia elétrica é a que se apresenta mais presente no modo de vida contemporâneo e a mais acessível e versátil para o uso comum. No Brasil predominam as fontes de energia renovável, proveniente principalmente do aproveitamento do potencial hidrelétrico nacional, chegando a abranger uma parcela de 85%, contrastando à média mundial que soma somente 19% (VENTURA FILHO, 2013).

[71] Em 2000, a ONU – Organização das Nações Unidas, ao analisar os maiores problemas mundiais, estabeleceu 8 Objetivos do Milênio – ODM, que no Brasil são chamados de 8 Jeitos de Mudar o Mundo – que devem ser atingidos por todos os países até 2015. http://www.objetivosdomilenio.org.br/

Ainda de acordo com o autor, o crescimento do consumo de energia elétrica cresce junto com a economia, fato que pode ser visualizado através da relação que estabelece com o crescimento do PIB. De acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE), atualmente, cerca de 18% da população mundial não têm acesso à eletricidade, logo, supõe-se que há o potencial de crescimento elétrico acelerado para as próximas décadas.

O Brasil configura-se no cenário mundial como um dos poucos países autossuficientes em suprimento de energia, principalmente vislumbrando o aproveitamento das reservas de pré-sal, que alavancarão ainda mais esse índice.

A previsão para o consumo de energia elétrica envolve questões de ordem demográfica, social e econômica, considerando que além do desenvolvimento e crescimento da produção industrial, questões relacionadas ao incremento de renda estimulam também o crescimento de consumo de energia elétrica nas residências, visto que a posse e uso de equipamentos eletrônicos tende a aumentar. A Tabela 10.3.6 apresenta estes dados.

Tabela 10.3.6 – Consumo energético nacional e projeção para a próxima década.

Indicador	2013	2022	Variação % a.a. 2013-2022
Consumo de eletricidade (TWh)	520	785,1	4,7
Consumo de energia per capita (tep/hab/ano)	1,28	1,78	3,8

Fonte: MME/EPE, 2013.

A participação do consumo de energia por setores ainda é de destaque para o setor industrial, que atualmente representa 40% do consumo. Porém, este é o setor que não apresentará crescimento significativo, enquanto os setores comercial e residencial apresentarão aumento superiores, conforme mostra a tendência na Tabela 10.3.7.

Tabela 10.3.7 – Consumo nacional de eletricidade por setor.

Ano	Residencial	Industrial	Comercial	Outros	Total
	Consumo (GWh)				
2013	121.890	190.914	83.230	70.527	466.561
2022	178.659	257.397	138.979	96.974	672.008
Período	Variação (%)				
2013 - 2022	4,3	3,4	5,8	3,6	4,1

Fonte: MME/EPE, 2013.

A projeção revela que apesar dos setores industrial e residencial representarem a maior parte da demanda energética do quadro nacional, é o setor comercial que irá crescer significativamente.

Em relação à perspectiva da evolução da matriz de energia elétrica mundial, o estudo de Ventura Filho (2013) prevê que a participação das fontes de energia elétrica no âmbito mundial não se alterariam, prevalecendo os combustíveis fósseis (petróleo, carvão) como principal fonte, apresentando um crescimento médio de 2,2% ao ano do período de 2010 a 2030 e representando 66% da participação. A participação de fontes renováveis evoluiria de 11% em 2010 para 16% no cenário de 2030.

Por outro lado, o PNE 2030 (2007) prevê o investimento em geração de energia elétrica como prioridade para as próximas décadas considerando que deverá acompanhar a evolução dos demais setores da economia e da produção, onde predominará o segmento de prestação de serviços (ou seja, o setor terciário) e uma participação maior da indústria dentro do PIB total.

No âmbito global, a maior parte dos investimentos de expansão do setor elétrico se concentrarão no objetivo da geração de energia elétrica (somando US$ 168 bilhões) que representa 59% do montante previsto para o setor, em detrimento dos investimentos em transmissão e distribuição, que representam 24% e 17% do total, respectivamente (PNE 2030, 2007).

Tendências para o Uso de Recursos Hídricos

O uso da água é essencial para o desenvolvimento econômico e socioambiental da humanidade, devido a sua importância em diversas atividades. São muitos os interesses e conflitos gerados pela abundância ou escassez deste recurso, por isso a importância da gerência das águas.

A gerência dos recursos hídricos tem como objetivo solucionar conflitos e evitá-los, além disso, visa compatibilizar a demanda de acordo com as disponibilidades, e tratar problemas ocasionados por eventos críticos e/ou desastres ambientais como cheias, secas e degradação da qualidade das águas, entre outros.

O marco regulatório que rege a gestão das águas no Brasil é a Lei Federal Nº 9.433, de 1997 – a Lei das Águas - que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos e seu respectivo aparato institucional, constituído pelas entidades

que compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh).

São grandes os desafios deste gerenciamento, dada a complexidade da disposição e dos diversos usos deste bem. No Brasil um dos setores que mais usufruem este recurso é o agronegócio, sendo que, neste caso o maior desafio é conciliar a expansão produtiva com o menor impacto ambiental.

De acordo com as Projeções do Agronegócio, elaborado pelo Ministério da Agricultura e publicado em junho de 2014, o Brasil deve utilizar cerca de 53 milhões de hectares para a produção de grãos, com perspectivas de aumentar esta área em 8,2% até 2023, passando para 57,3 milhões de hectares. Segundo projeções realizadas pelo Ministério da Integração Nacional (MI, 2011), a área ocupada com irrigação para 2033 poderá estar entre 7 milhões a 9,7 milhões de hectares, o que representa um acréscimo que varia de 56% a 119% em relação ao censo de 2006.

Em janeiro deste ano (2014) foi publicada a Política Nacional de Irrigação (Lei Federal Nº 12.787/2014), que tem por objetivo incentivar a ampliação de áreas irrigadas e aumentar a produtividade dentro de um modelo ambientalmente sustentável.

Nesta perspectiva, a irrigação deve estar compatibilizada com a disponibilidade hídrica, considerando o contexto da bacia hidrográfica onde está inserida. Para que isto se concretize é fundamental que ocorra de fato uma integração entre as políticas de irrigação e dos recursos hídricos, conforme exposto na Lei 12.787, Art. 3º, Incisos I e II, que determina que os Planos de Irrigação devem estar em consonância com os Planos de Recursos Hídricos e que na sua elaboração sejam consultados os comitês de bacias de sua área de abrangência.

Os maiores desafios para uma política dos recursos hídricos estão na implantação efetiva dos instrumentos de gestão das águas, que em resumo são: i) outorga de uso dos recursos hídricos baseado no balanço hídrico em nível de bacia hidrográfica; ii) redes de monitoramento; iii) sistemas de informações; iv) quantificação dos volumes utilizados; e v) fiscalização da demanda com monitoramento de uso. Insere-se também neste contexto a questão da infraestrutura hídrica necessária para a garantia da demanda, conservação do meio ambiente e aumento da disponibilidade.

Boa parte destas dificuldades está relacionada com a falta de articulação entre órgãos gestores de recursos hídricos estaduais e municipais, suporte financeiro ao sistema inadequado e pouco organizado, falta de constituição e operação das agências de bacias, além da falta de incentivo à representação de usuários no sistema.

De acordo com Cruz (2014) os desafios não se restringem a questão da irrigação, vão muito além, pois a Lei Federal Nº 9.433/97, no Art 3º, determina a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental (Inciso III) e a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo (Inciso V).

Atividades como a suinocultura, a bovinocultura, a piscicultura e outras podem causar significativos impactos aos recursos hídricos, pois, além de demandarem água para a atividade em si, a produção de resíduos provenientes dessas atividades possui forte potencial poluidor. A pesquisa e o desenvolvimento de técnicas de coleta, tratamento e destinação dos resíduos sólidos e líquidos proveniente destas atividades, bem como a reutilização desses como fertilizantes e seus impactos, precisam ser fomentadas, reconhecidas e amplamente divulgadas.

Entre outras questões mais recentes que se inserem como desafios, estão ações previstas no Código Florestal, Lei Federal n° 12.651/2012, bem como os debates sobre economia verde e os serviços ambientais.

No contexto regional deste estudo, tanto a avicultura como a suinocultura são atividades relevantes para a economia, possibilitando o desenvolvimento tanto do campo como da cidade, porém, não se pode desprezar os riscos de poluição provocados pelos dejetos destes animais, que atingem milhões de habitantes que utilizam os rios, lençóis freáticos e o próprio Aquifero Guarani, um dos maiores reservatórios aquíferos do mundo.

Contudo, o que se pode considerar a respeito dos recursos hídricos no oeste catarinense é que a conservação das águas e a preservação ambiental são fundamentais, tanto para o ecossistema, como para a sociedade e sua economia. Para que isto seja possível é necessário que a sociedade, empresas e órgãos públicos façam se organizem de maneira integrada e comprometida, auxiliando os municípios na resolução de problemas, num movimento de gerenciamento das

águas conforme estabelecido na Lei Federal 11.445/07[72], que em resumo objetiva garantir o futuro das próximas gerações, para que estas possam usufruir conscientemente deste bem esgotável e essencial a vida de todos.

Tendências para a Questão Indígena Local

Conforme mencionado no Capítulo 6.3 - Diagnóstico da Socioeconomia e no Capítulo 7 – Avaliação Ambiental Distribuída (AAD), na região do Baixo Chapecó existem duas Terras Indígenas (TI) que se encontram em contextos distintos. Efetivamente, a Terra Indígena Xapecó constitui-se em terra indígena oficialmente reconhecida desde 1902, onde vivem cerca de seis mil indígenas, ao passo que a Terra Indígena Araçaí encontra-se em processo de regularização fundiária e ainda não abriga nenhum indígena.

Como está em tramitação a disputa judicial e regularização da TI Araçaí acredita-se que no cenário até 2030 este aspecto esteja equalizado com a definição final.

Tendências de Evolução para Vegetação e Uso do Solo

- **Integridade da Vegetação**

Para a construção do cenário evolutivo relacionado à cobertura de vegetação nativa da bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó, adotou-se como premissa a aplicabilidade da legislação ambiental, sobretudo o Código Florestal - Lei Federal n° 12.651/2012, no que tange o contexto da proteção e recuperação florestal das Áreas de Preservação Permanente (APPs) localizadas às margens dos cursos d'água.

Para a formulação de um cenário tendencial, foram levantadas as classes de uso do solo presentes nas faixas do rio Chapecó, rio Chapecozinho e demais rios tributários (perenes e intermitentes). Mesmo com algumas exceções apresentadas pela Lei Federal Nº 12.651/2012, como parâmetro geral foram consideradas as distâncias estabelecidas pelo Art. 4º desta legislação:

[72] A Lei 11.445/07 – Lei Federal do Saneamento Básico aborda o conjunto de serviços de abastecimento público de água potável; coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, além da limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos. Também estipula prazos para que os municípios apresentem "Plano Municipal de Saneamento", que a princípio estava marcado para final de 2014 e com Decreto 8211, de 21/03/2014 foi prorrogado para 31/12/2015.

> Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:
> I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
> a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
> b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
> c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
> d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
> e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (LEI FEDERAL Nº 12.651/2012).

Considerando o Artigo supracitado, para todo o trecho do rio Chapecó, que em alguns pontos excede os 200 metros, adotou-se a faixa de APP de 200 metros. Para o rio Chapecozinho, que em muitos pontos excede os 50 metros, foi adotada a faixa de APP de 100 metros. Já para os demais rios tributários perenes e intermitentes presentes na bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó, adotou-se a APP de 30 metros. Desta forma, através do levantamento das classes de uso e cobertura do solo presentes nas faixas estabelecidas, permitiu-se a projeção do cenário tendencial para 2030.

Buscando maior respaldo em relação ao parâmetro metodológico utilizado, considerou-se também a aplicabilidade do Decreto Federal Nº 8.235, de 5 de maio de 2014, que instituiu o programa de apoio à regularização ambiental de imóveis rurais, e que visa, sobretudo, atender ao disposto na legislação ambiental quanto à obrigatoriedade da manutenção das Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal e a promoção de recomposição da vegetação (caso ocorrida a supressão) mediante a adesão ao Programa de Regularização Ambiental – PRA.

Neste contexto, considerando apenas a manutenção e recuperação das Áreas de Preservação Permanente localizadas nas margens dos corpos d'água e nas distâncias estabelecidas para um cenário futuro até 2030, sem a implantação dos empreendimentos, estima-se que aproximadamente 9.319ha de áreas agrícolas, incluindo pastagens e 678 ha de plantio comercial destinado à silvicultura, seriam convertidos em vegetação nativa. Estes valores juntos representam um incremento de 8% do total da vegetação do Trecho Baixo Chapecó.

Para os próximos anos, caso a legislação ambiental seja cumprida a rigor, e que sejam aplicados os programas de apoio e incentivo à preservação e

recuperação do meio ambiente, espera-se uma ruptura no processo de desflorestamento e a conversão dos usos alternativos do solo e das áreas consolidadas (exceto para casos especiais), em florestas naturais, especialmente ao longo dos cursos d' água.

Não menos importante para o contexto macroeconômico é atentar para as características fundiárias da região, onde o predomínio é por pequenas propriedades rurais, e que, devido à necessidade da otimização do uso do solo, restringem-se em manter apenas pequenas porções de áreas de vegetação nativa no interior das propriedades, sendo que estas áreas não são contiguas aos fragmentos florestais das áreas vizinhas.

Neste contexto, vale ressaltar que, de acordo com a Lei 12.651/2012, cada propriedade deve dispor de 20% do total de sua área destinado à Reserva Legal, e que esta deve priorizar a formação de corredores ecológicos (com outra Reserva Legal, Área de Preservação Permanente ou outra área legalmente protegida).

A aplicabilidade efetiva da legislação ambiental pressupõe que uma nova dinâmica de distribuição em relação às manchas de vegetação natural se estabeleça. Este fato é atribuído pelo incremento do tamanho dos remanescentes de vegetação já existentes e das relações de conectividade entre os remanescentes florestais através da formação de contínuos corredores florestais.

- **Uso do Solo**

De acordo com Denardin e Sulbach (2003) *apud* Testa (1996), a região oeste é constituída predominantemente por pequenas propriedades, (com até 94% das propriedades com área inferior a 50 ha), com atividade agrícola exercida predominantemente por mão de obra familiar, baixo nível de instrução formal, predominância pelo uso de tração animal e baixa adoção de tecnologia.

Em decorrência das alterações dos modos de vida da população rural frente à necessidade da alteração do sistema de produção requerido para inserção nas agroindústrias, além da ausência de dados concisos relacionados à expansão da atividade agrícola na região; permite-se apenas estabelecer referências e tendências sobre cenários temporais para a região.

No contexto regional as culturas temporárias são as principais espacializações da agricultura, especialmente na área de estudo do Baixo Chapecó.

De acordo com Denardin e Sulbach (2003), a região oeste é a principal produtora de milho e soja do Estado. A cultura de milho demonstrou um declínio de 17% em área colhida entre os anos de 1985 a 1995, a produção de soja apresentou no mesmo período analisado a redução de 67,6% da área colhida. Porém, segundo SEBRAE (2010/2013), em relação à área destinada ao plantio de culturas temporárias, entre os anos de 2003 a 2010 houve um declínio na faixa de 24%. Seguindo a mesma tendência, em relação às culturas permanentes, consideram-se reduções ainda mais expressivas, no vulto de 33% da área plantada no mesmo período.

Em contrapartida, observa-se um aumento significativo em relação ao efetivo de rebanho na região, especialmente pela diversificação da produção agrícola através da expansão das áreas destinadas à pecuária, em especial a suinocultura e avicultura empresarial, via sistema especializado e em parceria.

Ao considerar a premissa de aplicação da legislação ambiental, a tendência é de que a conversão de áreas cobertas por vegetação em áreas destinadas às atividades agrossilvipastoris seja controlada. Ainda deve-se prever o acréscimo da substituição de culturas agrícolas por áreas de silvicultura com espécies de potencial madeireiro, vista a crescente demanda de mercado.

Diante dos dados obtidos para a macrorregião oeste como um todo, espera-se para o cenário tendencial até 2030, ainda a diminuição do ritmo de crescimento da área agrícola no Trecho Baixo Chapecó (já expressivo), consequentemente a redução da área destinada às culturas temporárias e permanentes.

No contexto regional, frente a potencial sofisticação das práticas aplicadas no meio rural, é ainda considerável a alteração na dinâmica e evolução do uso da terra, sobretudo em relação à agropecuária, silvicultura e produção em cadeia agroindustrial.

Importante salientar que em função da ausência de séries históricas definidas, onde os dados restringem-se a informações pontuais, não se permite estabelecer padrões para o desenvolvimento de cenários futuros relacionados ao uso do solo, através de hipóteses e perspectivas baseadas na análise dos referenciais descritos.

Tendências Gerais para Santa Catarina e Oeste Catarinense

Como afirma o Diagnóstico deste estudo, a mesorregião Oeste Catarinense tem o município de Chapecó caracterizado como pólo. Este município atende a

maior parte das demandas regionais como prestação de serviços, variado comércio, e, além disso, é reconhecido nacionalmente como a capital da Agroindústria.

Um setor chave para o desenvolvimento do Oeste Catarinense é o agropecuário. Setor que apresenta uma característica voltada para produtos que exigem o beneficiamento local, como aves, suínos e leite, propiciando maiores efeitos multiplicadores, não só para os municípios, mas para a região como um todo. No entanto, assim como mencionado no Capítulo 6.3 – Diagnóstico da Socioeconomia, este setor enfrenta fragilidades, como a falta de sucessão familiar, escassez de mão de obra qualificada, entre outros fatores.

A busca por soluções a esses e outros problemas enfrentados pelo setor faz-se necessária para que as unidades de estabelecimentos agropecuários consigam se manter no mercado. Nesse contexto, o desenvolvimento de cenários prospectivos pode auxiliar como ferramenta na busca de soluções e oportunidades.

O Setor Agropecuário é o objeto de estudos dessa prospecção, considerando a concentração desta atividade na região, onde inúmeros municípios se destacam. Compreender o desenvolvimento dessa cadeia, torna-se portanto, fundamental para compreender o crescimento econômico da Mesorregião Oeste Catarinense, que por sua vez, pode se dar de maneira distributiva e inclusiva a todos os municípios do oeste.

Assim como já apontado anteriormente, para se prospectar o futuro é necessário conhecer o presente. Neste sentido, a região deste estudo encontra-se resumida conforme segue, com destaque aos pontos positivos e negativos elencados a seguir:

- Aumento da participação da Agroindústria como atividade principal da economia – positivo;
- Aumento das instabilidades macroeconômicas – negativo;
- Fechamento de indústrias-chave – negativo;
- Crescimento do setor leiteiro – positivo;
- Diminuição da área agricultável – negativo;
- Aumento da produção de mercadorias com maior valor agregado – positivo;
- Aumento da diversificação de produtos na agricultura – positivo;
- Crescimento das Instituições de Ensino Superior – positivo;

- Aumento da informatização do sistema de arrecadação – positivo;
- Aumento da realização de grandes eventos de agronegócio, indústria e serviços – positivo;
- Diminuição das atividades da Secretaria de Negócios do Oeste – negativo;
- Valorização dos imóveis – negativo e positivo;
- Ampliação das linhas aéreas e do aeroporto – positivo;
- Insuficiência no abastecimento de água, coleta de lixo e saneamento básico – negativo;
- Desenvolvimento do complexo de saúde – positivo;
- Aumento do crédito, volume de financiamentos e incentivos federais – positivo;
- Aumento da expectativa de vida – positivo;
- Crescimento desordenado – negativo.

Com base nestes dados, é possível verificar os problemas e demandas a serem trabalhadas no futuro, visando o desenvolvimento econômico sustentável. Neste sentido, os eixos de crescimento são: ampliação do aeroporto, melhoria no complexo de serviços, além de investimentos para inovação e tecnologia, apoio à pesquisa e aos investimentos na produção de alimentos com maior valor agregado, entre outros.

10.3.3. Cenário de Médio a Longo Prazo Com os Empreendimentos

No item anterior foram identificados os movimentos das principais variáveis socioeconômicas e ambientais capazes de traduzir as alterações em curso na área em estudo, impulsionadas pelo avanço das atividades produtivas. Concomitantemente, foram analisadas as estimativas populacionais do Plano Nacional de Energia – 2030 no contexto da bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó, procurando-se identificar as tendências de adensamento da apropriação do espaço geoeconômico regional.

Com base nestas perspectivas, foram avaliados os efeitos cumulativos e sinérgicos decorrentes dos impactos dos aproveitamentos hidrelétricos, de modo a projetar a configuração futura do Trecho Baixo Chapecó para o horizonte temporal de 10 a 20 anos.

A implantação e operação de empreendimentos provocarão alterações nas áreas diretamente atingidas pelos reservatórios, estruturas de apoio e áreas de preservação permanente, podendo ocorrer diferenciadas pressões sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos, bem como, novos fatores com efeitos sobre as interações socioeconômicas, culturais e políticas.

Para caracterizar e avaliar os efeitos decorrentes dos impactos que poderão ser causados por essas pressões, foram estabelecidos os seguintes critérios, tomando por base os trabalhos desenvolvidos nas fases anteriores:

I. Análise de potenciais conflitos futuros;
II. Seleção dos impactos permanentes mais relevantes, como preconiza o Manual de Inventário Hidroelétrico – MME (2007);
III. Avaliação dos impactos e análise da cumulatividade e sinergia dos seus efeitos, considerando de modo integrado e simultâneo a implantação e operação dos aproveitamentos previstos para a bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó.

A partir desse entendimento, não foram considerados impactos temporários, provenientes da fase de implantação dos empreendimentos, como é o caso de alguns impactos sobre a Socioeconomia (Interferência sobre a Circulação e Mão de Obra Local, Interferências sobre Áreas Urbanas ou Pressão sobre as Condições de Vida, dentre outros).

10.3.4. Conflitos Futuros e/ou Potencializados

O desenvolvimento econômico e tecnológico, com consequente elevação da produção agropecuária e industrial, aliado ao crescimento demográfico, aumenta a demanda pelo uso da água para diversas finalidades. Assim, a preocupação com os recursos hídricos e com os usos múltiplos da água tem induzido, em todo o mundo, uma série de medidas governamentais e sociais, objetivando viabilizar a continuidade das diversas atividades públicas e privadas, em particular aquelas que incidem diretamente sobre a qualidade de vida da população.

Os rios, lagos, represas artificiais tem um conjunto de serviços ambientais de altíssimo valor econômico e social (TUNDISI; MATSUDA-TUNDISI, 2010). Os autores abordam ainda, que:

> [...] estes serviços estão diretamente relacionados com o papel físico, químico e biológico, no conjunto de complexos fatores que regulam o

> funcionamento dos ecossistemas e tem um papel relevante na integração ecológica-econômica e repostas à perturbação. (TUNDISI; MATSUDA-TUNDISI, 2010, p. 68).

Além disso, a implantação de um aproveitamento hidrelétrico acarreta transformações espaciais e sociais que podem ser de natureza negativa ou positiva. O conflito surge no momento em que as apropriações do território, de acordo com interesses e intenções de uso distintos entre atores ou grupos, convergem e divergem. No que tange a implantação de usinas hidrelétricas há sempre uma tensão entre a finalidade da produção de energia, hoje prioridade no Brasil, e os demais usos da água existentes e futuros.

Como premissa para as próximas análises, considera-se que aqueles conflitos já presentes no contexto atual possam ser potencializados com a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos no trecho de estudo. Além disso, com a alteração do espaço e a inserção de novos atores, podem emergir novas situações de conflito tendo em vista os impactos previstos para cada contexto.

Deste modo a tarefa de definir os conflitos futuros no uso de um determinado corpo d'água, constitui uma tarefa árdua e que pode muitas vezes não dar o devido "peso" a cada tipo de uso. Lisbôa et al. (2010) afirmam que é consenso que os mecanismos de identificação de conflitos são imprecisos, e eventos isolados podem fazer parte de mais de uma categoria, a depender da percepção e das definições. À medida que os sistemas políticos e sociais mudam e evoluem, esta cronologia e os tipos de registros e categorias também se transformam e se desenvolvem.

Na área de estudo do Baixo Chapecó os principais usos da água são a dessedentação animal, abastecimento urbano, abastecimento para produção rural e recreação. Como já explorado no Diagnóstico (Capítulo 6.1.6.5 – Usos Consuntivos), a região teve sua ocupação por pequenas propriedades nas margens dos rios, dada principalmente pelo terreno mais plano e uso intensivo do solo, acarretando assim, um dos maiores conflitos em relação à qualidade de água. Nesse sentido, destaca-se que esses conflitos perpassam o uso pelas atividades sociais e econômicas da população humana, mas, compromete a biodiversidade tanto aquática como terrestre, bem como os serviços ecossistêmicos a ele inerente.

Assim, estes conflitos podem aflorar da mobilização civil já consolidada, como podem originar-se pela articulação de atores que até então não tinham seus modos de vida comprometidos.

Neste contexto, pode-se destacar como conflito principal o abastecimento público, uma vez que do ponto de vista social e econômico essa atividade pode ser considerada no mesmo nível de importância da produção de energia. Na região, os municípios que utilizam a água do rio Chapecó ou de tributários para o abastecimento público são: Quilombo, Águas de Chapecó, São Carlos (diretamente do rio Chapecó) e Nova Erechim, Formosa do Sul (tributários da bacia).

Nesse âmbito, também é interessante levantar a questão da compensação social financeira – que privilegia o município que recebe a casa de força – e do repasse de royalties. Algumas prefeituras confrontam a instalação dos aproveitamentos em seus territórios, podendo se opor ou oferecer restrições a eles, dependendo dos impactos sobre a infraestrutura e ao sistema público municipal.

Em relação ao turismo, estima-se que poderão ocorrer situações de conflitos de interesses nos municípios de Águas de Chapecó, São Carlos e Quilombo, os quais contam com águas termais em seus territórios, sendo que em Quilombo, além das piscinas de águas termais, em seu território localiza-se o Salto Saudades, importante ponto turístico do município.

Associado a isso, em relação ao uso de recreação, as característica físicas e morfológicas da bacia proporcionam ambientes com alto valor cênico e de recreação (pesca esportiva, uso de moto aquática, banhos, entre outros). No trecho do Baixo Chapecó, podem ser elencados uma série de áreas de "*camping*" ou propriedades particulares com esse fim, tanto no canal principal como em seus tributários.

A necessidade de deslocamento compulsório das famílias é caracterizada como um potencial conflito que ocorre com a implantação de empreendimentos hidrelétricos, fundamentalmente pela necessidade das áreas destinadas à formação do reservatório, delimitação da faixa ciliar e demais infraestruturas necessárias para a concepção do empreendimento.

Este processo de remanejamento populacional pode ocasionar a ruptura de laços familiares e comunitários (vizinhanças), comprometendo a memória coletiva que é responsável pelo sentimento de identificação do indivíduo com o espaço, ou seja, o *habitus* (Bourdieu, 2003) da população realocada. Para que este conflito seja

minimizado, são realizados planos de remanejamento e readequação destas famílias permitindo que as mesmas permaneçam ou mantenham os vínculos de vizinhança, mesmo em outros locais.

Além disso, para as famílias que permanecem na área, processos indenizatórios e a interferência sobre a relação que estas estabelecem com os recursos hídricos podem se tornar motivo de apreensão.

O uso da água para a dessedentação animal se dá tanto de forma direta, com locais onde o gado tem acesso ao rio; como indireta, a transposição dessa água até açudes e bebedouros de animais domésticos e de criação.

Essa condição de incerteza cria o potencial de mobilização dessa comunidade rural, além da articulação com movimentos de ideologia simpatizante como o MAB. Em muitos casos de implantação de aproveitamentos hidrelétricos o MAB integra-se com as comunidades atingidas pelos aproveitamentos, a fim de discutir aspectos de indenizações e perda de atividades produtivas.

Outro ponto importante a ser avaliado são os impactos sobre a comunidade ictiofaunística que se estenderão sobre todo o trecho de estudo; a sua magnitude, porém, é avaliada no Capítulo 10.5 – Avaliação dos Impactos Negativos, especificamente devido às suas dimensões. Em relação à Atividade Pesqueira, o Capítulo 6.3.3.7 do Diagnóstico mostrou que a pesca local tem a principal finalidade de subsistência familiar e complemento de renda, portanto, a ocorrência de alteração na dinâmica de espécies e quantidade de pescado poderá acarretar uma interferência sobre os modos de vida dessa comunidade pesqueira.

Por fim, quanto à questão indígena, a principal problemática que poderá se manifestar na região está relacionada a TI Araçaí, considerando um cenário em que ocorrerá a desocupação das propriedades rurais estabelecidas atualmente, para dar espaço ao assentamento das famílias Guarani (que encontram-se provisoriamente na TI Xapecó).

Caracterização das Propriedades

Conforme discutido no Diagnóstico do Meio Socioeconômico, apesar do crescente processo de urbanização, os municípios avaliados para o estudo possuem características essencialmente rurais. Este modo de vida se reflete na estrutura

econômica, modos de produção e na constituição do setor secundário agroindustrial, formando um *habitus* característico.

Tendo em vista o fato que os aproveitamentos hidrelétricos localizam-se em áreas rurais dos municípios, essas características tradicionais prevalecem nas propriedades potencialmente afetadas pela sua implantação e serão um dos pilares de análise para os cenários temporais e quantificação e qualificação dos impactos.

Apesar dos 09 aproveitamentos hidrelétricos abrangerem uma considerável extensão de terra, transpondo 14 municípios, as características entre estes são homogêneas quanto à formação territorial, histórica e socioeconômica.

Acompanhando as características apresentadas a respeito da estratificação de terras dos estabelecimentos agropecuários, é possível aferir que as propriedades que margeiam o trecho de estudo compõem a faixa de até 50 hectares, considerando-as pequenas propriedades de acordo com a média do módulo fiscal da região[73].

Partindo dessa premissa, foi levado em consideração como referência para o cálculo da estimativa de propriedades potencialmente afetadas, estudos anteriores de cadastros socioeconômicos realizados na região, o qual trata da razão entre a dimensão do reservatório e o número de propriedades cadastradas (onde se obteve a média de 1 propriedade a cada 3,43 hectares). Essa lógica foi estendida para os aproveitamentos em questão, considerando a dimensão do reservatório de cada um.

A mesma lógica foi utilizada para a estimativa do número de famílias, aplicando a média de famílias por propriedade resultante de CSEs anteriores (que corresponde a uma média de 1,5 famílias por propriedade) para o cálculo dos demais aproveitamentos.

A Tabela 10.3.8 apresenta o perfil dos principais aspectos locais, considerando os municípios abrangidos pelos aproveitamentos em questão. Por meio da utilização do mapa de Uso do Solo (122.01-AAI-FIS-A2-034-1/1) foi possível realizar a caracterização dessas propriedades por aproveitamento, onde prevalecem as categorias de uso agropastoril e vegetação e a proporção que ocupam na área total considerada atingida.

[73] * Informações obtidas através do Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola - CEPA (2005).

Tabela 10.3.8 – Perfil das propriedades por aproveitamento hidrelétrico

Aproveitamento Hidrelétrico	Municípios de abrangência	Área do reservatório (ha)	Estimativa das propriedades potencialmente afetadas	Estimativa de famílias potencialmente afetadas	Uso do solo Agropastoril (%)	Uso do solo Vegetação (%)
Saudade	▪ São Domingos ▪ Ipuaçu ▪ Entre Rios	230,09	67	101	29,2	31,7
Nova União	▪ Entre Rios ▪ Ipuaçu ▪ Lajeado Grande ▪ Xanxerê	82,96	24	36	13,1	52,2
Marema	▪ Marema ▪ Entre Rios	126,21	37	55	13,7	52,9
Foz do Chapecozinho	▪ Quilombo ▪ Entre Rios	196,86	57	86	14,7	35,7
Foz do Xaxim	▪ Quilombo ▪ Coronel Freitas ▪ Marema	656	191	286	31,3	25,7
Santo Antônio	▪ Águas Frias ▪ Coronel Freitas	550,16	160	241	21,5	22,7
Nova Erechim	▪ Águas Frias ▪ Coronel Freitas ▪ Nova Erechim	150,19	44	66	4,5	28,7
Porto Ferreira	▪ Nova Itaberaba ▪ Coronel Freitas ▪ Nova Erechim	545	159	238	22,4	20,4
Águas de Chapecó	▪ Saudades ▪ Águas de Chapecó ▪ São Carlos ▪ Nova Erechim	560	163	245	9,4	16,8

* Informações obtidas através do Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola - CEPA (2005).

É importante ressaltar que o número de propriedades não necessariamente corresponderá ao número de famílias residentes, visto que para cada propriedade há a possibilidade de estarem vinculados mais de um núcleo familiar; da mesma forma que uma propriedade pode estar desocupada e/ou destinada somente para a produção.

Observa-se que não existem disparidades discrepantes com relação à estrutura fundiária na região. Logo, as especificidades aparecem em relação ao uso do solo, sendo que o AHE Foz do Xaxim, AHE Saudade, AHE Porto Ferreira e AHE Santo Antônio apresentam uma predisposição maior à agropecuária, enquanto AHE Nova Erechim e AHE Águas do Chapecó revelam menor proporção de área com esta finalidade.

No entanto, a maior parcela de uso do solo potencialmente atingida pelos aproveitamentos (reservatório, APP e demais estruturas necessárias) é destinada à vegetação nativa, destacando o AHE Marema o qual chega a ocupar 52% do território total do futuro reservatório.

- **Programas, Projetos e Planos Propostos para a Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó**

Neste item são apresentados os Programas, Projetos e Planos propostos por órgãos governamentais, que estão relacionados com a área de estudo por questões do âmbito ambiental, de desenvolvimento regional, planejamento estratégico e uso de recursos hídricos, tanto em nível nacional quanto regional.

- **Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH**

Estabelecido pela Lei Federal Nº 9.433/97, é um dos principais instrumentos que orienta a gestão dos recursos hídricos no Brasil. De acordo com o site do Ministério do Meio Ambiente (MMA), o conjunto de diretrizes, metas e programas que constituem o plano foi construído em amplo processo de mobilização e participação social. O objetivo geral do Plano é:

> Estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, gerenciando as demandas e considerando ser a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social (MMA, 2014).

O PNRH se constitui como norteador de metas e diretrizes dos demais planos e projetos que contemplam o gerenciamento de recursos hídricos. Sua aplicação se dá através dos Estados e em Santa Catarina por meio do PNRH/SC, que será detalhado a seguir.

Por se tratar de um Plano com ação direta nos conflitos sociais de uso da água, na área de estudo sua aplicação beneficiará o gerenciamento dos recursos hídricos prevendo as demandas como abastecimento, irrigação, pesca e inserção de reservatórios.

- **Plano Nacional de Segurança Hídrica– PNSH**

O PNSH foi lançado em agosto de 2014 pela Agência Nacional de Águas – ANA em parceria com o Ministério da Integração Nacional e o Banco Mundial no âmbito do Programa de Desenvolvimento do Setor Águas (INTERÁGUAS). Segundo o portal do governo brasileiro:

> O objetivo do plano é definir as principais intervenções estruturantes e estratégicas de recursos hídricos para o país, tais como: barragens, sistemas de adução, canais e eixos de integração, que são necessárias para garantir a oferta de água para o abastecimento humano e para o uso em atividades produtivas. As ações também devem contribuir para a redução dos riscos associados a eventos críticos (cheias e secas) nas áreas mais vulneráveis (PORTAL BRASIL, 2014).

Para cumprimento de seus objetivos, o Programa está estruturado em três componentes setoriais: (i) Gestão de Recursos Hídricos; (ii) Água, Irrigação e Defesa Civil; e (iii) Abastecimento de Água e Saneamento.

O Plano Nacional de Segurança Hídrica tem dois horizontes de trabalho, o primeiro vai até 2020 e tem como foco a identificação das demandas efetivas do setor de recursos hídricos, o que inclui um estudo integrado dos problemas de oferta de água e controle de cheias em áreas vulneráveis, além da análise de estudos, planos, projetos e obras. E o segundo horizonte, o PNSH considera o ano de 2035 como prazo para o alcance das intervenções propostas pelo estudo, que visa integrar as políticas públicas do setor de recursos hídricos.

Uma das diretrizes do Plano é que as obras tenham natureza estruturante com abrangência interestadual ou relevância regional, pois o estudo analisará os usos setoriais da água sob a ótica dos conflitos pelos recursos – existentes e

potenciais – e dos impactos na utilização da água em termos de quantidade e qualidade.

A questão da segurança hídrica está associada à garantia da oferta de água para o abastecimento humano e para as atividades produtivas, de forma a que se possa enfrentar as secas e estiagens ou qualquer desequilíbrio entre a oferta e a demanda de água que signifique restrição ao consumo e, consequentemente, ao desenvolvimento econômico e regional. Por outro lado, também devem ser enquadradas no âmbito da segurança hídrica as medidas relacionadas ao enfrentamento de eventos críticos de cheias e ao controle necessário para a redução dos riscos associados a eventos críticos (secas e cheias).

O Plano Nacional de Segurança Hídrica é uma das ações do INTERÁGUAS que visa à articulação das ações do setor de recursos hídricos. Com abrangência nacional, o Plano tem foco em áreas críticas em termos de cheias ou secas, como: Nordeste Setentrional e bacia do rio Parnaíba; São Paulo e Rio de Janeiro; Região Sul; e Leste da Bahia e Norte de Minas Gerais.

Em Santa Catarina, o Alto Uruguai a qual pertence à área deste estudo, foi enquadrado como área crítica e com isso foi contemplado no Plano de Segurança Hídrica, que é desenvolvido através dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

- **Plano de Saneamento Básico**

Através da Lei Federal Nº 11.445/2007, foi estabelecido que os titulares dos serviços públicos de saneamento básico devem formular suas respectivas políticas públicas de saneamento, através da elaboração de Planos de Saneamento Básico.

O Plano de Saneamento Básico deve abranger o diagnóstico da situação e de seus impactos na condição de vida, através de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos. O Plano também deverá estabelecer objetivos e metas de curto, médio a longo prazo para universalização do acesso, dirimindo programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas traçadas.

Em Santa Catarina, o Plano de Saneamento Básico é desenvolvido pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável – SDS através dos Planos Municipais de Saneamento Básico para as cidades com até 10 mil habitantes, o que corresponde a 61% dos municípios catarinenses. Santa Catarina foi o primeiro Estado a cumprir a

Lei Federal 11.445/07. O prazo para concluir os Planos Municipais de Saneamento, bem como desenvolver as ações foi prorrogado até 2015, o que faz com que mais municípios desenvolvam o Plano.

Dos quarenta e três municípios inseridos na área de estudo, trinta e dois possuem menos de 10 mil habitantes, ou seja, cerca de 74% dos municípios possuem o Plano Municipal de Saneamento ou terão até 2015, todavia o município de Chapecó, que possui mais de 10 mil habitantes, é referência no modelo de aplicação do Plano para o Estado.

A implementação deste Plano é imperativa para a região em foco, visto que, conforme indicou o Capítulo 6.3.3.5 – Infraestrutura Básica, grande parte dos domicílios utilizam largamente a fossa rudimentar como forma de destinação final do esgoto sanitário, fato que apresenta potencial poluente de corpos d'água, além de contribuir para o surgimento de doenças de transmissão hídrica e parasitárias.

- **Projeto Oeste de Santa Catarina – PROESC**

O Serviço Geológico do Brasil – CPRM e o Governo do Estado de Santa Catarina, através da EPAGRI e Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDM, atual Secretaria de Desenvolvimento Sustentável – SDS, conceberam o Projeto Oeste de Santa Catarina – PROESC com o intuito de conhecer as águas subterrâneas do Oeste Catarinense.

O principal objetivo desse projeto é avaliar as condições dos recursos hídricos subterrâneos da região, destacando suas condições geológicas e hidrogeológica, potencialidades, qualidade físico-químicas das águas subterrâneas e aspectos construtivos dos poços tubulares. Para atingir o objetivo, foram realizados no período entre 1998 e 2002, estudos multidisciplinares de mapeamento geológico, cadastramento dos poços tubulares, estudos hidrológicos, climatológicos e hidroquímicos.

O projeto surgiu da necessidade de programar medidas, face à deficiência de qualidade e quantidade de água para satisfazer a população e as agroindústrias da região. Embora o Oeste seja bem servido dos recursos hídricos superficiais, é frequente a ocorrência de estiagens e secas. Logo, foi necessário o projeto para criar alternativas de abastecimento que atendesse a população e não prejudicasse a economia da região, uma vez que as agroindústrias são grandes consumidoras de

água. Por esse motivo o PROESC ainda é atuante em todo o Oeste Catarinense, sendo norteador para as políticas públicas de abastecimento de água e economia municipal.

É importante estudos dessa natureza em locais de interesse hidroelétrico para dar subsídios aos levantamentos geotécnicos de forma que a implantação de empreendimentos não impacte sobre as áreas subterrâneas, quer seja na alteração do nível freático, quer seja na criação qualidade dessas águas.

- **Programa de Aceleração do Crescimento – PAC 2**

Criado em 2007, o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) promoveu a retomada do planejamento e execução de grandes obras de infraestrutura social, urbana, logística e energética do país, contribuindo para o seu desenvolvimento acelerado e sustentável. Em 2011, o PAC entrou na sua segunda fase, com o mesmo pensamento estratégico, em parcerias com estados e municípios.

- **Recursos Hídricos**

Uma das ações propostas no PAC 2 é a implantação da Adutora de água do rio Chapecozinho, obra que atenderá os municípios de Chapecó, Xanxerê, Xaxim e Cordilheira Alta, e que no momento está no estágio de ação preparatória que antecede a licitação.

Segundo dados divulgados pelo Governo do Estado de Santa Catarina, o projeto terá investimento total de R$ 200 milhões, garantindo fornecimento de água para os próximos 50 anos, principalmente em épocas de estiagem. O projeto prevê ainda a construção de uma estação de tratamento de água, próxima a captação no Rio Chapecozinho, e dois reservatórios nas cidades de Xaxim (3,5 milhões de litros) e Xanxerê (6 milhões de litros).

Dessa maneira, os projetos para uso da água inseridos no rio Chapecozinho deverão levar em consideração a área de abrangência da futura adutora, além de garantir a qualidade da água no seu retorno.

- **Transportes/Projetos Ferroviários**

Conforme já descrito no Capítulo 6.3 – Socioeconomia, o PAC2 prevê dois projetos de infraestrutura de transporte para a região: o Corredor Ferroviário de

Santa Catarina, que fará a ligação do Oeste ao litoral do Estado – fazendo o percurso de Itajaí–Chapecó–Dionísio Cerqueira/SC (Ferrovia do Frango – EF-487) – o qual se encontra em licitação de projeto; e a linha Extensão da Ferrovia Norte-Sul - Panorama/SP – Chapecó/SC - Rio Grande/RS (EF-486) – que atravessa a área de estudo no sentido sul a norte, percorrendo os municípios de Coronel Freitas, Xaxim, Marema, Entre Rios, Quilombo, Santiago do Sul e São Domingos; o qual, segundo site do Governo Federal está em execução.

Essas duas ferrovias quando estiverem em operação garantirão o escoamento da produção do Oeste de Santa Catarina para os principais pontos de distribuição, como é o caso da Ferrovia do Frango que interligará os municípios de Dionísio Cerqueira no extremo oeste até o Porto de Itajaí no litoral, passando por municípios como Coronel Freitas e Chapecó (opção 1) ou Xanxerê (opção 2), facilitando a exportação das agroindústrias.

Importante salientar que a etapa de estudos ambientais para a análise de viabilidade dos empreendimentos hidrelétricos Porto Ferreira, Foz do Chapecozinho e Foz do Xaxim devem considerar a compatibilidade da geração de energia com os traçados dos projetos ferroviários que constam no Capítulo 6.3.1.2 – Acessibilidade.

- **Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH/SC**

De acordo com a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável do Estado de Santa Catarina, o PERH visa orientar as ações estaduais referentes ao gerenciamento de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, de forma estratégica e integrada, fundamentando-se nas diretrizes estabelecidas pelo mesmo.

A proposta do PERH prevê:

- O diagnóstico da disponibilidade hídrica dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, em termos quantitativos e qualitativos;
- O diagnóstico das demandas atuais dos recursos hídricos no Estado de Santa Catarina e suas projeções, diretamente, ou através da análise dos planos, programas, ou ações setoriais relacionadas aos recursos hídricos, nas entidades setoriais pertinentes, no âmbito estadual, ou em outros Estados com interesses nos mesmos mananciais. Onde forem notadas oportunidades de desenvolvimento não utilizadas, deverá haver uma abordagem pró-ativa, antecipando-se aos interesses setoriais específicos;

- A articulação/compatibilização das demandas hídricas no âmbito de cada bacia e Região Hidrográfica, com as respectivas disponibilidades;
- A articulação/compatibilização do ordenamento acima realizado, por bacia e Região Hidrográfica, com planos de ordenamento territorial e de desenvolvimento regional, no âmbito estadual, resultando no Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH/SC.

A finalidade central é a de propor medidas para reverter ou evitar conflitos identificados em função dos resultados de balanços hídricos quali-quantitativos, com ênfase às bacias críticas e aos problemas emergenciais.

Tais medidas deverão compor um panorama integrado de planejamento da gestão dos recursos hídricos do Estado, considerando, em paralelo, aspectos de dominialidade das águas.

Todavia, segundo informações da Diretoria de Recursos Hídricos de Santa Catarina, o Plano Estadual (PERH/SC) apenas deverá ser executado com base nos Planos de Bacias, previsto para o final de 2016. Somente depois dessa data que se iniciará o processo de implementação do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

- **Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH**

Conforme a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável do Estado de Santa Catarina, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos foi idealizado com o objetivo de integrar os órgãos públicos, o setor produtivo e a sociedade civil organizada visando assegurar o controle da água e sua utilização quantiqualitativa.

Baseado no PERH/SC, o órgão é incumbido de estabelecer as diretrizes da política de recursos hídricos, com vistas ao planejamento das atividades de aproveitamento e controle dos recursos hídricos no território do Estado de Santa Catarina.

Como Conselho Estadual de Recursos Hídricos, sua atuação no Comitê de Bacia e na Secretaria de Recursos Hídricos é de extrema importância para a articulação e planejamento de projetos que envolvam conflitos de uso.

- **Projeto de Abastecimento Público dos municípios de Xanxerê, Xaxim, Cordilheira Alta e Chapecó**

Em janeiro de 2014 a FATMA concedeu a Licença Ambiental Prévia para a implantação do Projeto de Abastecimento Público dos municípios de Xanxerê, Xaxim, Cordilheira Alta e Chapecó. O objetivo do projeto é melhorar as condições de abastecimento público de água, considerando a problemática de estiagem a qual sofrem os municípios contemplados, sendo que os atuais mananciais de abastecimento não suprem a demanda da população e da agroindústria.

Diante do exposto, a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) propõe a implantação de um novo sistema de abastecimento captando a água do rio Chapecozinho. O período de projeto está fixado em 22 anos, com início de operação do sistema no ano de 2014 e final de plano previsto para o ano de 2035.

- **Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó – PEGI**

O PEGI propõe orientar ações em relação aos recursos hídricos da área de abrangência da bacia, com uma perspectiva estratégica, visando à proposição de medidas para reverter ou evitar conflitos identificados nos balanços hídricos entre as demandas dos usuários e as ofertas disponibilizadas pela natureza. Logo, sua finalidade central é auxiliar no desenvolvimento de uma base de conhecimentos e estratégias para a construção gradativa e participativa do Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas consideradas.

- **Levantamento Aerofotogramétrico**

O Governo de Santa Catarina, por meio da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável – SDS finalizou, em janeiro de 2013, o levantamento aerofotogramétrico em todo o estado de Santa Catarina.

Esse projeto faz com que o Estado catarinense seja o pioneiro na restituição hidrográfica em alta precisão e base hidrográfica Ottocodificada. Os dados geoespaciais poderão ser utilizados para várias finalidades, entre elas, qualificação dos planos de bacias hidrográficas, planejamento costeiro, regularização fundiária, estudos de potencial hidroelétrico, auxílio à definição de áreas de risco para

realocação de moradias e planejamento urbano, qualificação das medidas efetivas de proteção às comunidades e ao meio ambiente, planos diretores municipais, planejamento de ocupação de áreas urbanas/rurais, planejamento e construção de estradas, entre outros. O serviço resultou em mais de 70 mil aerofotos em alta resolução de todo o território catarinense.

A restituição é o mapeamento de todo o sistema hidrográfico, utilizando uma técnica manual, com visualização tridimensional, que respeita as ondulações naturais do relevo. Já a Ottocodificação é uma metodologia baseada na delimitação das áreas de contribuição exclusiva para cada trecho da rede hidrográfica, que recebe um endereçamento. Este modelo é utilizado pelo Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Sigreh) e Agência Nacional de Águas (ANA).

Logo, o conhecimento do território é fundamental para sua administração e planejamento de políticas públicas orientadas ao desenvolvimento em diversos setores. Em áreas como o rio Chapecó, onde se deve conciliar diversos usos da água com o uso e ocupação do solo, ter o levantamento aerofotogramétrico concluído fundamenta o planejamento da região e auxilia nos zoneamentos municipais, servindo de instrumento de área espacial.

- **Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó**

O comitê é um órgão colegiado, de caráter consultivo e deliberativo, vinculado ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH, instituído pelo Decreto Nº 3.498, de 08/09/2010, parágrafo único. A atuação do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica dos Rios Chapecó e Irani, compreende a área da bacia hidrográfica do rio Chapecó e rio Irani.

De acordo com o Regime interno do Comitê de Gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Chapecó e Irani, os objetivos são:

> I - promover o gerenciamento descentralizado, participativo e integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó/Irani e seus contíguos, sem dissociação dos aspectos quantitativos e qualitativos, dos Recursos Hídricos em sua área de atuação;
> II - promover a integração de ações na defesa contra eventos hidrológicos críticos, que ofereçam riscos à saúde e à segurança públicas, assim como prejuízos econômicos e sociais;
> III - adotar a Bacia Hidrográfica como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento;
> IV - reconhecer o recurso hídrico como um bem público, de valor econômico, cuja utilização deve ser cobrada, observando os aspectos de quantidade, qualidade e as peculiaridades da bacia hidrográfica;

> V - combater e prevenir as causas e efeitos adversos da poluição, das inundações, das estiagens, da erosão do solo e do assoreamento dos corpos de água nas áreas urbanas e rurais;
> VI - compatibilizar o gerenciamento dos Recursos Hídricos com o desenvolvimento regional e com a proteção do meio ambiente;
> VII - promover a maximização dos benefícios econômicos e sociais resultantes do aproveitamento múltiplo dos Recursos Hídricos superficiais e subterrâneos assegurando o uso prioritário para o abastecimento das populações;
> VIII - estimular a proteção das águas contra ações que possam comprometer o uso atual e futuro (SDS, 2014).

O comitê é formado por membros pertencentes a órgãos institucionais, como a SDS e secretárias municipais, assim como é aberto para a participação civil. A deliberação de ações e metas no âmbito preservacionista da bacia, conta com o diálogo de outras associações de interesse público, como a AMOSC.

- **Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR**

O Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR é uma modalidade do Programa Minha Casa Minha Vida, porém, direcionado às famílias que vivem em área rural, que incluem agricultores e trabalhadores que integram essa força de trabalho, além de populações tradicionais, como: agricultores familiares, trabalhadores rurais, assentados do Programa Nacional de Reforma Agrária – PNRA, quilombolas, extrativistas, pescadores artesanais, ribeirinhos, indígenas e demais comunidades tradicionais.

Promove a organização civil desse segmento da população, integrando-os com órgãos institucionais, como prefeituras, secretarias, governos estaduais; e com órgãos privados como ONGs, associações, sindicatos entre outros.

Os recursos são provenientes do Orçamento Geral da União – OGU e fornecem subsídios para a construção de unidades habitacionais em área rural, bem como para a reforma de unidades e núcleos comunitários.

No Oeste de Santa Catarina os municípios de Chapecó, Galvão, Irani, Nova Itaberaba, Santa Terezinha do Progresso, São Bernardino, São Carlos, São Lourenço do Oeste, Saudades, Serra Alta, Sul Brasil e Xanxerê foram atendidos pelo PNHR entre 2009 e 2013 com 10 mil famílias beneficiadas.

- **Projeto Santa Catarina Rural – SC Rural**

Anteriormente denominado de Programa Microbacias, o Programa Santa Catarina Rural iniciou em 1984 e foi segmentado em quatro Projetos: Projeto Microbacias (1984), Projeto Microbacias/Bird 1 (1991 a 1999), Projeto Prapem/Microbacias 2 (2002 a 2009), e por fim, Programa SC Rural (2010 a 2016).

Considerando a microbacia hidrográfica como unidade de planejamento, estes projetos envolveram ações referentes ao desenvolvimento econômico, ambiental e social do meio rural de forma sustentável, através de Projetos de Recuperação, Conservação e Manejo dos Recursos Naturais.

Dentre as ações pode-se destacar a implantação do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado pela SDS e o planejamento de dois Corredores Ecológicos nas Bacias do Rio Timbó e do Rio Chapecó.

Atualmente o SC Rural apóia planos e projetos com um enfoque amplo, que pode abranger um município, um grupo deles e mesmo uma determinada região. Tem como objetivo potencializar a competitividade das organizações da agricultura familiar por meio do fortalecimento e estruturação das suas cadeias produtivas.

Este projeto é coordenado pela Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca, através da Secretaria de Estado de SC Rural, tendo como executora suas empresas vinculadas Epagri e Cidasc, a Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS, Secretaria de Infraestrutura – SIE, Secretaria de Turismo, Cultura e Esporte – SOL, Fundação do Meio Ambiente – FATMA e Batalhão da Polícia Militar Ambiental de Santa Catarina.

Como a agricultura é a base da economia no Oeste de Santa Catarina, o SC Rural é um facilitador para o agricultor na área de estudo, que também predomina a agricultura como base da economia e o setor secundário com indústrias de insumos e produção agroindustrial.

- **Plano Diretor da Estiagem**

De elaboração da Fundação de Amparo a Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – Fapesc e Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC com investimento da Secretaria de Estado da Defesa Civil, o Plano Diretor da Estiagem tem o objetivo de ser um diagnóstico georreferenciado da evolução dos fatores condicionantes da seca e a estiagem no Oeste de Santa Catarina. Entre as

ações estão a conscientização da população sobre o cenário, fortalecimento a resiliência dos municípios e implantação de estratégias de gestão hídrica.

O Estudo na região abrangerá 118 municípios nas microrregiões de São Miguel do Oeste (21), Chapecó (38), Xanxerê (17), Concórdia (15) e Joaçaba (27). A problemática da Estiagem no Oeste de Santa Catarina está sendo levantada devido ao número de registros terem aumentado nos últimos anos. Entre os anos de 2002 e 2012 foram 1003 registros. Somente em 2006, foram 194 decretações por causa da falta de chuva, muitas vezes ocasionadas por bloqueios atmosféricos, que atingem a região Oeste de Santa Catarina.

O Plano Diretor da Estiagem iniciou em agosto de 2014 com previsão de término em abril de 2015, dentre as atividades que serão desenvolvidas estão: diagnóstico com a distribuição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, caracterizações climáticas da região, da natureza do solo, ocupação das terras e evolução das demandas e gastos de água, também será desenvolvido a resiliência das cidades abrangidas pelo estudo.

10.4 Seleção e Hierarquização dos Indicadores de Impactos

Os Indicadores de Impactos socioambientais foram definidos baseando-se nas etapas anteriores e estão relacionados com as interações entre os componentes-síntese estudados (Tabela 10.4.2). Considera-se nesta etapa os impactos de efeito negativos permanentes decorrentes da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

Para cada componente-síntese foram definidos os referidos Indicadores de Impactos, os quais foram hierarquizados do mesmo modo que na etapa da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD). Com o objetivo de minimizar a subjetividade da avaliação de impactos, foi realizada a hierarquização destes, resultando no Grau de Ponderação (W) de cada impacto avaliado. Esta etapa também seguiu o método de análise hierárquica preconizado pelo Manual de Inventário Hidroelétrico (MME, 2007), desenvolvido por Thomas L. Saaty.

Ponderação dos Indicadores: Obtenção do Índice de Impacto Socioambiental

Os resultados obtidos em cada um dos componentes-síntese foram sistematizados de acordo com o grau de magnitude do impacto. A escala de magnitude para atribuição dos pesos variou entre 0 e 1,00, considerando-se 1 (um) para o máximo grau do impacto e 0 (zero) para a sua ausência, conforme Tabela 10.4.1.

Tabela 10.4.1 – Escala de Classificação dos Indicadores de Impactos.

Escala de Classificação	Magnitude do Impacto
0 – 0,20	Baixo
0,21 - 0,40	Moderadamente Baixo
0,41 – 0,60	Médio
0,61 – 0,80	Moderadamente Alto
0,81 – 1,00	Alto

Para cada Indicador de Impacto foi realizada uma análise específica, cujos critérios de classificação permitiram definir uma escala de quantificação pelos especialistas. A Tabela 10.4.2 apresenta os Indicadores de Impactos Negativos para o Cenário de médio a longo prazo com os empreendimentos, de acordo com o respectivo componente-síntese.

Como resultado final, a Tabela 10.6.1, mais adiante, apresenta a importância relativa (peso) atribuída para cada Indicador de Impacto Ambiental, analisados no cenário prospectivo de médio a longo prazo com os empreendimentos.

Com base neste cenário também foram analisados os efeitos cumulativos e sinérgicos decorrentes dos impactos socioambientais para os aproveitamentos hidrelétricos ora estudados.

Tabela 10.4.2 – Indicadores de impactos negativos – Cenário de médio a longo prazo com os empreendimentos.

Componente-síntese	Tipo de Impacto	Método de Análise	Indicador de Impacto
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	**Negativo**	**Quantitativo**	Alteração da Qualidade da Água
			Bloqueio da Migração de Peixes
			Perda de Habitat para Ictiofauna
			Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística
			Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no trecho de Jusante
			Alterações da Velocidade de Água para Ictiofauna
			Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática
			Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios
			Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)
			Alteração do Regime Hídrico
			Alteração no Transporte de Sedimentos
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	**Negativo**	**Quantitativo**	Perda de Cobertura Vegetal Nativa
			Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação
			Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre
			Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas
			Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento
Socioeconomia	**Negativo**	**Quantitativo**	Interferência sobre Componente Indígena
			Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos
			Perdas de área de Potencial Uso Agropastoril
		Qualitativo	Deslocamento Compulsório das Famílias
			Interferência sobre o Modo de Vida da População
			Perda de Áreas de Potencial Minerário
			Alteração de Paisagem
	Positivo	**Qualitativo**	Alteração nas arrecadações municipais e tributárias

10.5 Avaliação dos Impactos Negativos

Apresenta-se a seguir a avaliação dos impactos socioambientais negativos decorrentes da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos na bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó. Conforme citado anteriormente, a avaliação de impacto foi realizada segundo os três componentes-síntese: Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, Meio Físico e Ecossistemas Terrestres e Socioeconomia.

Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos

- **Alteração da Qualidade da Água**

Para ponderar os impactos ambientais referentes à qualidade da água foram considerados os resultados da Modelagem Ambiental da Qualidade da Água (Capítulo 9) para os parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Amônia, Nitrato, Fósforo Orgânico e Fósforo Inorgânico.

O referido modelo considerou os dados decorrentes do Diagnóstico da Qualidade da Água, as características dos reservatórios e Trechos de Vazão Reduzida, a cumulatividade da cascata dos empreendimentos, a carga de poluentes dos tributários e o modelo hidrodinâmico.

Para o prognóstico de qualidade da água adotou-se os valores mais críticos de cada parâmetro encontrados na modelagem ($Q_{7,10}$ ou da Qmlt) dos empreendimentos.

Foram estabelecidos *scores* para cada parâmetro, levando em consideração os valores de referência adotados na Resolução CONAMA 357/2005 e comparando-os com os valores da modelagem. O *score* final foi composto pela soma dos valores de cada parâmetro, considerando 30% para o Oxigênio Dissolvido (0,0 a 0,3), 20% para DBO, Amônia e Fósforo Total (0,0 a 0,2) e 10% para o Nitrato (0,0 a 0,1). Portanto, o valor final somado variou de 0,0 a 1,0.

Critérios de classificação:

Baixo: Soma dos *scores* de 0 a 0,20

Moderadamente Baixo: Soma dos *scores* de 0,21 a 0,40

Médio: Soma dos *scores* de 0,41 a 0,60

Moderadamente Alto: Soma dos *scores* de 0,61 a 0,80

Alto: Soma dos *scores* de 0,81 a 1,00

Aproveitamento	Soma dos *Scores*	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	0,38	Moderadamente Baixo	0,38
Nova União	0,37	Moderadamente Baixo	0,37
Marema	0,42	Médio	0,42
Foz do Chapecozinho	0,29	Moderadamente Baixo	0,29
Foz do Xaxim	0,44	Médio	0,44
Santo Antônio	0,28	Moderadamente Baixo	0,28
Nova Erechim	0,29	Moderadamente Baixo	0,29
Porto Ferreira	0,31	Moderadamente Baixo	0,31
Águas de Chapecó	0,61	Moderadamente Alto	0,61

- **Bloqueio da Migração de Peixes**

A abordagem aqui empregada tem como foco as espécies migratórias visto que estas são as mais prejudicadas pelos represamentos, não apenas pelo bloqueio de sua rota migratória como também pela redistribuição temporal da vazão no trecho a jusante (AGOSTINHO et al., 2007). Está inserida nesse contexto a ocorrência de larvas de peixes migradores em face da sua relevância biológica e dinâmica populacional. As larvas amostradas nos pontos mais elevados do rio Chapecó (montante) foram computadas como indivíduos adultos junto aos pontos localizados no trecho baixo da área de estudo (jusante) em razão do processo de migração/recrutamento (migração reprodutiva ascendente).

A altura do barramento tem influência direta sobre a capacidade de transposição da ictiofauna de jusante para montante, bem como na sobrevivência de ovos, larvas e adultos no processo de deriva (Themag, 1998; Williamns, 1995; Ford, 1998). Em face da seletividade dos mecanismos de transposição, o conceito empregado neste estudo levou em consideração a manutenção das populações viáveis, substituindo a análise específica da ascensão de peixes bem sucedida (Pompeu, Agostinho & Pelicice, 2012).

O Salto Saudades representa o único obstáculo natural intransponível no Baixo Chapecó e está localizado no compartimento C1. Desse modo, para os empreendimentos localizados acima do Salto Saudades o referido impacto foi estabelecido como baixo.

Critérios de classificação:

Em razão dos poucos estudos que avaliam passagens de peixes na América do Sul e dos existentes enaltecerem problemas relacionados ao seu funcionamento,

tais como seletividade e predação na passagem a montante e a virtual ausência de migração para jusante, o critério de avaliação para o impacto foi considerado Alto (1) para todos os empreendimentos, salvo para a região supracitada do Salto Saudades (obstáculo natural intransponível).

Aproveitamento	Barramento / Obstáculo intransponível	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	Naturalmente Intransponível	Baixo	0,00
Nova União	Seletividade/Não transposição	Alto	1,00
Marema	Seletividade/Não transposição	Alto	1,00
Foz do Chapecozinho	Seletividade/Não transposição	Alto	1,00
Foz do Xaxim	Seletividade/Não transposição	Alto	1,00
Santo Antônio	Seletividade/Não transposição	Alto	1,00
Nova Erechim	Seletividade/Não transposição	Alto	1,00
Porto Ferreira	Seletividade/Não transposição	Alto	1,00
Águas de Chapecó	Seletividade/Não transposição	Alto	1,00

- **Perda de Habitat para Ictiofauna**

A perda de habitat foi estabelecida com base na área do reservatório. Segundo Agostinho et al. (2007), a adição de reservatórios em um rio implica em aumento da perda de habitats, em razão da fragmentação e perda da qualidade dos habitats remanescentes, afetando os recursos, a sustentabilidade e a integridade dos ecossistemas, podendo inclusive oportunizar a colonização de espécies introduzidas.

Critérios de classificação:

Baixo: 0 a 1,6 km^2 de área do reservatório

Moderadamente Baixo: 1,61 a 3,20 km^2 de área do reservatório

Médio: 3,21 a 4,80 km^2 de área do reservatório

Moderadamente Alto: 4,81 a 6,40 km^2 de área do reservatório

Alto: > que 6,41 km^2 de área do reservatório

Aproveitamento	Área do Reservatório	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	2,3 km^2	Moderadamente Baixo	0,29
Nova União	0,83 km^2	Baixo	0,10
Marema	1,26 km^2	Baixo	0,16
Foz do Chapecozinho	1,96 km^2	Moderadamente Baixo	0,25
Foz do Xaxim	6,56 km^2	Alto	0,83
Santo Antônio	5,5 km^2	Moderadamente Alto	0,69
Nova Erechim	1,5 km^2	Baixo	0,19

Aproveitamento	Área do Reservatório	Classificação	
		Classe	Peso
Porto Ferreira	5,45 km^2	Moderadamente Alto	0,69
Águas de Chapecó	5,6 km^2	Moderadamente Alto	0,70

- **Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística**

A perda da variabilidade genética reduz a habilidade das populações de se adaptarem em resposta às mudanças ambientais (potencial evolutivo). Em que pese ocorrer alguma mudança ambiental drástica, a população com maior diversidade genética apresenta maior chance de possuir pelo menos alguns indivíduos com uma característica genética que lhes permitam viver em tais condições. Se a diversidade genética é baixa, a população corre grande risco de não sobreviver, pois provavelmente não possuirão condições de se adaptarem a tal ambiente. A variabilidade genética, portanto, é importante para a persistência evolutiva das espécies (Solé-Cava, 2001).

Critérios de classificação:

Considerando que não há até este momento estudos comprobatórios da análise de características genéticas das populações ocorrentes na área do Baixo Chapecó, foi estabelecida como critério médio a perda de variabilidade genética para cada empreendimento.

Aproveitamento	Perda de variabilidade genética da população ictiofaunística	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	sem estudo específico para análise de característica genética	Alto	1,00
Nova União	sem estudo específico para análise de característica genética	Alto	1,00
Marema	sem estudo específico para análise de característica genética	Alto	1,00
Foz do Chapecozinho	sem estudo específico para análise de característica genética	Alto	1,00
Foz do Xaxim	sem estudo específico para análise de característica genética	Alto	1,00
Santo Antônio	sem estudo específico para análise de característica genética	Alto	1,00
Nova Erechim	sem estudo específico para análise de característica genética	Alto	1,00
Porto Ferreira	sem estudo específico para análise de característica genética	Alto	1,00
Águas de Chapecó	sem estudo específico para análise de característica genética	Alto	1,00

- **Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no Trecho de Jusante**

Embora esse trecho seja caracterizado por sua condição de rio natural, sua vazão torna-se reduzida fundamentalmente pela estrutura de concepção do aproveitamento hidrelétrico. Neste sentido, entende-se que sua principal função seja permitir a manutenção dos ecossistemas, bem como os usos da água.

Considerando que a alteração no regime hidrológico pode ter implicações na quantidade, qualidade e condições ambientais para a manutenção dos estoques de peixes, os impactos podem ser proporcionais também à distância de trecho de vazão reduzida, flutuações no nível de água e declividade com a presença de áreas isoladas e predadores. Nesse sentido, esse impacto considerou a extensão do trecho de vazão reduzida de todos os aproveitamentos hidrelétricos gerando uma medida referência, a média (para o critério médio) e a variância para determinar as demais classes.

Critérios de classificação:

Baixo: 0 a 1,71 km de trecho de vazão reduzida

Moderadamente Baixo: 1,72 a 5,96 km de trecho de vazão reduzida

Médio: 5,97 a 10,23 km de trecho de vazão reduzida

Moderadamente Alto: 10,24 a 14,49 km de trecho de vazão reduzida

Alto: > 14,49 km de trecho de vazão reduzida

Aproveitamento	Perda de variabilidade genética da população ictiofaunística	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	8,3 km	Médio	0,49
Nova União	4,8 km	Moderadamente Baixo	0,32
Marema	Não Possui	Baixo	0,00
Foz do Chapecozinho	1 km	Baixo	0,12
Foz do Xaxim	0,648 km	Baixo	0,08
Santo Antônio	9 km	Médio	0,53
Nova Erechim	Não Possui	Baixo	0,00
Porto Ferreira	12,1 km	Moderadamente Alto	0,67
Águas de Chapecó	Não Possui	Baixo	0,00

- **Alterações da Velocidade de Água para Ictiofauna**

A formação de um reservatório através de represamento promove diversas alterações no meio aquático, devido às mudanças que se estabelecem nos atributos físicos, químicos e biológicos do novo ambiente, sendo o impacto mais marcante

sobre a ictiofauna, sobretudo no seu hábito alimentar e processo reprodutivo (movimentação de ovos e larvas).

Aproveitamentos com menor diferença entre as médias de velocidade de água lótico/lênticos apresentam menor impacto. Assim, a avaliação deste impacto foi subsidiada pela diferença entre as velocidades médias pré e pós represamento (a média para o critério médio) e a variância para determinar as demais classes.

Critérios de classificação:

Baixo: Alterações da velocidade de água de 0 a 0,74 m/s

Moderadamente Baixo: Alterações da velocidade de água de 0,75 a 0,78 m/s

Médio: Alterações da velocidade de água de 0,79 a 0,82 m/s

Moderadamente Alto: Alterações da velocidade de água de 0,83 a 0,86 m/s

Alto: Alterações da velocidade de água >0,87 m/s

Aproveitamento	Alterações da velocidade de água para ictiofauna	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	0,73 m/s	Baixo	0,20
Nova União	1,12 m/s	Alto	1,00
Marema	0,97 m/s	Alto	1,00
Foz do Chapecozinho	1,06 m/s	Alto	1,00
Foz do Xaxim	0,86 m/s	Alto	0,93
Santo Antônio	0,66 m/s	Moderadamente Alto	0,18
Nova Erechim	0,73 m/s	Baixo	0,20
Porto Ferreira	0,75 m/s	Moderadamente Baixo	0,39
Águas de Chapecó	0,49 m/s	Baixo	0,13

- **Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-Aquática**

As grandes cachoeiras, com paredões de pedras expostos mesmo em épocas de cheia do rio, representam um ambiente utilizado como abrigo e para formação de ninho por aves como os andorinhões. O Salto Saudades representa a única cachoeira com essas características no Baixo Chapecó e está localizado no compartimento C1. No Salto também foi registrada uma espécie de anfíbio ameaçada de extinção, *Limnomedusa macroglossa*.

As condições ambientais do Salto Saudades já se encontram parcialmente alteradas em função da variação de vazão do rio decorrente de empreendimentos hidrelétricos em operação, localizados a montante. O reservatório proposto para o AHE Saudade, logo a montante do Salto Saudades (o qual se localiza no TVR deste

empreendimento), acarretará na redução significativa do fluxo de água da cascata, refletindo em uma alteração ainda maior das condições ambientais locais. O impacto maior ocorreria na etapa de implantação do empreendimento, em função das obras para construção da barragem, mas também se estenderia pela etapa de operação, devido a esta significativa redução de volume de água na cascata. A permanência ou recolonização das espécies associadas ao salto, como *L. macroglossa* e os andorinhões, é incerta.

Critérios de classificação:

Baixo: Ausência de cachoeira ou variação natural do fluxo de água na cachoeira

Moderadamente Baixo: Variação no fluxo de água na cachoeira ao longo do dia em função de hidrelétrica já implantada a montante

Médio: Variação no fluxo de água na cachoeira ao longo do dia em função da implantação de outras hidrelétricas a montante

Moderadamente Alto: Redução do fluxo de água na cachoeira promovida pela transformação do ambiente em TVR

Alto: Perda total da cachoeira com o alagamento (transformação em reservatório)

Aproveitamento	Alteração das condições ambientais de cachoeiras para fauna terrestre e semi-aquática	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	Redução crítica do fluxo de água na cachoeira promovida pela transformação da cachoeira em TVR	Moderadamente Alto	0,80
Nova União	Ausência de cachoeira de grande porte	Baixo	0,00
Marema	Ausência de cachoeira de grande porte	Baixo	0,00
Foz do Chapecozinho	Ausência de cachoeira de grande porte	Baixo	0,00
Foz do Xaxim	Ausência de cachoeira de grande porte	Baixo	0,00
Santo Antônio	Ausência de cachoeira de grande porte	Baixo	0,00
Nova Erechim	Ausência de cachoeira de grande porte	Baixo	0,00
Porto Ferreira	Ausência de cachoeira de grande porte	Baixo	0,00
Águas de Chapecó	Ausência de cachoeira de grande porte	Baixo	0,00

Todos os AHEs foram classificados como de impacto Baixo por não possuírem cachoeira de grande porte em sua área de reservatório ou TVR, com exceção do AHE Saudade, cujo TVR inclui o Salto Saudades e, por isso, foi considerado de impacto Moderadamente Alto. Foi atribuído o maior valor de peso para a classe Moderadamente Alto no AHE Saudade por ser a única cachoeira de grande porte presente nos rios principais da bacia.

- **Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios**

Pequenos tributários em conjunto com suas matas ciliares são ambientes significativos para a fauna, em particular para espécies de anfíbios associados a ambientes lóticos, como as do gênero *Proceratophrys* e as espécies *Vitreorana uranoscopa*, *Limnomedusa macroglossa* e *Hypsiboas curupi*, as quais são consideradas ameaçadas de extinção e, portanto, de maior preocupação quanto à conservação.

No Baixo Chapecó foram identificados 98 pequenos tributários dos rios Chapecó, Chapecozinho e Saudades. Parte desses tributários dos dois primeiros rios será afetada com a implantação dos reservatórios (Tabela 10.5.1).

Tabela 10.5.1 – Tributários dos rios Chapecó e Chapecozinho no Baixo Chapecó, com trecho alagado em função da implantação dos reservatórios.

AHE	Nº do tributário*	UTM 22J Sul – E	UTM 22J Sul – N	Extensão alagada dos tributários (m)		
				Total	Sem mata ciliar	Com mata ciliar
Saudade	9	340377	7050305	775	293	482
	10	345191	7049103	4	0	4
	12	344499	7048823	115	0	115
	13	342717	7047943	200	54	146
Foz do Chapecozinho	18	341440	7043216	10	0	10
	19	337494	7042950	317	186	131
	20	339068	7042834	941	0	941
	21	337069	7042641	894	158	736
	22	337138	7041069	331	305	26
Foz do Xaxim	25	334750	7039734	762	0	762
	28	334752	7039263	152	47	105
	29	331816	7039216	286	85	201
	32	331361	7038934	2.000	409	1.591
	33	331091	7038773	27	0	27
	39	334284	7036802	194	194	0
	40	333132	7036718	108	0	108
	44	331163	7035116	558	358	200
	46	333127	7034183	3.416	191	3.225
Marema	37	341094	7037289	766	0	766
	42	342961	7035327	9	0	9
	43	341271	7035263	142	84	58
Nova União	45	349220	7034826	267	0	267
	47	347530	7033728	495	0	495
Santo Antônio	54	323191	7028886	244	0	244
	55	323827	7027795	225	39	186
	56	328273	7027732	25	0	25
	57	319781	7027473	5.056	1.290	3.766
	58	320225	7027385	1.417	0	1.417
	59	324420	7027168	149	129	20
	60	327098	7026864	1.700	449	1.251
	61	323001	7026692	125	0	125
Nova Erechim	62	316940	7025744	271	23	248

AHE	Nº do tributário*	UTM 22J Sul – E	UTM 22J Sul – N	Extensão alagada dos tributários (m)		
				Total	Sem mata ciliar	Com mata ciliar
	63	317840	7025685	464	0	464
	64	318341	7024415	276	0	276
	65	316599	7024219	3.890	0	3890
Porto Ferreira	69	310535	7020132	711	83	628
	70	313448	7019768	153	0	153
	71	313846	7019402	150	0	150
	72	314075	7018830	3.189	0	3.189
	73	312472	7018233	1.095	0	1.095
Águas de Chapecó	74	306557	7017798	24	0	24
	75	308071	7017748	49	0	49
	76	306231	7017300	47	0	47
	77	305799	7017261	5	0	5
	79	304809	7016205	2.190	479	1.711
	82	304567	7015513	32	0	32
	85	304248	7012654	34	0	34
	86	306410	7011919	32	0	32
	87	305206	7010617	76	0	76
	88	305800	7009136	263	0	263
	89	303499	7008706	583	244	339
	90	302980	7008215	384	0	384
	91	307069	7008133	1.008	0	1.008
	92	304463	7008092	149	80	69
	93	305956	7007340	428	0	428

* Mapa 122.01-AAI-BIO-A2-013-1/5

O somatório dos trechos dos pequenos tributários dos rios Chapecó e Chapecozinho alagados para cada empreendimento são indicados na Tabela 10.5.2, apresentando-se a extensão dos tributários com e sem mata ciliar.

Tabela 10.5.2 – Resumo dos Tributários dos rios Chapecó e Chapecozinho no Baixo Chapecó, com trecho alagado em função da implantação dos reservatórios.

AHE	Extensão Total de Alagamento de Tributários (m)	Extensão alagada sem mata ciliar (m)	Porcentagem sem mata ciliar	Porcentagem de mata ciliar alagada
Saudade	1.094	347	31,7%	68,3%
Nova União	762	0	0%	100%
Marema	917	84	9,2%	90,8%
Foz do Chapecozinho	2.493	649	26,0%	74,0%
Foz do Xaxim	7.503	1.284	17,1%	82,9%
Santo Antônio	8.941	1.907	21,3%	78,7%
Nova Erechim	4.901	23	0,5%	99,5%
Porto Ferreira	5.298	83	1,6%	98,4%
Águas de Chapecó	5.304	803	15,1%	84,9%

A perda de mata ciliar de pequenos tributários foi medida pela extensão alagada desses cursos d'água com a formação dos reservatórios das hidrelétricas. A partir disso, os critérios de classificação dos empreendimentos foram definidos em

função da extensão total alagada dos pequenos tributários, conforme apresentado a seguir (Critérios de classificação).

A atribuição de pesos para cada AHE foi definida em função da porcentagem de tributários com mata ciliar, conforme Tabela 10.5.3. Neste caso, quanto maior a porcentagem, maior o índice, visto que, quanto maior a cobertura florestal ciliar atual, maior será o impacto.

Tabela 10.5.3 – Índices de peso para a Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios, em função da porcentagem de tributários com mata ciliar.

Porcentagem de tributários alagados com mata ciliar	Índices para o Peso		AHE
	Classificação Médio	Classificação Moderadamente Alto	
0 – 20%	0,41	0,61	-
20,1 – 40%	0,45	0,65	-
40,1 – 60%	0,50	0,70	-
60,1 – 80%	0,55	**0,75**	Saudade; Foz do Chapecozinho; Santo Antônio
80,1 – 100%	**0,60**	**0,80**	demais AHEs

Os AHEs Marema e Nova União foram classificados como de impacto Médio, pois a soma da extensão de alagamento de tributários ficou dentro do intervalo de 101m a 1.000m. E ambos apresentaram o índice máximo de peso visto que mais de 80% da extensão alagada possui mata ciliar.

Os demais aproveitamentos foram classificados dentro do critério de impacto Moderadamente Alto, pois a soma da extensão de alagamento de seus tributários ficou entre 1.001 m e 10.000 m. O peso foi de 0,75 para os AHEs Foz do Chapecozinho, Saudade e Santo Antônio por apresentarem entre 60% e 80% de mata ciliar nos tributários alagados, enquanto os demais AHEs, com mais de 80% de mata ciliar, receberam o peso 0,80.

Critérios de classificação:

Baixo: soma da extensão de alagamento de tributários <10 m

Moderadamente Baixo: soma da extensão de alagamento de tributários de 11 a 100 m

Médio: soma da extensão de alagamento de tributários de 101 a 1.000 m

Moderadamente Alto: soma da extensão de alagamento de tributários de 1.001 a 10.000 m

Alto: soma da extensão de alagamento de tributários >10.000 m

Aproveitamento	Extensão Total de Alagamento de Tributários (m)	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	1.094	Moderadamente Alto	0,75
Nova União	762	Médio	0,60
Marema	917	Médio	0,60
Foz do Chapecozinho	2.493	Moderadamente Alto	0,75
Foz do Xaxim	7.503	Moderadamente Alto	0,80
Santo Antônio	8.941	Moderadamente Alto	0,75
Nova Erechim	4.901	Moderadamente Alto	0,80
Porto Ferreira	5.298	Moderadamente Alto	0,80
Águas de Chapecó	5.304	Moderadamente Alto	0,80

- **Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)**

Phrynops williamsi (cágado-rajado) é uma espécie estritamente associada à ambientes lóticos e os dados disponíveis apontam para o seu desaparecimento nos locais onde o rio é transformado em reservatório (ambiente lêntico). Em função disto, a espécie foi considerada ameaçada de extinção (vulnerável) nos Estados do Paraná e Santa Catarina.

Há um segundo aspecto a ser considerado sobre *P. williamsi*. Apenas animais jovens parecem utilizar a maior parte dos trechos de vazão reduzida, como verificado no monitoramento da fauna da UHE Quebra Queixo (cágados de maior porte foram verificados apenas quando a vazão era alta, e perto da casa de força), ETS (2012). Isto pode indicar que esses trechos não apresentam condições adequadas para a sobrevivência dos adultos e implicam parcialmente em perda de habitat.

Para este impacto e para cada empreendimento, foi calculada a extensão de rio (Chapecó e Chapecozinho) convertida em reservatório somada à metade da extensão do TVR, como mostra a Tabela 10.5.4, pois, como citado acima, no TVR têm sido registrados apenas jovens, de modo que o TVR pode não representar habitat adequado para os adultos.

Tabela 10.5.4 – Comprimentos dos reservatórios e TVR dos empreendimentos.

AHE	Comprimento do reservatório (km)	TVR (km)	Reservatório + (TVR/2) (km)
Saudade	10,15	8,30	14,30
Nova União	5,19	4,80	7,59
Marema	7,26	0,00	7,26
Foz do Chapecozinho	10,50	1,00	11,00

AHE	Comprimento do reservatório (km)	TVR (km)	Reservatório + (TVR/2) (km)
Foz do Xaxim	23,33	0,65	23,65
Santo Antônio	17,46	9,00	21,96
Nova Erechim	7,30	0,00	7,30
Porto Ferreira	19,40	12,10	25,45
Águas de Chapecó	23,76	0,00	23,76

Todos os AHEs apresentaram valores de comprimento do reservatório somado à metade do TVR maiores que 5 km (Tabela 10.5.4), sendo, por esse motivo, enquadrados no critério de classificação de impacto Alto. O índice para o peso atribuído para cada aproveitamento foi definido em função da extensão do reservatório. Nesse caso, quanto maior a extensão, maior o índice, conforme tabela a seguir.

Tabela 10.5.5 – Índices de peso para a Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado), em função da extensão do reservatório.

Comprimento do reservatório	AHE	Índices para o Peso
		Classe Alta
< 5km		0,81
5,001 a 10km	Nova Erechim; Nova União; Marema	0,85
10,001 a 15km	Foz do Chapecozinho; Saudade	0,90
15,001 a 20km	Porto Ferreira; Santo Antônio	0,95
> 20,001km	Águas de Chapecó; Foz do Xaxim	1,00

Critérios de classificação:

Baixo: < 0,1 km de comprimento do reservatório + (TVR/2)

Moderadamente Baixo: de 0,1 km a 0,5 km de comprimento do reservatório + (TVR/2)

Médio: de 0,501 km a 1 km de comprimento do reservatório + (TVR/2)

Moderadamente Alto: de 1,001 km a 5 km de comprimento do reservatório + (TVR/2)

Alto: > 5 km de comprimento do reservatório + (TVR/2)

Aproveitamento	Comprimento do Reservatório + (TVR/2) (km)	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	14,30	Alto	0,90
Nova União	7,59	Alto	0,85
Marema	7,26	Alto	0,85
Foz do Chapecozinho	11,00	Alto	0,90
Foz do Xaxim	23,65	Alto	1,00
Santo Antônio	17,46	Alto	0,95

Aproveitamento	Comprimento do Reservatório + (TVR/2) (km)	Classificação	
		Classe	Peso
Nova Erechim	7,30	Alto	0,85
Porto Ferreira	25,45	Alto	0,95
Águas de Chapecó	23,76	Alto	1,00

- **Alteração do Regime Hídrico**

As vazões que escoam em um curso d'água são consideradas estocásticas (TUCCI, 2002) sendo variáveis no tempo e no espaço. Essa variabilidade representada pela subida e descida das águas consideradas no decorrer de um ano civil (janeiro a dezembro) ou um ano hidrológico (ciclo de vazante-cheia-vazante) corresponde ao regime fluvial ou regime hidrológico.

A variabilidade do regime hidrológico é controlada por diversos elementos que formam a bacia hidrográfica ou fatores que nela ocorrem, tais como: condições climáticas (precipitação, evapotranspiração e radiação solar); geologia; geomorfologia; solos; cobertura vegetal; uso do solo e ações antrópicas (TUCCI, 2002). Com isso, o regime de vazões é a variável que influencia diretamente a composição e integridade biótica dos sistemas hídricos.

O conhecimento do regime de vazões de um sistema fluvial pode apresentar diferentes abordagens segundo um contexto hidrológico, geomorfológico, geográfico, ecológico, entre outros que dependerá do profissional que está desenvolvendo a pesquisa, dos seus objetivos ou até mesmo dos métodos e conceitos empregados para a análise das informações.

Na Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó, a alteração do regime hídrico foi analisada de forma a considerar a operação dos nove AHEs e seu efeito sinérgico com os demais impactos relativos à alteração do regime hídrico, entre eles ictiofauna, fauna semi-aquática, qualidade da água, usos múltiplos e potencialidades para conflitos sociais, os quais são analisados na sequência, nos seus respectivos itens.

Os critérios analisados que definiram o peso para o impacto foram:

- ✓ Regime de operação;
- ✓ Trecho de vazão reduzida (TVR);
- ✓ Extensão do reservatório;
- ✓ Variação da velocidade média (diferença de velocidade analisada na situação natural do rio e com empreendimento).

O valor de referência foi definido através dos critérios para projetos de empreendimentos hidrelétricos indicados no Manual do Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas – ELETROBRÁS, 2007, bem como da indicação do Estudo de Remanso, apresentado no Capítulo 8 deste estudo. Entretanto, para elementos importantes para a análise onde os dados de referência para classificar a magnitude do impacto não estavam descritos, como é o caso do TVR, o conhecimento técnico e comparativo com empreendimentos de características similares em operação norteou a análise, uma vez que não existe obrigatoriedade do estudo do TVR dentro de Projeto Básico ou em qualquer etapa técnica de projetos de barragens.

Como são critérios de diferentes parâmetros, foram construídas escalas de magnitude diferentes para cada um deles, que são apresentadas a seguir na Tabela 10.5.6 e Tabela 10.5.7.

Tabela 10.5.6 – Detalhamento da operação, variação da velocidade média e critério de classificação.

Regime de operação	Magnitude	Variação da velocidade média (m/s)	Magnitude
Fio d'água	Baixa	Até 0,5	Baixa
Regularização diária	Moderadamente Baixa	Entre 0,6 e 0,75	Moderadamente Baixa
Regularização semanal	Média	Entre 0,76 e 1,0	Média
Regularização mensal	Moderadamente Alta	Entre 1,1 e 1,5	Moderadamente Alta
Regularização intra-anual	Alta	>1,5	Alta

Tabela 10.5.7 – Detalhamento dos TVRs, extensão dos reservatório e critério de classificação.

Trecho de Vazão Reduzida – TVR (km)	Magnitude	Extensão do Reservatório (km)	Magnitude
Sem TVR	Baixa	Até 5	Baixa
<5 c/ afl.* < 2 km	Moderadamente Baixa	Entre 6 e 10	Moderadamente Baixa
Entre 5 e 10 c/ afl. > 2 km	Média	Entre 11 e 20	Média
>10 e <15 c/ afl. Até 2 km	Moderadamente Alta	Entre 21 e 30	Moderadamente Alta
>15	Alta	Acima de 30	Alta

*Afl = Afluente

Dessa maneira, criou-se uma tabela para cada AHE considerando os dados dos projetos, onde valores foram atribuídos para cada magnitude descrita nas tabelas anteriores e, gerando um valor médio (peso) dos AHEs.

Aproveitamento	Alteração do regime hídrico	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	Regime de operação a fio d'água Extensão do TVR entre 5 e 10 c/ afl.<2 km Extensão do reservatório entre 6 e 10 km Variação da velocidade média entre 0,6 e 0,75 m/s	Moderadamente Baixo	0,35
Nova União	Regime de operação a fio d'água Extensão do TVR entre 5 e 10 c/ afl.<2 km Extensão do reservatório entre 6 e 10 km Variação da velocidade média entre 1,1 e 1,5 m/s	Moderadamente Baixo	0,40
Marema	Regime de operação a fio d'água Sem TVR Extensão do reservatório entre 6 e 10 km Variação da velocidade média entre 0,76 e 1,0 m/s	Moderadamente Baixo	0,25
Foz do Chapecozinho	Regime de operação a fio d'água Extensão do TVR <5 c/ afl.< 2km Extensão do reservatório entre 11 e 20 m Variação da velocidade média entre 1,1 e 1,5 m/s	Moderadamente Baixo	0,40
Foz do Xaxim	Regime de operação a fio d'água Extensão do TVR <5 c/ afl.<2 km Extensão do reservatório entre 21 e 30 km Variação da velocidade média entre 0,76 e 1,0 m/s	Moderadamente Baixo	0,40
Santo Antônio	Regime de operação a fio d'água Extensão do TVR entre 5 e 10 c/ afl.<2 km Extensão do reservatório entre 11 e 20 km Variação da velocidade média entre 0,6 e 0,75 m/s	Moderadamente Baixo	0,35
Nova Erechim	Regime de operação a fio d'água Sem TVR Extensão do reservatório entre 6 e 10 Variação da velocidade média entre 0,6 e 0,75 m/s	Baixo	0,20
Porto Ferreira	Regime de operação a fio d'água Extensão do TVR >10 e <15 c/ afl. até 2 km Extensão do reservatório entre 11 e 20 m Variação da velocidade média entre 0,6 e 0,75 m/s	Moderadamente Baixo	0,40
Águas de Chapecó	Regime de operação a fio d'água Sem TVR Extensão do reservatório entre 21 e 30 km Variação da velocidade média até 0,5 m/s	Moderadamente Baixo	0,25

Dentro da análise da alteração do regime hídrico, também observou-se a variabilidade das vazões nos rios, que pode provocar um déficit hídrico, sobretudo em virtude da variabilidade regional das chuvas ou quando uma retirada de volume de água for maior que a vazão natural.

A construção de barragens e a formação de reservatórios com volume útil de espera tornam-se um agente regularizador das vazões naturais, onde compensa as deficiências hídricas dos períodos de estiagem, acumulando parte das águas nos períodos chuvosos.

Essa técnica de regularização das vazões naturais é, neste caso, um procedimento que visa à melhor utilização dos recursos hídricos superficiais. De outro modo, nos períodos chuvosos, o reservatório poderá produzir o amortecimento

das ondas de cheia, proporcionando uma proteção para as áreas situadas a jusante do barramento.

Para a determinação da influência dos volumes dos reservatórios no retardo da onda de cheia e, consequentemente, no regime hídrico do rio Chapecó e Chapecozinho, analisou-se a variável volume dos reservatórios. No caso das usinas estudadas não há volume de espera para as cheias devido à regra de operação, o que diminui a influência dos reservatórios sobre as mesmas. Todavia, não foi atribuído um peso para esse critério, uma vez que ele, do ponto de vista regime hídrico, é benéfico.

Salienta-se que o retardo da onda de cheia, com ou sem armazenamento do volume de espera, é um impacto positivo, pois diminui os riscos de enchentes por suavizar os picos das cheias sem armazenar água. Por outro lado, os impactos negativos decorrentes da formação do reservatório são analisados em cada temática a seguir, cujo este aspecto é aplicável.

A Tabela 10.5.8 apresenta o volume no NA normal para os AHEs estudados.

Tabela 10.5.8 – Volume no NA normal.

Volume no NA normal (hm^3)	AHEs
Até 3	Nenhum
Entre 4 e 10	Marema e Nova Erechim
Entre 11 e 50	Águas de Chapecó, Foz do Chapecozinho, Nova União, Porto Ferreira, Santo Antônio e Saudade
Entre 51 e 100	Foz do Xaxim
> 100	Nenhum

- **Alteração no Transporte de Sedimentos**

A construção de uma barragem e a formação de seu reservatório, implica em modificações nas condições naturais do curso d'água, gerando uma redução na velocidade da corrente e, consequentemente, na capacidade de transporte de sedimentos pelo rio, favorecendo sua deposição nos reservatórios que, aos poucos, vão perdendo sua capacidade de armazenar água. Portanto, seja o reservatório para fins de geração de energia, de irrigação, de abastecimento ou de outros usos, o conhecimento da vida útil desse empreendimento dependerá diretamente do fluxo de sedimentos no curso d'água (Lima et al., 2003).

A diminuição da vida útil de aproveitamentos de recursos hídricos tem ocorrido devido ao aumento da erosão e consequente deposição desse material no

fundo dos reservatórios. Segundo Carvalho (1994), dentre os efeitos negativos associados ao processo contínuo de sedimentação, destacam-se:

- ✓ Redução do volume d'água acumulado até inviabilizar o empreendimento;
- ✓ Efeitos sobre as estruturas: aumento de pressão na barragem, corrosão dos canais de adução e fuga, pás das turbinas e obstrução do sistema de refrigeração;
- ✓ Afogamento de locais de desova, alimentação e abrigo dos peixes;
- ✓ Formação de barras (bancos de areia) alterando e dificultando as rotas de navegação;
- ✓ Dificuldade ou impedimento da entrada da água nas tomadas d'água de sistemas de captação para fins agrícolas, pecuários, de saneamento urbano, industriais, etc;
- ✓ Alteração ou destruição da vida aquática;
- ✓ Degradação do uso consuntivo da água;
- ✓ Diminuição do volume útil do reservatório.

Atualmente observa-se que existem poucos trabalhos publicados com o intuito de discutir a evolução do assoreamento e o monitoramento hidrossedimentológico nos reservatórios utilizados para a geração de energia elétrica.

Na presente AAI, a alteração no transporte de sedimentos foi tratada como um impacto ambiental decorrente da operação dos AHEs de forma cumulativa e sinérgica, uma vez que analisou-se a susceptibilidade de risco a erosão no local de implantação dos empreendimentos e a Modelagem Ambiental apresentada no Capítulo 9. Além da susceptibilidade de risco a erosão, também foram levados em conta os seguintes critérios:

- ✓ Vida útil do AHE: reservatório e tomada d'água;
- ✓ Sistema de adução: canal, túnel e casa de força no pé da barragem ou casa de força acoplada (CFA).

Como são critérios de diferentes parâmetros, foram construídas escalas de magnitude diferentes para cada um deles, que são apresentadas na Tabela 10.5.9.

Tabela 10.5.9 – Detalhamento dos AHEs e critério de classificação.

Escala de Análise		
Sistema de adução	**Critério**	**Magnitude**
	CFA	Baixa
	N/A	Moderadamente Baixa
	Túnel	Média
	Canal	Moderadamente Alta
	N/A	Alta
Vida útil no reservatório e Vida útil na tomada d'água	**Critério**	**Magnitude**
	>100 anos	Baixa
	Entre 50 e 100 anos	Moderadamente Baixa
	N/A	Média
	N/A	Moderadamente Alta
	<50 anos	Alta
Susceptibilidade à erosão	**Critério (Classes)**	**Magnitude**
	Muito baixa	Baixa
	Baixa	Moderadamente Baixa
	Média	Média
	N/A	Moderadamente Alta
	Alta	Alta

N/A – não se aplica.

A susceptibilidade de risco a erosão foi trabalhada, conforme descrito no Capítulo 6.1.5 – Áreas de Risco, de acordo com a análise multicritério, onde definiram-se classes com o grau de risco seguindo as variáveis determinadas no Diagnóstico deste estudo.

Aproveitamento	Alteração no transporte de sedimentos	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	Sistema de adução composto por barragem + túnel + casa de força Vida útil no reservatório > 100 anos Vida útil na tomada d'água < 50 anos Baixa susceptibilidade à erosão	Médio	0,45
Nova União	Sistema de adução composto por barragem + túnel + casa de força Vida útil no reservatório e na tomada d'água > 100 anos Baixa susceptibilidade à erosão	Moderadamente Baixo	0,22
Marema	Casa de força acoplada na barragem Vida útil no reservatório > 100 anos Vida útil na tomada d'água < 50 anos Baixa susceptibilidade à erosão	Moderadamente Baixo	0,37
Foz do Chapecozinho	Sistema de adução composto por barragem + canal + casa de força Vida útil no reservatório > 100 anos Vida útil na tomada d'água entre 50 e 100 anos Baixa susceptibilidade à erosão	Moderadamente Baixo	0,35
Foz do Xaxim	Casa de força acoplada na barragem Vida útil no reservatório e na tomada d'água >100 anos Baixa susceptibilidade à erosão	Baixo	0,15

Aproveitamento	Alteração no transporte de sedimentos	Classificação	
		Classe	Peso
Santo Antônio	Sistema de adução composto por barragem + canal + casa de força Vida útil no reservatório > 100 anos Vida útil na tomada d'água entre 50 e 100 anos Baixa susceptibilidade à erosão	Moderadamente Baixo	0,35
Nova Erechim	Casa de força acoplada na barragem Vida útil no reservatório entre 50 e 100 anos Vida útil na tomada d'água < 50 anos Baixa susceptibilidade à erosão	Médio	0,45
Porto Ferreira	Sistema de adução composto por barragem + túnel + casa de força Vida útil no reservatório > 100 anos Vida útil na tomada d'água < 50 anos Baixa susceptibilidade à erosão	Moderadamente Baixo	0,30
Águas de Chapecó	Casa de força acoplada na barragem Vida útil no reservatório > 100 anos Vida útil na tomada d'água < 50 anos Baixa susceptibilidade à erosão	Moderadamente Baixo	0,37

Meio Físico e Ecossistemas Terrestres

- **Perda de Cobertura Vegetal Nativa**

Este indicador de impacto foi selecionado devido aos seguintes critérios metodológicos:

- ✓ Possibilidade de quantificação dos impactos para cada empreendimento considerando o cenário atual e o cenário futuro relativo ao ano de 2030;
- ✓ Relação direta e indireta com os demais indicadores de Sensibilidade Ambiental: Área de Cobertura Vegetal Nativa, Fragmentação e Conectividade Florestais e Modelo de Qualidade Ambiental; ou seja, a perda de cobertura florestal resulta diretamente na redução da área de cobertura vegetal nativa e indiretamente no aumento da fragmentação e redução da conectividade, os quais, por sua vez, resultam em conjunto, na redução dos índices do Modelo de Qualidade Ambiental;
- ✓ Representação direta e objetiva dos efeitos ambientais negativos relativos à necessidade de supressão florestal para instalação dos aproveitamentos;
- ✓ Possibilidade de comparação direta entre os aproveitamentos por meio dos indicadores florestais de supressão e conservação/restauração de APPs de cursos d'água.

Para a análise específica deste impacto negativo em relação a cada um dos nove aproveitamentos hidrelétricos em estudo, foi elaborada a Tabela 10.5.10 que contém as áreas totais dos reservatórios, de inundação, de supressão, de preservação permanente (para as faixas marginais de cursos d'água) e para a recomposição atual da APP, incluindo os respectivos cálculos dos índices florestais da seguinte maneira:

- ✓ APP/AI = índice da relação entre a Área de Preservação Permanente (considerando a obrigatoriedade legal de ser totalmente florestada) e a Área Inundada;
- ✓ APP/AS = índice de relação entre a Área de Preservação Permanente (considerando a obrigatoriedade legal de ser totalmente florestada) e a Área de Supressão, expressa também em percentual; este índice indica a necessidade de supressão florestal em relação às áreas florestadas protegidas em caráter obrigatório, demonstrando os impactos relativos de cada aproveitamento e permitindo uma comparação direta entre estes.

A faixa de APP florestada foi considerada para uma largura de 100m no entorno dos reservatórios dos aproveitamentos.

Tabela 10.5.10 – Relação dos aproveitamentos hidrelétricos projetados para a bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó, com respectivas áreas totais dos reservatórios (A), áreas inundadas (AI), áreas totais de supressão (AS), áreas totais de Áreas de Preservação Permanente (APP) relativas às faixas marginais de cursos d'água, áreas de recomposição de APP (AR) e cálculos dos índices florestais APP/AI e APP/AS.

Aproveitamento	Área Total do Reservatórios em ha (A)	Área Inundada em ha (AI)*	Área Total de Supressão em ha (AS)	Área de Preservação Permanente em ha (APP)	Área Recomposição APP em ha (AR)	APP/AI	APP/AS	AS/APP (%)
Saudade	230,1	152,03	68,42	242,05	173,04	1,59	3,54	28,27
Nova União	83,0	55,75	43,18	122,03	24,88	2,19	2,83	35,38
Marema	126,2	89,54	64,78	167,12	58,15	1,87	2,58	38,76
Foz do Chapecozinho	196,87	106,93	68,54	255,39	133,51	2,39	3,73	26,84
Foz do Xaxim	656,3	400,34	159,57	593,82	321,31	1,48	3,72	26,87
Santo Antônio	543,4	251,97	120,43	497,99	405,16	1,98	4,13	24,18
Nova Erechim	150,2	51,31	40,38	244,59	121,88	4,77	6,06	16,51
Porto Ferreira	545,0	244,73	107,28	478,71	292,18	1,96	4,46	22,41
Águas de Chapecó	560,11	156,70	91,35	574,94	376,30	3,67	6,29	15,89

* área sem calha do rio.

Desta forma, os resultados obtidos com os cálculos dos índices para cada aproveitamento foram subdivididos em 3 classes de enquadramento das magnitudes de impacto que representam os percentuais relativos de supressão e conservação/restauração e, consequentemente, a significância dos impactos de cada aproveitamento:

- ✓ Classe 1: índice Florestal APP/AS acima de 6: menor supressão em relação à APP, até 20% do total;
- ✓ Classe 2: índice Florestal APP/AS entre 3 e 6: supressão em relação à APP média, até 30% do total;
- ✓ Classe 3: índice Florestal APP/AS abaixo de 3: maior supressão em relação à APP, até 40% do total.

Na Tabela 10.5.11 estão apresentados os índices florestais para cada aproveitamento, seus percentuais e as respectivas classes de enquadramento das magnitudes de impacto.

Tabela 10.5.11 – Relação dos empreendimentos hidrelétricos projetados para a bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó e respectivos índices florestais e classes de enquadramento das magnitudes de impacto.

Aproveitamento	APP/AS	AS/APP (%)	Classe
Saudade	3,54	28,27	2
Nova União	2,83	35,38	3
Marema	2,58	38,76	3
Foz do Chapecozinho	3,73	26,84	2
Foz do Xaxim	3,72	26,87	2
Santo Antônio	4,13	24,18	2
Nova Erechim	6,06	16,51	1
Porto Ferreira	4,46	22,41	2
Águas de Chapecó	6,29	15,89	1

Da análise da Tabela 10.5.11, é possível observar os seguintes aspectos quanto aos aproveitamentos:

- ✓ Na Classe 1, relativa aos melhores índices quanto aos aspectos florestais, se enquadraram os aproveitamentos Águas de Chapecó e Nova Erechim;
- ✓ Na Classe 2, relativa aos índices intermediários quanto aos aspectos florestais, se enquadraram os aproveitamentos Foz do Chapecozinho, Foz do Xaxim, Porto Ferreira, Santo Antônio e Saudade;
- ✓ Na Classe 3, relativa aos piores índices quanto aos aspectos florestais, se enquadraram os aproveitamentos Marema e Nova União.

Com base neste procedimento metodológico, foram atribuídas as escalas de magnitude do impacto ambiental negativo Perda de Cobertura Vegetal Nativa, estabelecendo-se a relação em porcentagem de área a ser suprimida X área a ser reconstituída de faixa ciliar (APP).

Critérios de classificação:

Baixo: até 10% do total da APP

Moderadamente Baixo: de 10% a 20% do total da APP

Médio: de 20% a 30% do total da APP

Moderadamente Alto: de 30% a 40% do total da APP

Alto: Acima de 40% do total da APP

Aproveitamento	Relação da Perda de cobertura vegetal nativa e a futura faixa ciliar (%)	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	28	Médio	0,58
Nova União	35	Moderadamente Alto	0,70
Marema	39	Moderadamente Alto	0,77
Foz do Chapecozinho	27	Médio	0,56
Foz do Xaxim	27	Médio	0,56
Santo Antônio	24	Médio	0,49
Nova Erechim	17	Moderadamente Baixo	0,32
Porto Ferreira	22	Médio	0,45
Águas de Chapecó	16	Moderadamente Baixo	0,31

Em relação ao cenário futuro sem a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos em questão, é possível estabelecer os seguintes critérios de análise:

- ✓ Configuração fitogeográfica da bacia indica 100% de cobertura florestal primitiva;
- ✓ Mapeamento atual da vegetação e uso do solo da bacia indica 29% de cobertura florestal atual;
- ✓ Cobertura florestal associada aos cursos d'água indica um total de 44% até 30m de distância das margens e 30% para distâncias superiores a 500m.

Estes dados demonstram objetivamente o processo histórico de conversão de florestas em áreas agrícolas, no qual resta aproximadamente um terço da cobertura florestal primitiva. No entanto, o aumento de 30% para 44% de florestas com a proximidade dos cursos d'água demonstra que há uma maior preservação de

florestas em relação às margens dos cursos d'água de menor porte, indicando a observância e atendimento dos dispositivos da legislação ambiental vigente, ainda que falte 56% de florestas nestas faixas de 30m de distâncias das margens fluviais para que a legislação fosse integralmente atendida.

- **Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação**

Frente às diferentes categorias de enquadramento das áreas de interesse para a conservação presentes na área de estudo, para a avaliação deste impacto considerou-se 02 (duas) premissas: i) considera as áreas de interesse para conservação atingidas pelos aproveitamentos hidrelétricos. ii) considera o grau de importância biológica das áreas de interesse para conservação indicadas e legalmente protegidas, conforme Mapa de Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira estabelecidas pelo MMA (2007).

Ainda que outras Áreas de Interesse para Conservação estejam inseridas na Área de Influência Regional (AIR), tais como o Parque Estadual das Araucárias (Ma587) e sua Zona de Amortecimento, o Entorno FLONA Chapecó (Ma063) e o Corredor do Rio Uruguai Oeste (Ma061), neste aspecto, apenas o **Corredor Chapecó (Ma080)** e a **TI Xapecó (Ma580)** são diretamente atingidas pelos empreendimentos. Quanto a TI Xapecó, considerando a sua importância biológica (representa o maior maciço florestal em condição primária da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina), atribuiu-se como área de interferência um *buffer* de 15km[74] a partir da delimitação desta TI.

Embora ainda não reconhecido como área prioritária pelo MMA (2007), o **Corredor Ecológico Chapecó** foi considerado nesta avaliação, pois encontra-se legalmente instituído através do Decreto Estadual Nº 2.957/2010, conforme dados extraídos da base cartográfica da Fundação do Meio Ambiente – FATMA.

Em função de sobreposições entre as áreas de interesse para conservação, considera-se para esta avaliação a interferência sobre a área de maior importância biológica, conforme demonstra a Tabela 10.5.12.

[74] Conforme Portaria Interministerial Nº 60/2015.

Tabela 10.5.12 – Percentuais de áreas por aproveitamento inseridas em áreas de interesse para conservação.

Reservatório/ Aproveitamento	Ma080 - Corredor Chapecó (%)[1]	Corredor Ecológico Chapecó (%)[2]	Ma580 - TI Xapecó (%)[3]
	A	B	C
AHE Saudade*	100	100	*Buffer*
AHE Nova União	-	100	19**
AHE Marema	-	100	39**
AHE Foz do Chapecozinho	72	64	28**
AHE Foz do Xaxim*	88	-	*Buffer*
AHE Santo Antônio*	93	-	*Buffer*
AHE Nova Erechim	92	-	-
AHE Porto Ferreira	98	-	-
AHE Águas de Chapecó	100	-	-

1 – Não instituído legalmente;
2 – Instituída legalmente, porém ainda não citada pelo MMA;
3 – Instituída legalmente, considerada de importância biológica "muito alta" pelo MMA;
(*) – Empreendimentos inseridos no *buffer* de 15km da TI Xapecó.
(**) – Área de Interesse para Conservação sobreposta de maior relevância ecológica.

Utilizando-se como critério o buffer de 15 km em relação a TI Xapecó, obteve-se a interferência pela aproximação para 3 (três) aproveitamentos (Tabela 10.5.13).

Tabela 10.5.13 – Distância entre a TI Xapecó em relação aos aproveitamentos hidrelétricos.

Reservatório/ Aproveitamento	Distancia da TI Xapecó (Ma580 – TI)*
AHE Saudade	1,95km
AHE Foz do Xaxim	460m
AHE Santo Antônio	14km

* Distância aproximada, extraída da extremidade mais próxima entre a área do reservatório ou arranjo de cada empreendimento e o perímetro das Áreas Prioritárias para Conservação (MMA,2007).

Conforme descrito anteriormente, frente às diferentes categorias de enquadramento relacionadas às áreas de interesse para a conservação, obtiveram-se os seguintes critérios de classificação.

Critério de classificação:

Baixo: quando o empreendimento atingir área prioritária indicada pelo MMA, porém não instituída legalmente

Moderadamente Baixo: quando o empreendimento atingir área prioritária instituída legalmente, porém ainda não citada pelo MMA ou citada como de importância biológica "insuficientemente desconhecida"

Médio: quando o empreendimento atingir área prioritária legalmente instituída, classificada pelo MMA como sendo de importância biológica "alta"

Moderadamente Alto: quando o empreendimento atingir área prioritária legalmente instituída, classificada pelo MMA como sendo de importância biológica “muito alta”

Alto: quando o empreendimento atingir área prioritária legalmente instituída, classificada pelo MMA como sendo de importância biológica “extremamente alta”

Aproveitamento	Interferência em áreas de interesse para a conservação	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	Interferência em A, B e *buffer* de C	Médio	0,50
Nova União	Interferência em B e C com ênfase em C	Moderadamente Alto	0,80
Marema	Interferência em B e C com ênfase em C	Moderadamente Alto	0,80
Foz do Chapecozinho	Interferência em A, B e C com ênfase em C	Moderadamente Alto	0,80
Foz do Xaxim	Interferência em A e *buffer* de C	Médio	0,60
Santo Antônio	Interferência em A e *buffer* de C, com ênfase em C	Médio	0,41
Nova Erechim	Interferência em A	Baixo	0,10
Porto Ferreira	Interferência em A	Baixo	0,10
Águas de Chapecó	Interferência em A	Baixo	0,10

A avaliação de cada aproveitamento em relação à interferência em área de interesse para a conservação apresentou resultados mais elevados quando atingir o *buffer* de 15 km e TI Xapecó.

- **Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre**

Muitas espécies de interesse para a conservação, incluindo espécies ameaçadas, são estritamente florestais e estão associadas a grandes fragmentos florestais que possuem uma alta relação de área / borda, onde é reduzido o efeito de borda, que se refere às alterações no micro clima do interior da floresta basicamente em função do aumento da luminosidade, aumento da temperatura e redução da umidade.

Os grandes fragmentos florestais, principalmente quando associados a áreas com alta declividade, também representam refúgio para as espécies de interesse cinegético, ou seja, que são alvo de caçadores, como cutias, pacas e veados.

Em função da supressão da vegetação principalmente para a agropecuária, a maior parte dos fragmentos florestais atualmente existentes na bacia do rio Chapecó

– Trecho Baixo Chapecó apresenta pequenas dimensões e borda extensa e, desta forma, não constitui habitat adequado para os animais de hábitos florestais mais exigentes quanto à qualidade do ambiente, como *Spizaetus melanoleucus* (gavião-pato), *Dryocopus galeatus* (pica-pau-cara-canela), *Pteroglossus castanotis* (araçari-castanho), *Pyroderus scutatus* (pavó) e *Delomys dorsalis* (rato). Além dessas, espécies com ocorrência em áreas de florestas secundárias, como *Trachycephalus dibernardoi* (perereca), *Spilotes pullatus* (caninana) e *Anisolepis grilli* (lagarto), são raras e possuem poucos registros para o Baixo Chapecó, sendo também afetadas pela supressão e fragmentação das florestas.

Para esta avaliação, foram selecionados os maiores fragmentos florestais do Baixo Chapecó, incluindo a Terra Indígena Xapecó e verificado quanto de sua área é alagada com os reservatórios das hidrelétricas.

Tabela 10.5.14 – Fragmentos florestais relevantes no Baixo Chapecó.

No	UTM 22J Sul – E	UTM 22J Sul – N	Tamanho (hectares)	Área alagada (hectares)	AHE
1	345058	7049695	164,28	0,03	Saudade
2	342129	7049626	87,41	5,79	Saudade
3	335445	7039162	119,17	2,57	Foz do Xaxim
4	329491	7034674	111,21	17,30	Foz do Xaxim
5	312110	7022571	95,56	2,22	Porto Ferreira
6	309609	7021290	86,41	6,01	Porto Ferreira
7	330726	7038258	101,34	7,76	Foz do Xaxim
8	330726	7032337	79,00	0	-
9	329876	7031339	97,04	0	-
10	312107	7017270	108,93	0	-
11	304210	7002723	99,49	0	-
T.I. Xapecó	341315	7037310	13.562	19,29	Foz do Chapecozinho
				49,95	Marema
				27,47	Nova União

Os AHEs Águas de Chapecó, Nova Erechim e Santo Antônio, por não apresentarem Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes, foram considerados dentro do critério de classificação de impacto Baixo. Os demais aproveitamentos foram classificados dentro dos critérios de impacto Moderadamente Baixo e Médio, de acordo com a perda de área calculada conforme tabela anterior.

A atribuição dos pesos para cada aproveitamento foi definida em função do Modelo de Qualidade Ambiental (MQA)[75] definido para o compartimento no qual se

[75] Resultados e metodologia apresentados no Capítulo 6.2.1

insere o respectivo empreendimento, conforme Tabela 10.5.15. Nesse caso, quanto maior o MQA, maior o peso atribuído. Como citado anteriormente, os AHEs Águas de Chapecó, Nova Erechim e Santo Antônio não apresentam fragmentos florestais relevantes a serem alagados, sendo atribuído, portanto, peso igual a zero (quadro acima).

Tabela 10.5.15 – Índices de peso para a Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre, em função do resultado do MQA por compartimento no qual se insere o empreendimento.

MQA (compartimento)	AHE	Índices para o Peso		
		Classe Baixa	Classe Moderadamente Baixa	Classe Média
Baixo	-	0	0,21	0,41
Moderadamente Baixo (C2 e C3)	Porto Ferreira; Foz do Xaxim	0,05	0,25	0,45
Médio (C1)	Saudade; Foz do Chapecozinho; Marema; Nova União	0,10	0,30	0,50
Moderadamente Alto	-	0,15	0,35	0,55
Alto	-	0,20	0,40	0,60

Critérios de classificação:

Baixo: < 1 hectare de perda de área dos fragmentos florestais relevantes

Moderadamente Baixo: de 1 a 10 hectares de perda de área dos fragmentos florestais relevantes

Médio: de 10,1 a 50 hectares de perda de área dos fragmentos florestais relevantes

Moderadamente Alto: de 50,1 a 100 hectares de perda de área dos fragmentos florestais relevantes

Alto: >100 hectares de perda de área dos fragmentos florestais relevantes

Aproveitamento	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre (hectares)	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	5,82	Moderadamente Baixo	0,30
Nova União	27,47	Médio	0,50
Marema	49,95	Médio	0,50
Foz do Chapecozinho	19,29	Médio	0,50
Foz do Xaxim	27,63	Médio	0,45
Santo Antônio	0	Baixo	0,00
Nova Erechim	0	Baixo	0,00
Porto Ferreira	8,23	Moderadamente Baixo	0,25
Águas de Chapecó	0	Baixo	0,00

- **Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas**

As matas ciliares representam áreas remanescentes potenciais para espécies de hábitos florestais e generalistas, além de servirem, para essas espécies, como corredores para o deslocamento e colonização de fragmentos florestais ao longo da bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó.

As matas ciliares são fundamentais para as aves cujo ambiente avifaunístico típico é a beira de rio, como no caso de *Crotophaga major* (anu-coroca), *Nonnula rubecula* (macuru), *Hemitriccus diops* (olho-falso), *Corythopis delalandi* (estalador) e *Phylloscartes eximius* (barbudinho), que são vulneráveis em nível estadual.

Entre os mamíferos, *Chironectes minimus* (cuíca-d'água), vulnerável em nível estadual, ocorre em cursos d'água em áreas florestadas. Outras espécies associadas, ainda que não exclusivamente, às matas ciliares são, por exemplo, *Philander frenatus* (cuíca), *Myotis simus* (morcego), *Lontra longicaudis* (lontra), *Procyon cancrivorus* (mão-pelada) e *Nectomys squamipes* (rato-d'água).

Na avaliação desta variável, foi considerada a perda de mata ciliar (até a faixa de 100 metros) em função da formação do reservatório de cada empreendimento.

Os AHEs Foz do Xaxim, Porto Ferreira e Santo Antônio, por possuírem uma perda estimada de mata ciliar maior que 100 hectares, foram considerados dentro do critério de classificação de impacto Alto. Os demais aproveitamentos foram considerados nos critérios Médio e Moderadamente Alto.

A atribuição dos pesos para cada aproveitamento foi definida em função do Modelo de Qualidade Ambiental (MQA)[76] definido para o compartimento no qual se insere o respectivo empreendimento, conforme Tabela 10.5.16. Nesse caso, quanto maior o MQA, maior o peso atribuído.

Tabela 10.5.16 – Índices de peso para a Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas, em função do resultado do MQA por compartimento no qual se insere o empreendimento.

MQA (compartimento)	AHE	Índices para o Peso		
		Classe Média	Classe Moderadamente Alta	Classe Alta
Baixo		0,41	0,61	0,81
Moderadamente	Águas de Chapecó; Porto	0,45	0,65	0,85

[76] Resultados e metodologia apresentados no Capítulo 6.2.1

MQA (compartimento)	AHE	Índices para o Peso		
		Classe Média	Classe Moderadamente Alta	Classe Alta
Baixo (C2/C3)	Ferreira; Nova Erechim; Santo Antônio; Foz do Xaxim			
Médio (C1)	Saudade; Foz do Chapecozinho; Marema; Nova União	0,50	0,70	0,90
Moderadamente Alto		0,55	0,75	0,95
Alto		0,60	0,80	1

Critérios de classificação:

Baixo: < 1 hectare de perda de mata ciliar

Moderadamente Baixo: de 1 a 10 hectares de perda de mata ciliar

Médio: de 10,1 a 50 hectares de perda de mata ciliar

Moderadamente Alto: de 50,1 a 100 hectares de perda de mata ciliar

Alto: > 100 hectares de perda de mata ciliar

Aproveitamento	Perda de Mata Ciliar (hectares)	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	68 ha	Moderadamente Alto	0,70
Nova União	43 ha	Médio	0,50
Marema	63 ha	Moderadamente Alto	0,70
Foz do Chapecozinho	69 ha	Moderadamente Alto	0,70
Foz do Xaxim	159 ha	Alto	0,85
Santo Antônio	120 ha	Alto	0,85
Nova Erechim	40 ha	Médio	0,45
Porto Ferreira	105 ha	Alto	0,85
Águas de Chapecó	94 ha	Moderadamente Alto	0,65

- **Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento**

O risco a alagamento no entorno de reservatório se dá devido à elevação do nível de água do rio, saindo da situação das calhas com menor a maior declividade para atingir cotas de maior rendimento energético. Esse fator se agrava devido às condições naturais de relevo e geomorfologia do local de implantação de reservatórios e, associado à ocupação do solo, pode causar prejuízos materiais e vítimas.

Na presente AAI foi analisado o risco potencial a formação de áreas de alagamento levando em consideração elementos dos projetos dos AHEs, a análise multicritério para susceptibilidade a alagamento, conforme descrito no 6.1.5 – Áreas de Risco, e o número de registros de Inundações Bruscas e Graduais informadas

pela Defesa Civil de Santa Catarina, também citadas no referido capítulo. Dessa forma, os critérios foram definidos conforme Tabela 10.5.17.

Tabela 10.5.17 – Detalhamento dos AHEs para avaliação técnica e ambiental e critério de classificação.

Mapa de Susceptibilidade a alagamento	**Critério (Classes)**	**Magnitude**
	Muito baixa	Baixa
	Baixa	Moderadamente Baixa
	Média	Média
	N/A	Moderadamente Alta
	Alta	Alta
Número de registros por município – Inundações Bruscas	**Critério**	**Magnitude**
	Sem registro	Baixa
	1 a 3 registros	Moderadamente Baixa
	4 a 6 registros	Média
	N/A	Moderadamente Alta
	N/A	Alta
Número de registros por município – Inundações Graduais	**Critério**	**Magnitude**
	Sem registro	Baixa
	1 a 2 registros	Moderadamente Baixa
	3 a 4 registros	Média
	N/A	Moderadamente Alta
	N/A	Alta
Percentual da área alagada	**Critério (%)**	**Magnitude**
	0 - 20	Baixa
	20 – 40	Moderadamente Baixa
	40 – 60	Média
	60 – 80	Moderadamente Alta
	80 - 100	Alta
Regime de Operação	**Critério**	**Magnitude**
	Fio d'água	Baixa
	Regularização diária	Moderadamente Baixa
	Regularização semanal	Média
	Regularização mensal	Moderadamente Alta
	Regularização intra-anual	Alta

N/A - não se aplica.

A seguir apresentam-se os resultados das análises realizadas por aproveitamento.

Aproveitamento	**Potencialização das áreas de risco a alagamento**	**Classificação**	
		Classe	**Peso**
Saudade	Média susceptibilidade a alagamento 1-3 registros por inundação brusca – Ipuaçu e Entre Rios 4-6 registros por inundação brusca – São Domingos Sem registros por inundação gradual Percentual de área alagada - entre 60% e 80% Regime de operação a fio d'água	Médio	0,41
Nova União	Média susceptibilidade a alagamento 1-3 registros por inundação brusca – Ipuaçu e	Médio	0,42

Aproveitamento	Potencialização das áreas de risco a alagamento	Classificação	
		Classe	Peso
	Entre Rios Sem registros por inundação gradual Percentual da área a alagada – entre 60% e 80% Regime de operação a fio d'água		
Marema	Média susceptibilidade a alagamento 1-3 registros por inundação brusca – Entre Rios e Marema Sem registros por inundação gradual Percentual de área alagada – entre 60% e 80% Regime de operação a fio d'água	Médio	0,41
Foz do Chapecozinho	Média susceptibilidade a alagamento 1-3 registros por inundação brusca – Entre Rios 4-6 registros por inundação brusca – Quilombo Sem registros por inundação gradual Percentual de área alagada – entre 40% e 60% Regime de operação a fio d'água	Moderadamente Baixo	0,36
Foz do Xaxim	Média susceptibilidade a alagamento 1-3 registros por inundação brusca – Coronel Freitas e Marema 4-6 registros por inundação brusca – Quilombo Sem registros por inundação gradual Percentual de área alagada – entre 60% e 80% Regime de operação a fio d'água	Médio	0,41
Santo Antônio	Média susceptibilidade a alagamento 1-3 registros por inundação brusca – Coronel Freitas 4-6 registros por inundação brusca – Águas Frias Sem registros por inundação gradual Percentual de área alagada – entre 40% e 60% Regime de operação a fio d'água	Moderadamente Baixo	0,36
Nova Erechim	Média susceptibilidade a alagamento 1-3 registros por inundação brusca – Coronel Freitas e Nova Erechim 4-6 registros por inundação brusca – Águas Frias Sem registros por inundação gradual Percentual de área alagada – entre 20% e 40% Regime de operação a fio d'água	Moderadamente Baixo	0,31
Porto Ferreira	Alta susceptibilidade a alagamento 4-6 registros por inundação brusca – Nova Itaberaba e Nova Erechim 1-2 registros por inundação gradual – Nova Itaberaba Percentual de área alagada - entre 60% e 80% Regime de operação a fio d'água	Médio	0,51
Águas de Chapecó	Alta susceptibilidade a alagamento 1-3 registros por inundação brusca – São Carlos e Nova Erechim 4-6 registros por inundação brusca – Águas de Chapecó 1-2 registros por inundação gradual – São Carlos e Águas de Chapecó Percentual de área alagada – entre 20% e 40% Vertedouro controlado com regime de operação a fio d'água	Médio	0,41

Socioeconomia

Devido à particularidade das ciências sociais, os impactos para o meio socioeconômico foram considerados qualitativamente e quantitativamente. Dessa forma, aqueles que não podem ser mensurados por falta de informações primárias, são analisados de uma perspectiva qualitativa e discorridos ao longo do texto. Enquanto aqueles que possuem dados objetivos que possibilitam a valoração e a análise qualiquantitativa, além de serem explanados ao longo do texto, contribuíram para a hierarquização e a construção da matriz de interação final.

- **Interferência sobre Componente Indígena**

É importante considerar que as comunidades tradicionais estabelecem uma relação diferenciada com o meio ambiente, logo, a alteração da realidade vigente pode produzir alterações significativas em seus modos de vida.

Na área de interferência dos aproveitamentos hidrelétricos, constatou-se a existência da Terra Indígena (TIs) Xapecó, que tem seus limites legalmente constituídos desde 1902, e da TI Araçaí, que ainda não tem seus limites territoriais plenamente regularizados.

A análise da vulnerabilidade das TIs leva em consideração a sua condição legal. Neste sentido, as duas TIs diferem, pois a TI Xapecó tem seus limites territoriais reconhecidos e homologados, ao passo que os limites da TI Araçaí seguem em discussão no âmbito da justiça federal. Especialmente relevante para esta análise é a referência à Constituição Federal Brasileira que prevê a garantia dos direitos indígenas, no § 3º do art. 231:

> (...) o aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas. (Constituição Federativa da República do Brasil, 1988).

Os critérios de classificação da condição legal das TIs foram definidos com base nas diretrizes estabelecidas no Estatuto do Índio – Decreto N° 1775/96, conforme preconiza a FUNAI.

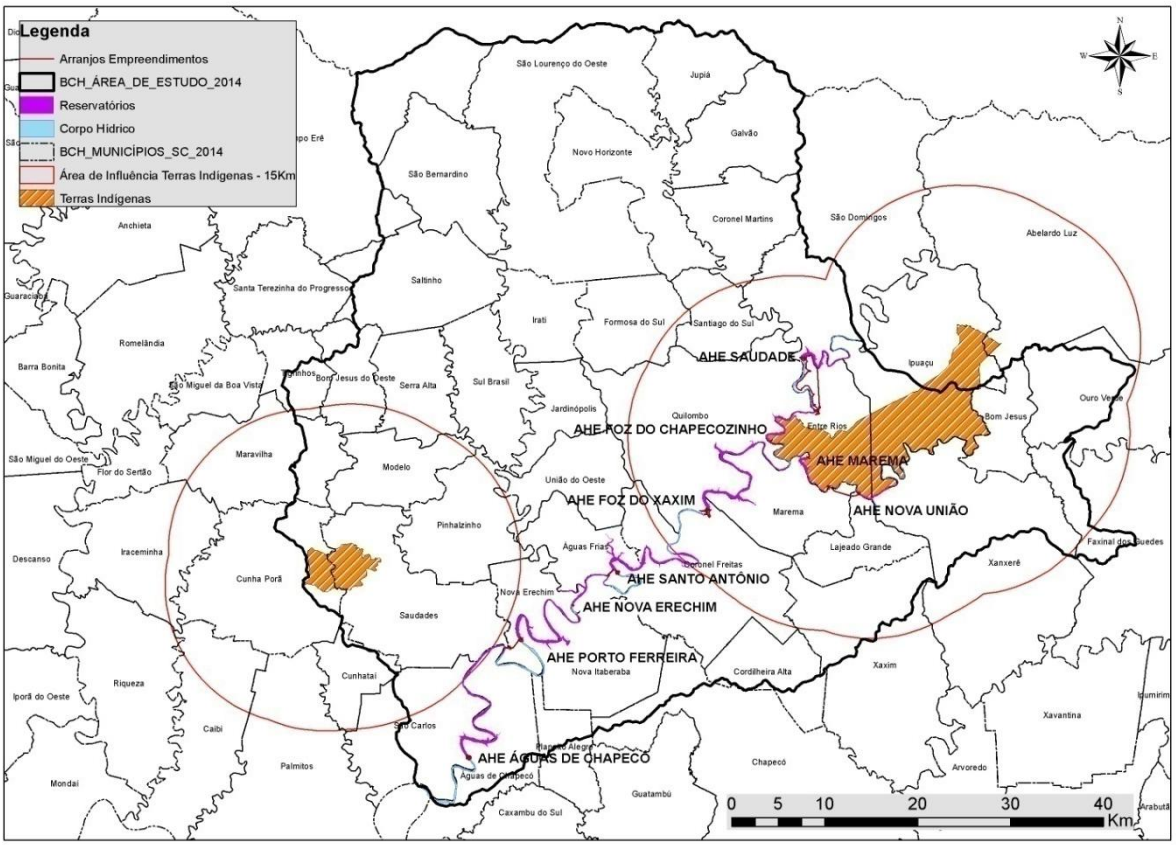
Complementarmente, para o dimensionamento dos impactos sobre o componente indígena, o marco legal de referência é a Portaria Interministerial Nº 60/2015, que estabelece os parâmetros de distância, tipo e localização do

empreendimento em relação às terras indígenas. No caso dos aproveitamentos hidrelétricos fora da Amazônia legal a referida Portaria estabelece a “distância de 15 km ou área de contribuição direta ou reservatório mais 20 km a jusante”.

Dessa forma, o impacto é analisado considerando, a partir da condição legal de cada TI, a possibilidade de supressão (alagamento) ou a distância em relação ao conjunto de áreas necessárias aos aproveitamentos, como: reservatório, canteiro de obras, APPs, etc,

De maneira a ilustrar o exposto, apresenta-se a **Figura 10.5.1**.

Figura 10.5.1 – Relação dos AHE e distância das TI s existentes.



Critérios de classificação:

Baixo: Inexistência de terra indígena e distância superior a 15 km (Portaria Nº 60/2015) do aproveitamento hidrelétrico

Moderadamente Baixo: Inexistência de terra indígena declarada e distância inferior a 15 km (Portaria Nº 60/2015) do aproveitamento hidrelétrico

Médio: Existência de terra indígena declarada e distância inferior a 15 km (Portaria Nº 60/2015) do aproveitamento hidrelétrico

Moderadamente Alto: Existência de terra indígena homologada e distância inferior a 15 km (Portaria Nº 60/2015) do aproveitamento hidrelétrico

Alto: Terra indígena diretamente atingida pelo AHE

Aproveitamento	Distância entre Terra Indígena e AHE	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	1,95 Km (TI Xapecó)	Moderadamente Alto	0,77
Nova União	TI Diretamente atingida (TI Xapecó)	Alto	1
Marema	TI Diretamente atingida (TI Xapecó)	Alto	1
Foz do Chapecozinho	TI Diretamente atingida (TI Xapecó)	Alto	1
Foz do Xaxim	460 m (TI Xapecó)	Moderadamente Alto	0,80
Santo Antônio	14 km (TI Xapecó)	Moderadamente Alto	0,63
Nova Erechim	19 Km (TI Araçaí) – 22 Km (TI Xapecó)	Baixo	0
Porto Ferreira	16 Km (TI Araçaí) – 27 Km (TI Xapecó)	Baixo	0
Águas de Chapecó	13 km (TI Araçaí)	Médio	0,43

- **Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos**

Um impacto sobre o Patrimônio Arqueológico e Histórico regional representa qualquer dano que os aproveitamentos hidrelétricos possam vir a causar sobre os bens arqueológicos e seu contexto locacional, ambiental e histórico, incluindo as atividades de resgate, já que esta acaba por retirar o material arqueológico do contexto que estava inserido.

A construção dos aproveitamentos hidrelétricos no Trecho Baixo Chapecó poderá levar à destruição ou comprometimento de patrimônio arqueológico, histórico e cultural ali existente, especialmente, aspectos da cultura material ligada aos sítios, estruturas e/ou bens físicos relacionados a este patrimônio que, assim como o meio físico, constitui uma base finita de recursos. Todavia, difere-se do meio físico principalmente pelo fato de não ser renovável. Esse patrimônio constitui Bem da União, protegido por legislação específica (ex. Lei 3994/61 e Art. 316 da CF/88). Ressalta-se que estão sendo contabilizados somente os cenários de ocupação humana cujos sítios arqueológicos são passíveis de ocorrer nas proximidades das margens dos rios, ou seja, nas áreas previstas de inundação das barragens, constituindo patrimônio que seria efetivamente impactado pelos empreendimentos hidrelétricos.

Esta análise considerou o impacto relacionado com os bens de natureza material presentes na área dos aproveitamentos hidrelétricos (sítios ou bens

arqueológico-históricos). Trata-se, portanto, de um impacto histórico e científico. Todavia, complementar a este impacto estão os elementos culturais reconhecidos, valorizados e preservados pelas atuais comunidades da área como relacionados à sua tradição e herança cultural (patrimônio imaterial), que igualmente formam o patrimônio cultural brasileiro.

O impacto quanto ao número de cenários de ocupação humana potencialmente presentes deve ocorrer, assim como no impacto anteriormente apresentado, por empreendimentos energéticos, construído na região.

Critérios de classificação:

Baixo: Sítios Arqueológicos e Históricos localizados na Área de Influência Regional (AIR) e já cadastrados no Centro Nacional de Arqueologia

Moderadamente Baixo: N/A (não se aplica)

Médio: Sítios Arqueológicos e Históricos localizados na Área de Influência Local (AIL), mas não serão impactados pelo empreendimento

Moderadamente Alto: N/A (não se aplica)0

Alto: Sítios Arqueológicos e Históricos localizados na Área de Influência Local (AIL), que serão impactados pelo empreendimento

Aproveitamento	Interferência sobre elementos arqueológicos e históricos	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	Sítios arqueológicos e Históricos localizados na AIL	Médio	0,50
Marema	Sítios arqueológicos e Históricos localizados na AIL	Alto	1,00
Nova União	Sítios arqueológicos e Históricos localizados na AIL	Alto	1,00
Foz do Chapecozinho	Sítios arqueológicos e Históricos localizados na AIL	Alto	1,00
Foz do Xaxim	Sítios arqueológicos e Históricos localizados na AIL	Alto	1,00
Santo Antônio	Sítios arqueológicos e Históricos localizados na AIL	Alto	1,00
Nova Erechim	Sítios arqueológicos e Históricos localizados na AIL	Alto	1,00
Porto Ferreira	Sítios arqueológicos e Históricos localizados na AIL	Alto	1,00
Águas de Chapecó	Sítios arqueológicos e Históricos localizados na AIL	Alto	1,00

- **Perdas de Áreas de Potencial Uso Agropastoril**

A implantação dos aproveitamentos hidrelétricos implicará na formação de reservatórios e delimitação de áreas de preservação permanente (APPs) que ocuparão as áreas lindeiras aos cursos d'água. Considerando que entre os usos do solo identificados, as áreas destinadas à produção agropecuária possuem significativa importância socioeconômica, tanto para as propriedades, quanto para o município, a perda dessas áreas indica um impacto relevante para o contexto de estudo.

Como não é possível afirmar a produtividade dessas áreas, para a mensuração deste impacto utilizou-se como referencial o quantitativo do mapa de uso do solo da bacia (122.01-AAI-FIS-A2-034-1/1) referente às áreas identificadas como de uso agropastoril. Para tal levantamento, foi considerado o impacto de perda de áreas de uso agropastoril atingidas, sobre as áreas de uso agropastoril total dos municípios abrangidos pelos aproveitamentos.

Dessa forma, foi realizado o cálculo da área total de uso agropastoril atingida por AHE (por exemplo, o AHE Marema que atinge 56,55 ha de uso agropastoril dos municípios de Entre Rios e Marema) em relação à área de uso agropastoril total dos municípios atingidos, por aproveitamento (logo, 9.285 ha de uso agropastoril total dos municípios de Entre Rios e Marema). Definiu-se que quanto maior a possível perda de área que pode ser utilizada para fins produtivos, maior será o impacto causado pelo aproveitamento hidrelétrico.

Considerando o cenário ideal de 0% de perda de área e um cenário crítico onde toda a área (100%) possivelmente afetada seria comprometida, foi realizada a classificação do gradiente dos critérios de avaliação.

Critérios de classificação:

Baixo: área atingida correspondente até 19% da área total

Moderadamente Baixo: área atingida correspondente entre 39% e 20% da área total

Médio: área atingida correspondente entre 59% e 40% da área total

Moderadamente Alto: área atingida correspondente entre 79% e 60% da área total

Alto: área atingida correspondente a 80% ou mais da área total

Aproveitamento	Perdas de áreas de potencial uso agropastoril	Classificação	
		Classe	Peso
Saudade	≤ 3% de uso agropastoril atingido	Baixo	0,01
Marema	≤ 3% de uso agropastoril atingido	Baixo	0,01
Nova União	≤ 3% de uso agropastoril atingido	Baixo	0,01
Foz do Chapecozinho	≤ 3% de uso agropastoril atingido	Baixo	0,01
Foz do Xaxim	≤ 3% de uso agropastoril atingido	Baixo	0,01
Santo Antônio	≤ 3% de uso agropastoril atingido	Baixo	0,01
Nova Erechim	≤ 3% de uso agropastoril atingido	Baixo	0,01
Porto Ferreira	≤ 3% de uso agropastoril atingido	Baixo	0,01
Águas de Chapecó	≤ 3% de uso agropastoril atingido	Baixo	0,01

A seguir são descritos os impactos considerados qualitativos, os quais não permitiam neste estudo a mensuração de parâmetros quantitativos para sua valoração.

- **Deslocamento Compulsório das Famílias**

A implantação dos aproveitamentos hidrelétricos pressupõe a formação de reservatórios e a delimitação de áreas de preservação permanente (APPs), as quais ocasionam a perda parcial ou total de propriedades lindeiras. Este processo leva ao deslocamento compulsório das famílias que residem nestes locais e desencadeia vários outros impactos do segmento socioeconômico.

Cabe ressaltar que o sistema produtivo adotado nas propriedades é baseado no uso das áreas agricultáveis e pela presença significativa de pessoas ligadas por vínculos familiares. Porém, na fase de estudos posteriores dos aproveitamentos, serão desenvolvidos levantamentos físicos e estudos socioeconômicos para definir o número de propriedades e famílias atingidas, permitindo avaliar o nível de inferência sobre o cenário. No presente estudo esta variável não foi quantificada.

- **Interferência sobre o Modo de Vida da População**

Este impacto foi abordado pelo viés econômico e sociocultural. Do ponto de vista econômico considera-se a perda parcial ou total das propriedades e o impacto sobre a produção; a alteração da situação corrente dos empregados e arrendatários das propriedades atingidas; a alteração dos níveis de renda dos produtores e a perda das relações comerciais. Sob o ponto de vista sociocultural tem-se a perda das relações socioculturais, incluindo as de vizinhança, parentesco e comunitárias.

Neste item, também é contemplada a possibilidade de mudança nos padrões de consumo das famílias, que passarão por alterações diferenciadas geograficamente, bem como os possíveis efeitos sobre alimentação, saúde, educação, habitação e segurança.

Por outro lado, a perda de terras e a possível desarticulação da produção familiar poderão causar redução dos níveis de renda e emprego dos agricultores. Isso poderá ocorrer também com os residentes nas áreas do reservatório.

Concomitantemente, existem os fatores simbólicos de alterações dos modos de vida da população como o rompimento com a constituição do patrimônio familiar e da dinâmica nele existente.

Por constituir-se em um impacto qualitativo que leva em consideração também a subjetividade da experiência dos indivíduos, não é possível mensurá-lo sem um aprofundamento empírico e análise de informações primárias. Este aprofundamento cabe a uma etapa posterior de estudos, referente ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

- **Perda de Áreas de Potencial Minerário**

Este impacto foi avaliado considerando-se a ocorrência de processos minerários localizados na área dos futuros reservatórios dos aproveitamentos hidrelétricos, identificados através da base cartográfica do CPRM. Embora esta atividade não apresente relevância socioeconômica para região, a existência dos registros desses processos deve ser levada em consideração e indicada para uma avaliação posterior em fase de EIA, considerando a possibilidade de impacto sobre essas jazidas e a necessidade de bloqueio minerário. A relação das atividades minerárias na área de estudo é apresentada no Capítulo 6.1.2 – Geologia.

- **Alteração de Paisagem**

Com a instalação dos aproveitamentos hidrelétricos existe a possibilidade de ocorrência de alterações visuais da paisagem, pela construção do barramento, casa de força, estradas, entre outras. Além disso, a possível alteração do regime hídrico e formação do trecho de vazão reduzida (TVR) interferem nas condições de beleza cênica atual, especialmente na possível diminuição da vazão de quedas d'água e cachoeiras como, por exemplo, o Salto Saudades, em Quilombo. Este fato deverá

ser avaliado também no âmbito das implicações que este impacto pode inferir ao potencial turístico que se baseia nas belezas naturais.

A natureza deste impacto é considerada indeterminada por perpassar por julgamento de valor pessoal, e dessa forma há a necessidade de informações de caráter subjetivo para a real compreensão do fenômeno.

Impactos Positivos

A potencialidade socioambiental relaciona-se aos aspectos susceptíveis a transformações benéficas advindas da implantação de empreendimentos hidrelétricos. A avaliação dos impactos positivos considerou a alteração nas arrecadações municipais e tributárias.

- **Alteração nas arrecadações municipais e tributárias**

Com a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos, existe a possibilidade do aquecimento da economia local e no setor de prestação de serviços, isso poderá acarretar no aumento das arrecadações municipais (Imposto Sobre a Circulação de Mercadorias - ICMS e Imposto Sobre Serviços – ISS), na medida em que as administrações locais sejam capazes de manter um sistema de fiscalização de arrecadações adequado e eficiente.

O término das obras e a conseqüente diminuição das atividades causarão um desaquecimento econômico local. No entanto, alguns investimentos planejados nos períodos de expansão deverão ser estimulados para que não se revertam, podendo garantir a manutenção de um nível de atividade significativo.

Com o início da geração de energia e sua comercialização haverá maior arrecadação municipal em função do aumento da base de retorno do tributo estadual ICMS.

10.6 Resultados da Avaliação de Impactos Negativos

Para o cálculo do Índice de Impacto Ambiental (Iia) primeiramente foi realizada a hierarquização (W) dos Indicadores de Impacto por Componente-síntese. Para cada Indicador de Impacto atribuiu-se o referido Peso (P) conforme escala de classificação descrita na Tabela 10.4.1.

Com os Pesos dos Indicadores de Impactos (P) atribuídos, foi realizada a multiplicação destes pelos respectivos Graus de Ponderação (W):

P x W
P=Peso dos Indicadores de Impacto Ambiental
W=Grau de Ponderação

Os resultados obtidos desta multiplicação foram somados por componente-síntese, obtendo-se os respectivos Índices de Impactos Ambientais (Íia), conforme Tabela 10.6.1.

A Tabela 10.6.1 apresenta os resultados provenientes da avaliação dos impactos decorrentes da implantação dos empreendimentos.

Tabela 10.6.1 – Avaliação dos impactos decorrentes da implantação dos empreendimentos na bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó.

AHE Saudade					
Componente-síntese	**Indicador de Impacto**	**Peso (P)**	**Grau de Ponderação (W)**	**P x W**	**Ília**
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Alteração da Qualidade da Água	0,38	0,11	0,04	0,57
	Bloqueio da Migração de Peixes	0,00	0,11	0,00	
	Perda de Habitat para Ictiofauna	0,29	0,05	0,01	
	Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística	1,00	0,22	0,22	
	Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no trecho de Jusante	0,49	0,11	0,06	
	Alterações da Velocidade de Água para Ictiofauna	0,20	0,05	0,01	
	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	0,80	0,05	0,04	
	Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios	0,75	0,05	0,04	
	Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)	0,90	0,11	0,10	
	Alteração do Regime Hídrico	0,35	0,11	0,04	
	Alteração no Transporte de Sedimentos	0,45	0,01	0,01	
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Perda de Cobertura Vegetal Nativa	0,58	0,33	0,19	0,55
	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre	0,30	0,10	0,03	
	Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento	0,41	0,02	0,01	
	Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação	0,50	0,33	0,16	
	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	0,70	0,22	0,15	
Socioeconomia	Interferência sobre Componente Indígena	0,77	0,63	0,48	0,62
	Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	0,50	0,28	0,14	
	Perdas de Área de Potencial Uso Agropastoril	0,01	0,09	0,00	

AHE Nova União					
Componente-síntese	**Indicador de Impacto**	**Peso (P)**	**Grau de Ponderação (W)**	**P x W**	**Íia**
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Alteração da Qualidade da Água	0,37	0,11	0,04	0,64
	Bloqueio da Migração de Peixes	1,00	0,11	0,11	
	Perda de Habitat para Ictiofauna	0,10	0,05	0,01	
	Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística	1,00	0,22	0,22	
	Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no trecho de Jusante	0,32	0,11	0,04	
	Alterações da Velocidade de Água para Ictiofauna	1,00	0,05	0,05	
	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	0,00	0,05	0,00	
	Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios	0,60	0,05	0,03	
	Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)	0,85	0,11	0,10	
	Alteração do Regime Hídrico	0,40	0,11	0,05	
	Alteração no Transporte de Sedimentos	0,22	0,01	0,00	
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Perda de Cobertura Vegetal Nativa	0,70	0,33	0,23	0,66
	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre	0,50	0,10	0,05	
	Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento	0,42	0,02	0,01	
	Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação	0,80	0,33	0,26	
	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	0,50	0,22	0,11	
Socioeconomia	Interferência sobre Componente Indígena	1,00	0,63	0,63	0,91
	Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	1,00	0,28	0,28	
	Perdas de Área de Potencial Uso Agropastoril	0,01	0,09	0,00	

AHE Marema					
Componente-síntese	**Indicador de Impacto**	**Peso (P)**	**Grau de Ponderação (W)**	**P x W**	**Ía**
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Alteração da Qualidade da Água	0,42	0,11	0,05	0,60
	Bloqueio da Migração de Peixes	1,00	0,11	0,11	
	Perda de Habitat para Ictiofauna	0,16	0,05	0,01	
	Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística	1,00	0,22	0,22	
	Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no trecho de Jusante	0,00	0,11	0,00	
	Alterações da Velocidade de Água para Ictiofauna	1,00	0,05	0,05	
	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	0,00	0,05	0,00	
	Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios	0,60	0,05	0,03	
	Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)	0,85	0,11	0,10	
	Alteração do Regime Hídrico	0,25	0,11	0,03	
	Alteração no Transporte de Sedimentos	0,37	0,01	0,00	
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Perda de Cobertura Vegetal Nativa	0,77	0,33	0,25	0,73
	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre	0,50	0,10	0,05	
	Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento	0,41	0,02	0,01	
	Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação	0,80	0,33	0,26	
	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	0,70	0,22	0,15	
Socioeconomia	Interferência sobre Componente Indígena	1,00	0,63	0,63	0,91
	Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	1,00	0,28	0,28	
	Perdas de Área de Potencial Uso Agropastoril	0,01	0,09	0,00	

AHE Foz do Chapecozinho					
Componente-síntese	**Indicador de Impacto**	**Peso (P)**	**Grau de Ponderação (W)**	**P x W**	**Índia**
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Alteração da Qualidade da Água	0,29	0,11	0,03	0,63
	Bloqueio da Migração de Peixes	1,00	0,11	0,11	
	Perda de Habitat para Ictiofauna	0,25	0,05	0,01	
	Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística	1,00	0,22	0,22	
	Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no trecho de Jusante	0,12	0,11	0,01	
	Alterações da Velocidade de Água para Ictiofauna	1,00	0,05	0,05	
	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	0,00	0,05	0,00	
	Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios	0,75	0,05	0,04	
	Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)	0,90	0,11	0,10	
	Alteração do Regime Hídrico	0,40	0,11	0,05	
	Alteração no Transporte de Sedimentos	0,35	0,01	0,00	
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Perda de Cobertura Vegetal Nativa	0,56	0,33	0,18	0,66
	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre	0,50	0,10	0,05	
	Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento	0,36	0,02	0,01	
	Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação	0,80	0,33	0,26	
	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	0,70	0,22	0,15	
Socioeconomia	Interferência sobre Componente Indígena	1,00	0,63	0,63	0,91
	Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	1,00	0,28	0,28	
	Perdas de Área de Potencial Uso Agropastoril	0,01	0,09	0,00	

AHE Foz do Xaxim					
Componente-síntese	**Indicador de Impacto**	**Peso (P)**	**Grau de Ponderação (W)**	**P x W**	**Ília**
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Alteração da Qualidade da Água	0,44	0,11	0,05	0,68
	Bloqueio da Migração de Peixes	1,00	0,11	0,11	
	Perda de Habitat para Ictiofauna	0,83	0,05	0,04	
	Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística	1,00	0,22	0,22	
	Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no trecho de Jusante	0,08	0,11	0,01	
	Alterações da Velocidade de Água para Ictiofauna	0,93	0,05	0,05	
	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	0,00	0,05	0,00	
	Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios	0,80	0,05	0,04	
	Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)	1,00	0,11	0,11	
	Alteração do Regime Hídrico	0,40	0,11	0,05	
	Alteração no Transporte de Sedimentos	0,15	0,01	0,00	
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Perda de Cobertura Vegetal Nativa	0,56	0,33	0,18	0,62
	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre	0,45	0,10	0,05	
	Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento	0,41	0,02	0,01	
	Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação	0,60	0,33	0,20	
	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	0,85	0,22	0,19	
Socioeconomia	Interferência sobre Componente Indígena	0,80	0,63	0,50	0,78
	Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	1,00	0,28	0,28	
	Perdas de Área de Potencial Uso Agropastoril	0,01	0,09	0,00	

AHE Santo Antônio					
Componente-síntese	**Indicador de Impacto**	**Peso (P)**	**Grau de Ponderação (W)**	**P x W**	**Ília**
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Alteração da Qualidade da Água	0,28	0,11	0,03	**0,66**
	Bloqueio da Migração de Peixes	1,00	0,11	0,11	
	Perda de Habitat para Ictiofauna	0,69	0,05	0,03	
	Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística	1,00	0,22	0,22	
	Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no trecho de Jusante	0,53	0,11	0,06	
	Alterações da Velocidade de Água para Ictiofauna	0,18	0,05	0,01	
	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	0,00	0,05	0,00	
	Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios	0,75	0,05	0,04	
	Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)	0,95	0,11	0,11	
	Alteração do Regime Hídrico	0,35	0,11	0,04	
	Alteração no Transporte de Sedimentos	0,35	0,01	0,00	
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Perda de Cobertura Vegetal Nativa	0,49	0,33	0,16	**0,49**
	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre	0,00	0,10	0,00	
	Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento	0,36	0,02	0,01	
	Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação	0,41	0,33	0,13	
	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	0,85	0,22	0,19	
Socioeconomia	Interferência sobre Componente Indígena	0,63	0,63	0,40	**0,68**
	Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	1,00	0,28	0,28	
	Perdas de Área de Potencial Uso Agropastoril	0,01	0,09	0,00	

AHE Nova Erechim					
Componente-síntese	**Indicador de Impacto**	**Peso (P)**	**Grau de Ponderação (W)**	**P x W**	**Íia**
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Alteração da Qualidade da Água	0,29	0,11	0,03	0,55
	Bloqueio da Migração de Peixes	1,00	0,11	0,11	
	Perda de Habitat para Ictiofauna	0,19	0,05	0,01	
	Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística	1,00	0,22	0,22	
	Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no trecho de Jusante	0,00	0,11	0,00	
	Alterações da Velocidade de Água para Ictiofauna	0,20	0,05	0,01	
	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	0,00	0,05	0,00	
	Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios	0,80	0,05	0,04	
	Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)	0,85	0,11	0,10	
	Alteração do Regime Hídrico	0,20	0,11	0,02	
	Alteração no Transporte de Sedimentos	0,45	0,01	0,01	
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Perda de Cobertura Vegetal Nativa	0,32	0,33	0,10	0,24
	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre	0,00	0,10	0,00	
	Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento	0,31	0,02	0,01	
	Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação	0,10	0,33	0,03	
	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	0,45	0,22	0,10	
Socioeconomia	Interferência sobre Componente Indígena	0,00	0,63	0,00	0,28
	Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	1,00	0,28	0,28	
	Perdas de Área de Potencial Uso Agropastoril	0,01	0,09	0,00	

AHE Porto Ferreira					
Componente-síntese	**Indicador de Impacto**	**Peso (P)**	**Grau de Ponderação (W)**	**P x W**	**Íia**
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Alteração da Qualidade da Água	0,31	0,11	0,04	0,69
	Bloqueio da Migração de Peixes	1,00	0,11	0,11	
	Perda de Habitat para Ictiofauna	0,69	0,05	0,04	
	Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística	1,00	0,22	0,22	
	Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no trecho de Jusante	0,67	0,11	0,08	
	Alterações da Velocidade de Água para Ictiofauna	0,39	0,05	0,02	
	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	0,00	0,05	0,00	
	Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios	0,80	0,05	0,04	
	Perda de Habitat para Phrynops williamsi (cágado-rajado)	0,95	0,11	0,11	
	Alteração do Regime Hídrico	0,40	0,11	0,05	
	Alteração no Transporte de Sedimentos	0,30	0,01	0,00	
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Perda de Cobertura Vegetal Nativa	0,45	0,33	0,15	0,40
	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre	0,25	0,10	0,03	
	Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento	0,51	0,02	0,01	
	Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação	0,10	0,33	0,03	
	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	0,85	0,22	0,19	
Socioeconomia	Interferência sobre Componente Indígena	0,00	0,63	0,00	0,28
	Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	1,00	0,28	0,28	
	Perdas de Área de Potencial Uso Agropastoril	0,01	0,09	0,00	

AHE Águas de Chapecó					
Componente-síntese	**Indicador de Impacto**	**Peso (P)**	**Grau de Ponderação (W)**	**P x W**	**Índia**
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Alteração da Qualidade da Água	0,61	0,11	0,07	0,63
	Bloqueio da Migração de Peixes	1,00	0,11	0,11	
	Perda de Habitat para Ictiofauna	0,70	0,05	0,05	
	Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística	1,00	0,22	0,22	
	Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no trecho de Jusante	0,00	0,11	0,00	
	Alterações da Velocidade de Água para Ictiofauna	0,13	0,05	0,01	
	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	0,00	0,05	0,00	
	Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios	0,80	0,05	0,04	
	Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)	1,00	0,11	0,11	
	Alteração do Regime Hídrico	0,25	0,11	0,03	
	Alteração no Transporte de Sedimentos	0,37	0,01	0,00	
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Perda de Cobertura Vegetal Nativa	0,31	0,33	0,10	0,29
	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre	0,00	0,10	0,00	
	Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento	0,41	0,02	0,01	
	Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação	0,10	0,33	0,03	
	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	0,65	0,22	0,14	
Socioeconomia	Interferência sobre Componente Indígena	0,43	0,63	0,27	0,55
	Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	1,00	0,28	0,28	
	Perdas de Área de Potencial Uso Agropastoril	0,01	0,09	0,00	

* Os valores apresentados estão arredondados para duas casas decimais.

Na Tabela 10.6.2 são apresentados os Índices de Impacto Ambiental (Ía) de cada aproveitamento, os quais foram multiplicados pelos Índices de Sensibilidade Ambiental (ISA) de cada compartimento, conforme resultados obtidos na Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) – Capítulo 7.

Tabela 10.6.2 – Avaliação dos impactos por aproveitamento com atribuição do Índice de Sensibilidade Ambiental.

Aproveitamento Hidrelétrico	Índice de Impacto Ambiental sem Sensibilidade	Índice de Sensibilidade Ambiental do Compartimento	Índice de Impacto Ambiental com Sensibilidade
Componente-síntese: Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos			
Saudade	0,57	0,35	0,20
Foz do Chapecozinho	0,63		0,22
Nova União	0,64		0,22
Marema	0,60		0,21
Foz do Xaxim	0,68	0,49	0,33
Santo Antônio	0,66		0,32
Nova Erechim	0,55		0,27
Porto Ferreira	0,69	0,50	0,35
Águas de Chapecó	0,63		0,32
Componente-síntese: Meio Físico e Ecossistemas Terrestres			
Saudade	0,55	0,55	0,30
Foz do Chapecozinho	0,66		0,36
Nova União	0,66		0,36
Marema	0,73		0,40
Foz do Xaxim	0,62	0,45	0,28
Santo Antônio	0,49		0,22
Nova Erechim	0,24		0,11
Porto Ferreira	0,40	0,35	0,14
Águas de Chapecó	0,29		0,10
Componente-síntese: Socioeconomia			
Saudade	0,62	0,95	0,59
Foz do Chapecozinho	0,91		0,86
Nova União	0,91		0,86
Marema	0,91		0,86
Foz do Xaxim	0,78	0,58	0,45
Santo Antônio	0,68		0,39
Nova Erechim	0,28		0,16
Porto Ferreira	0,28	0,48	0,13
Águas de Chapecó	0,55		0,26

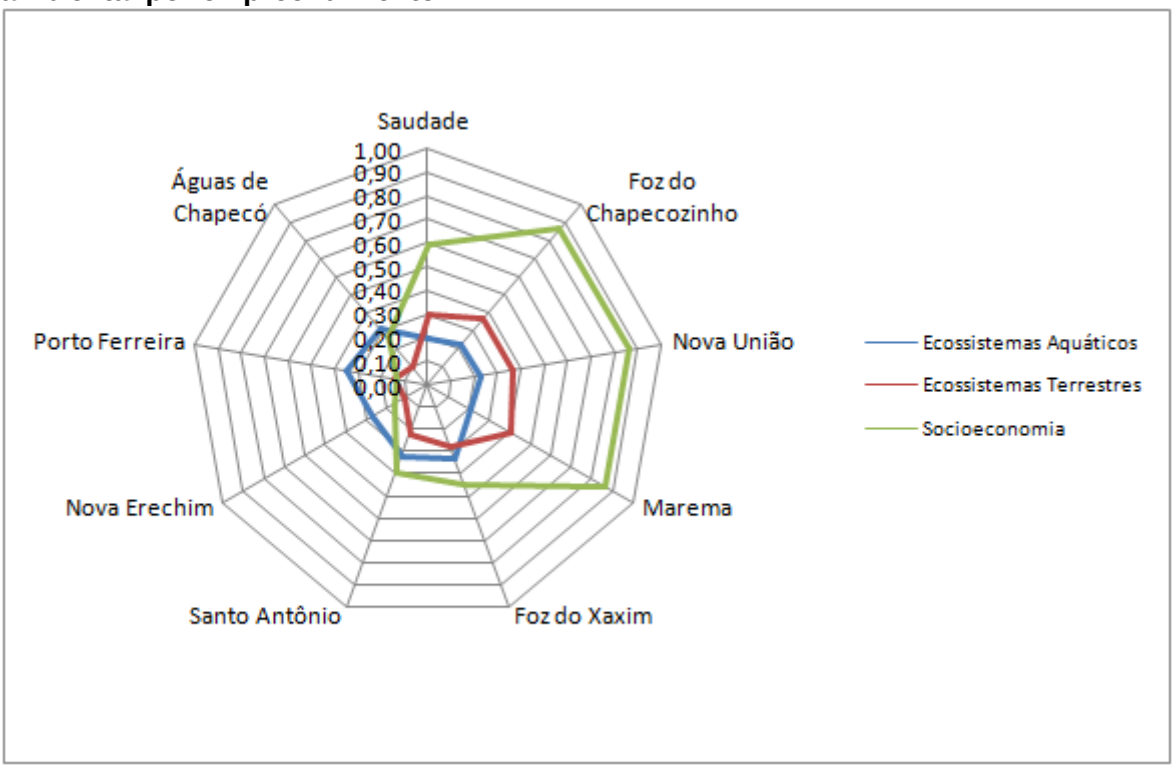
Na Tabela 10.6.3 apresentam-se os resultados finais da avaliação de impacto por aproveitamento, o qual foi calculado através da média dos três componentes-síntese.

Tabela 10.6.3 – Avaliação final dos impactos por aproveitamento.

Aproveitamento Hidrelétrico	Índice de Impacto Ambiental Final
Saudade	0,36
Foz do Chapecozinho	0,48
Nova União	0,48
Marema	0,49
Foz do Xaxim	0,36
Santo Antônio	0,31
Nova Erechim	0,18
Porto Ferreira	0,21
Águas de Chapecó	0,23

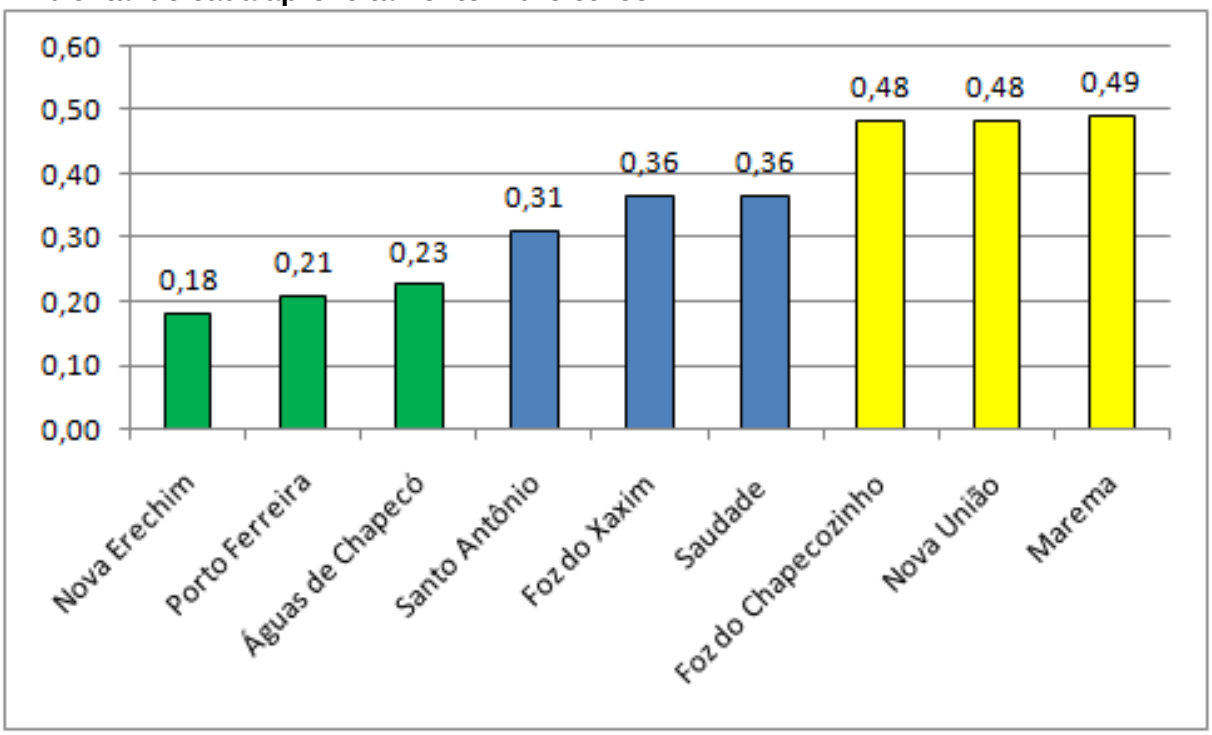
A Figura 10.6.1 ilustra a representatividade de cada componente-síntese por aproveitamento.

Figura 10.6.1 – Representatividade dos resultados da avaliação de impacto ambiental por empreendimento.



Os resultados da Tabela 10.6.3 são apresentados na Figura 10.6.1, a seguir.

Figura 10.6.1 – Representatividade dos resultados finais dos Índices de Impacto Ambiental de cada aproveitamento hidrelétrico.



10.7 Efeitos Cumulativos e Sinérgicos dos Impactos na Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó

Com a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos no Trecho Baixo Chapecó, surgirão alterações das condições atuais, especialmente nas áreas afetadas pelos reservatórios, pelas estruturas de apoio e áreas de preservação permanente. Desse modo, é previsível que ocorram diferenciadas pressões sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos, bem como novos fatores com efeitos sobre as interações socioeconômicas, culturais e políticas.

Após a avaliação dos impactos para cada empreendimento foi realizada a análise de cumulatividade e sinergia, a qual, de acordo com o MME (2007), considera como base, os cruzamentos realizados entre a Sensibilidade Ambiental e os resultados dos Indicadores de Impacto Ambiental.

Conforme MME (2007), os impactos apresentam efeitos sinérgicos quando o resultado das interações entre eles acarreta uma alteração em um dado espaço diferente da simples soma das alterações.

Considerou-se a cumulatividade como o efeito aditivo dos impactos dos aproveitamentos; e a sinergia como o resultado da interação desses efeitos que tendem a ter intensidades diferentes dos impactos originais. Dessa forma, os efeitos

sinérgicos dos impactos de um aproveitamento levam em consideração os impactos provocados por outros aproveitamentos, cujo resultado não é necessariamente sua somatória.

Entre os impactos negativos, foram selecionados aqueles que apresentam efeitos cumulativos decorrentes da implantação do conjunto de aproveitamentos:

- Alteração da qualidade da água
- Bloqueio da migração de peixes
- Perda de habitat para ictiofauna
- Perda de variabilidade genética da população ictiofaunística
- Alterações da velocidade de água para ictiofauna
- Perda de mata ciliar de pequenos tributários para anfíbios
- Perda de habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)
- Alteração no transporte de sedimentos
- Perda de cobertura vegetal nativa
- Interferência em áreas de interesse para a conservação
- Perda de área dos fragmentos florestais relevantes para fauna terrestre
- Perda de mata ciliar para espécies de hábitos florestais e generalistas
- Potencialização das áreas de risco a alagamento
- Interferência sobre componente indígena
- Perdas de área de potencial uso agropastoril
- Deslocamento compulsório das famílias
- Interferência sobre o modo de vida da população

A sinergia dos impactos negativos previstos para o Trecho Baixo Chapecó é apresentada na Tabela 10.7.1.

Tabela 10.7.1 – Interação da sinergia entre os impactos considerados na Avaliação Ambiental Integrada.

Componente-síntese	Indicador de Impacto	Alteração da Qualidade da Água	Bloqueio da migração de peixes	Perda de habitat para ictiofauna	Perda de variabilidade genética da população ictiofaunística	Alterações no regime hídrico para ictiofauna no trecho a jusante	Alterações da velocidade da água para ictiofauna	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios	Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)	Alteração do regime hídrico	Alteração no transporte de sedimentos	Perda de Cobertura Vegetal Nativa	Interferência em áreas de interesse para a conservação	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre	Perda de Mata Ciliar para espécies de hábitos florestais e generalistas	Potencialização das áreas de risco a alagamento	Interferência sobre componente indígena	Interferência Sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	Perdas de área de potencial uso agrossilvopastoril	Deslocamento Compulsório das Famílias	Interferência sobre o modo de vida da população	Perda de áreas de potencial minerário	Alteração de paisagem
Recursos hídricos e ecossistemas aquáticos	Alteração da Qualidade da Água																	x				x		
	Bloqueio da Migração de Peixes			x	x													x				x		
	Perda de Habitat para Ictiofauna				x													x				x		
	Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística																	x				x		
	Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no Trecho a Jusante	x	x	x	x		x	x										x				x		
	Alterações da Velocidade da Água para Ictiofauna			x	x													x				x		
	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	x								x		x	x	x		x								x
	Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios												x			x								x
	Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)																							
	Alteração do Regime Hídrico	x	x	x		x	x	x		x		x					x	x				x		x
	Alteração no Transporte de Sedimentos	x															x							
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Perda de Cobertura Vegetal Nativa	x							x			x		x	x	x	x	x						x
	Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação								x				x		x	x		x						x
	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre								x				x	x		x		x						x
	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas								x				x	x	x			x						x
	Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento																							

Componente-síntese	Indicador de Impacto	Alteração da Qualidade da Água	Bloqueio da migração de peixes	Perda de habitat para ictiofauna	Perda de variabilidade genética da população ictiofaunística	Alterações no regime hídrico para ictiofauna no trecho a jusante	Alterações da velocidade da água para ictiofauna	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios	Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)	Alteração do regime hídrico	Alteração no transporte de sedimentos	Perda de Cobertura Vegetal Nativa	Interferência em áreas de interesse para a conservação	Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre	Perda de Mata Ciliar para espécies de hábitos florestais e generalistas	Potencialização das áreas de risco a alagamento	Interferência sobre componente indígena	Interferência Sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	Perdas de área de potencial uso agrossilvopastoril	Deslocamento Compulsório das Famílias	Interferência sobre o modo de vida da população	Perda de áreas de potencial minerário	Alteração de paisagem
Socioeconomia	Interferência sobre Componente Indígena													x										
	Interferência Sobre Elementos Arqueológicos e Históricos																							
	Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvopastoril	x																				x		x
	Deslocamento Compulsório das Famílias*																					x		
	Interferência sobre o Modo de Vida da População*																							
	Perda de Áreas de Potencial Minerário*																							
	Alteração de Paisagem*																					x		
	Alteração nas arrecadações municipais e tributárias*																							

* Impactos qualitativos: sem atribuição de peso.

Apresenta-se na sequência, a avaliação dos efeitos cumulativos e sinérgicos de cada impacto negativo apresentado na Tabela 10.7.2.

Tabela 10.7.2 – Efeito cumulativo e sinérgico dos impactos considerados na Avaliação Ambiental Integrada.

Impacto Negativo Permanente	Cumulatividade	Efeito Sinérgico
Alteração do regime hídrico	Não	Alteração das condições naturais do rio
Alteração no transporte de sedimentos	Sim	
Potencialização das áreas de risco a alagamento	Sim	
Alteração da Qualidade da Água	Sim	Alteração das condições naturais para ictiofauna
Bloqueio da migração de peixes	Sim	
Perda de habitat para ictiofauna	Sim	
Perda de variabilidade genética da população ictiofaunística	Sim	
Alterações no regime hídrico para ictiofauna no trecho a jusante	Não	
Alterações da velocidade da água para ictiofauna	Sim	
Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática	Não	Alteração dos habitats para fauna terrestre e semi-aquática
Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios	Sim	
Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)	Sim	
Perda de Cobertura Vegetal Nativa	Sim	Perda de Cobertura Vegetal Nativa
Interferência em áreas de interesse para a conservação	Sim	
Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre	Sim	
Perda de Mata Ciliar para espécies de hábitos florestais e generalistas	Sim	
Interferência sobre componente indígena	Sim	Perda de áreas de uso antrópico
Interferência Sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	Não	
Perdas de área de potencial uso agrossilvopastoril	Sim	
Deslocamento Compulsório das Famílias	Sim	
Interferência sobre o modo de vida da população	Sim	
Perda de áreas de potencial minerário	Não	
Alteração de paisagem	Não	

10.7.1. Efeitos Cumulativos

- **Alteração do Regime Hídrico**

A alteração do regime sazonal de vazões é mais expressiva a jusante dos reservatórios dotados de volume útil, que tendem a reservar água nos períodos mais úmidos e liberar no período mais seco, promovendo desta forma um efeito regularizador nas vazões, procurando reduzir a operação de vertimento.

Para os reservatórios com operação a fio d'água, estas variações, em regime de operação normal, são pequenas devidas principalmente a perdas por evaporação, pelo fato de não existir volume útil que promova regularização no regime de vazões.

Estes processos combinados refletem-se de forma cumulativa para jusante, alterando o comportamento sazonal de vazões e a sua disponibilidade hídrica.

Conforme apresentado no Capítulo 8 – Estudo de Remanso, foi verificado a influência da inserção dos AHEs na velocidade média das seções, onde os resultados indicam a alteração de velocidades médias nas seções pela formação dos reservatórios, o que mostra a alteração na hidrodinâmica do rio natural e os trechos de maior influência sobre a biota aquática.

Além da cumulatividade, a interação entre alguns dos impactos são evidentes, seja de forma direta ou indireta, apresentados a seguir:

a. Potencialização das áreas de risco a alagamento;
b. Interferência sobre componente indígena;
c. Interferência sobre o modo de vida da população;
d. Alteração de paisagem.

- **Alteração no Transporte de Sedimentos**

As alterações observadas no comportamento sedimentológico refletem-se em ganho substancial de vida útil dos empreendimentos hidrelétricos, quando a cascata é analisada de forma cumulativa. As retenções de descarga sólida promovidas pelos aproveitamentos de montante beneficiam os de jusante e os reservatórios afetados são aqueles situados nas porções mais elevadas da partição de queda.

Conforme apresentado no Capítulo 6.1.6 – Recursos Hídricos, alguns empreendimentos apresentaram uma baixa vida útil no NA de operação, sendo assim devem ser adotadas medidas de correção e monitoramento constante para

evitar o assoreamento destes reservatórios e o efeito cumulativo e sinérgico em cascata.

- **Potencialização das Áreas de Risco a Alagamento**

De acordo com Silva (2014), a construção de uma barragem ligada a uma usina hidrelétrica poderá assumir três finalidades, a saber: a concentração do desnível de um rio para produzir uma queda, a criação de um grande reservatório capaz de regularizar o deflúvio, e simplesmente o levantamento do nível d'água para possibilitar a entrada num canal, num túnel ou numa tubulação que a aduza para a casa de força.

As barragens com objetivo de geração de energia, de maneira geral, podem potencializar o risco de alagamento em uma determinada área se aliadas aos fatores naturais de precipitação e relevo, uma vez que altera-se os níveis naturais dos cursos d'água e, consequentemente, o regime hidrológico.

Na avaliação da área de estudo do Baixo Chapecó, as condições naturais não favorecem áreas de risco alto, também não existem áreas determinadas dentro dos futuros reservatórios, entretanto estudos detalhados devem ser elaborados em momentos posteriores dos estudos ambientais dos AHEs.

- **Alteração da Qualidade da Água**

O conceito de "cascata de reservatórios" deriva de conceitos clássicos do funcionamento de rios como o "conceito do rio contínuo" proposto por Vannote et al. (1980) e o conceito da descontinuidade em série de Ward e Stanford (1995). Nessa mesma linha Barbosa et al.(1999) desenvolveram o conceito da continuidade através de reservatórios em cascata. Os autores destacam que a despeito da presença de reservatórios em cascata, é possível verificar a existência de um gradiente de trofia ao longo do sistema. Ainda, que a presença de uma cascata de reservatórios resulte em mudanças significativas na continuidade original de um rio alterando diversos aspectos. Essas mudanças não impedem a manutenção dos processos básicos os quais continuam operativos no decorrer do contínuo. Straskraba (1990) propõe algumas considerações teóricas sobre os efeitos dos reservatórios superiores sobre os inferiores e as agrupa em três tipos as modificações físicas, química e indiretas.

Modificações físicas:

a) temperatura da superfície aumenta conforme descemos a cascata;
b) o mesmo é observado com as temperaturas do fundo;
c) a profundidade de mistura aumenta;
d) aumenta a vazão em direção a foz;
e) a intensidade da mistura do material que entra no reservatório, com o que já está no reservatório, aumenta descendo a cascata.

Modificações químicas:

a) a turbidez decresce nos reservatórios inferiores;
b) a carga orgânica e cor diminuem favorecendo condições luminosas;
c) a concentração de fósforo cai em função do aumento na luminosidade e atividade do fitoplâncton;
d) as concentrações de oxigênio caem conforme desce a cascata, em função da decomposição em hipolímnios anteriores.

Modificações indiretas nos processos químicos e biológicos:

a) produção primária decresce em direção a foz;
b) as comunidades de fitoplâncton tendem a ser mais tipicamente oligotróficas.

Vários estudos têm buscado elucidar e explicar o efeito causado pela chamada “cascata de reservatórios” (p. ex. DE PISCOYA et al*,* 2013, NOGUEIRA et al*.*, 2005, CALLISTO et al*.,* 2005), entretanto, essa constitui uma análise complexa, uma vez que os compartimentos e/ou comunidades respondem de forma diferenciada a esse fenômeno. Vários fatores devem ser considerados quando analisa-se o efeito da cumulatividade ou efeito cascata em reservatórios, tais como:

a) dinâmica da paisagem, a constituição das atividades na paisagem, usos e ocupação da terra, relevo, vegetação ripária nos tributários, constituição geomorfológica da bacia;

b) característica dos empreendimentos, como presença de trechos de vazão reduzida, características hidráulicas (p. ex. tomada d’água), tempo de residência da água;

c) a dinâmica da comunidade aquática.

Barbosa *et al* (1999) demonstraram que nas construções de reservatórios em cascatas há tendência em uma melhora da qualidade da água ao fim do sistema. Nogueira *et al* (2005) demonstraram uma tendência nesse sentido para os reservatórios do rio Paranapanema, embora muitos fatores dos elencados por Barbosa *et al* (1999) e Straskraba (1990) não tenha sido evidente neste sistema. Essa incoerência ocorre devido à grande diferença de tamanho entre os reservatórios e usos do solo diferenciais ao longo da cascata. Assim, fica claro a influência do entorno e do próprio reservatório no sistema.

Portanto, a análise do efeito cumulativo da implantação de reservatórios em série, em um rio e/ou bacia hidrográfica sobre a qualidade da água e nas comunidades aquáticas deve ser considerado com cautela. É necessário considerar a resposta diferenciada de cada comunidade aquática, bem como as especificidades dos diferentes compartimentos (zona lacustre, zona intermediaria entre o ambiente fluvial e lacustre e a presença de trechos de vazão reduzida), pois, as generalizações podem mascar efeitos internos e das áreas de entorno.

De modo geral, a qualidade da água depende de inúmeros processos, principalmente em reservatórios, os quais estão relacionados com as características morfológicas do sistema, com mecanismos de circulação e estratificações (térmica e química), com relações entre profundidades das zonas eufótica, afótica e máxima, com o tempo de residência da água e ainda com interações com os sedimentos.

- **Bloqueio da Migração de Peixes**

O bloqueio da migração de peixes pode ser considerado um impacto cumulativo e apresenta interação principalmente com a perda da variabilidade genética para ictiofauna, pois a implantação de um obstáculo intransponível poderá promover o isolamento e/ou a extinção de populações que anteriormente ocupavam ambientes comuns realizando o fluxo gênico.

A migração de peixes é fator importante para a sobrevivência da ictiofauna e pode ter suas taxas pioradas a cada empreendimento, promovendo a intensificação do impacto. Dessa maneira, deve-se considerar que as estratégias reprodutivas de peixes potamódromos da região neotropical envolvem movimentos descendentes passivos de ovos e larvas por quilômetros (Nakatani et al., 2001; Agostinho *et al.*,

2002; Agostinho *et al.*, 2007), ao final dos quais necessitam de lagoas marginais ou baías, para que o desenvolvimento dos jovens seja bem sucedido.

Considerando a possibilidade da perda de variabilidade genética, o bloqueio da migração dos peixes pode apresentar também interação com o impacto Perda de habitat para ictiofauna. Relativo ao fator pesca, afetado diretamente pelo bloqueio da migração de peixes, considera-se a interação desse com os impactos Interferência sobre componente indígena e Interferência sobre o modo de vida da população. As medidas de mitigação destinadas a prevenir, compensar e/ou mitigar os referidos impactos são indicadas no Capítulo 11 – Diretrizes e Recomendações.

- **Perda de Habitat para Ictiofauna**

A construção de barragens ao longo dos rios gera uma interferência negativa para o grupo de peixes de hábitos reofílicos, que têm as migrações dificultadas ou impedidas por esses obstáculos. A migração descendente dos adultos de espécies migradoras é dificultada pelo fato de serem, nessa fase, geralmente reofílicos (habitat de água corrente) e ocuparem apenas os trechos superiores de reservatórios junto a zonas fluviais e de transição (Okada et al., 2005) aonde a velocidade da água é maior.

Adicionalmente, há o problema da eventual interrupção do processo de deriva de ovos, larvas e juvenis para os trechos a jusante, os quais podem ficar retidos junto às barragens e sob condições ambientais inadequadas (fluxo d'água lento ou nulo, baixos teores de oxigênio dissolvido, carga elevada de sedimentos e alta pressão nas regiões mais profundas desses reservatórios), ocasionando mortes (e.g., Neotropical Ichthyology, 5(2), 2007).

A manutenção de habitats propícios para a ictiofauna é fator importante para sua sobrevivência e pode ter sua perda intensificada a cada empreendimento instalado, promovendo a intensificação do impacto. Por esse motivo, conforme apresentado na Tabela 10.7.1, espera-se a interação desse impacto com a Perda de variabilidade genética da população ictiofaunística.

Desse modo, a tendência é que estes impactos acabem por afetar a atividade de pesca, ocorrendo, dessa forma, a interação com os impactos Interferência sobre componente indígena e Interferência sobre o modo de vida da população. As

medidas de mitigação destinadas a prevenir, compensar e/ou mitigar os referidos impactos são indicadas no Capítulo 11 – Diretrizes e Recomendações.

- **Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística**

A diversidade genética é a base da flexibilidade evolutiva de uma espécie e de respostas a mudanças ambientais. A perda de variabilidade pode induzir consequências de aptidão negativas e prevenir mudanças adaptativas em populações.

A redução de variabilidade genética entre populações de peixes em rios onde são construídas barragens pode surgir através do fator chamado gargalo demográfico. Nele, uma população sofre uma severa redução temporária em seu tamanho quando poucos indivíduos conseguem transpor a barragem. Como resultado, a variabilidade genética de todas as gerações subseqüentes estará contida em poucos indivíduos que sobreviveram ao gargalo e reproduziram. Com a presença de várias barragens ao longo de um rio, esse efeito acaba por ser cumulativo principalmente em relação às espécies migradoras.

Conforme discutido anteriormente, se a diversidade genética é baixa, a população corre grande risco de não sobreviver, pois provavelmente não possuirá condições de se adaptar a tal ambiente. Desta forma, esse impacto poderá vir a afetar também a pesca na região, ocorrendo assim interação com os impactos Interferência sobre componente indígena e Interferência sobre o modo de vida da população. As medidas de mitigação destinadas a prevenir, compensar e/ou mitigar os referidos impactos são indicadas no Capítulo 11 – Diretrizes e Recomendações.

- **Alterações da Velocidade de Água para Ictiofauna**

Alterações na velocidade de água têm relação direta com a perda de habitat discutida anteriormente, uma vez que estudos desenvolvidos comprovam a busca de zonas fluviais e de transição (Okada et al., 2005) aonde a velocidade de água é maior geralmente pelas espécies reofílicas. Essas espécies, pela condição lêntica do reservatório, tendem a não desenvolver movimentos descendentes de migração.

Conforme já mencionado, a manutenção de habitats propícios para a ictiofauna é fator importante para sua sobrevivência e pode ter sua perda

intensificada a cada empreendimento instalado, promovendo a intensificação do impacto. Por esse motivo, considera-se o impacto cumulativo e sua interação com os impactos Perda de Habitat, Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística.

Presume-se assim que esses impactos, se não estiverem associados a ações mitigadoras, acabem por afetar a atividade de pesca, ocorrendo, dessa forma, interação com os impactos Interferência sobre componente indígena e Interferência sobre o modo de vida da população. As medidas de mitigação destinadas a prevenir, compensar e/ou mitigar os referidos impactos são indicadas no Capítulo 11 – Diretrizes e Recomendações.

- **Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios**

A perda de habitats nativos é considerada o principal impacto para a conservação da fauna, sendo intensificado quanto maior for a área suprimida. Neste sentido, a perda de mata ciliar de pequenos tributários em função da implantação sequencial dos empreendimentos hidrelétricos no Baixo Chapecó é tratada como um impacto cumulativo para as espécies de anfíbios que utilizam este local como habitat, seja integralmente ou durante o período reprodutivo.

Além da perda em si, o aumento da área suprimida pode levar à restrição do deslocamento dos indivíduos de cada espécie para outros habitats similares. A limitação da migração aumenta o isolamento das populações e sua viabilidade em médio ou longo prazo.

Desta forma, espera-se que o impacto supracitado, além de cumulativo, apresente interação com os impactos Perda de Cobertura Vegetal Nativa, Perda de Mata Ciliar para espécies de hábitos florestais e generalistas e Alteração de paisagem.

- **Perda de Habitat para *Phrynops williamsi* (cágado-rajado)**

Phrynops williamsi é uma espécie de cágado particularmente associada a rios de médio a grande porte. A transformação do rio em reservatórios acarreta a perda de habitat para a espécie e isola parcial ou totalmente a espécie que ocorria ao longo de todo o rio, formando subpopulações isoladas em vários graus conforme o comprimento dos reservatórios.

Os reservatórios podem impor limites para o deslocamento dos indivíduos, dificultando ou mesmo impedindo a colonização de outros trechos de rio e, assim, a viabilidade de sobrevivência das subpopulações em longo prazo é desconhecida.

Desta forma, a perda de habitat para *Phrynops williamsi* é considerada um impacto cumulativo com a implantação sequencial de empreendimentos hidrelétricos no Baixo Chapecó.

- **Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre**

Muitas espécies animais estão especialmente associadas a fragmentos florestais grandes, com borda relativamente pequena em relação à área total.

A perda de fragmentos florestais relevantes representa um caso particular da perda de cobertura vegetal nativa e, portanto, trata-se também de um impacto cumulativo para a fauna do Baixo Chapecó originado pela implantação sequencial de empreendimentos hidrelétricos.

Este é um impacto cumulativo e espera-se a interação desse com os seguintes impactos: Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios, Perda de Cobertura Vegetal Nativa, Interferência em áreas de interesse para conservação, Perda de Área de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas, Interferência sobre componente indígena, Interferência sobre o modo de vida da população e Alteração da Paisagem.

- **Perda de Área de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas**

Muitas espécies animais estão associadas às matas ciliares, utilizando-as como habitat ou como corredor entre habitats.

A perda de mata ciliar representa um caso particular da perda de cobertura vegetal nativa e, portanto, trata-se também de um impacto cumulativo para a fauna do Baixo Chapecó originado pela implantação sequencial de empreendimentos hidrelétricos.

Este impacto é cumulativo e espera-se a interação desse com os seguintes impactos: Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios, Perda de Cobertura Vegetal Nativa, Interferência em áreas de interesse para conservação, Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre,

Interferência sobre componente indígena, Interferência sobre o modo de vida da população e Alteração da Paisagem.

- **Alterações no Regime Hídrico para Ictiofauna no Trecho a Jusante**

Conforme já abordado anteriormente, as Alterações no regime hídrico para ictiofauna no trecho de jusante podem ter implicações na quantidade, qualidade e condições ambientais para manutenção dos estoques de peixes. Os impactos são proporcionais à distância de trecho de vazão reduzida, flutuações no nível de água e declividade com a presença de áreas isoladas e predadores.

Como esse impacto que afeta diretamente as populações da comunidade ictiofaunística da região, acredita-se que esse seja um impacto sinérgico àqueles que compõem o grupo Alterações nas Condições Naturais para Ictiofauna e o grupo Perda de áreas de uso antrópico.

- **Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-Aquática**

A construção de um reservatório pode acarretar numa grande redução do fluxo de água de cascatas, refletindo em alterações das condições ambientais locais. Desta forma, espera-se que o impacto Alteração das condições ambientais de cachoeiras para Fauna Terrestre e Semi-aquática tenha sinergia com os impactos listados nos grupos: Alteração dos habitats para fauna terrestre e semi-aquática, Alteração no transporte de sedimentos, Perda de Cobertura Vegetal Nativa e Perda de áreas de uso antrópico.

- **Perda de Cobertura Vegetal Nativa**

A supressão de áreas com vegetação nativa consiste do impacto mais evidente quando da construção de empreendimentos hidrelétricos, especialmente em função da descaracterização da fisionomia e da paisagem existente. A perda sucessiva de áreas florestais nativas em uma determinada região ou compartimento pode levar a redução na riqueza e abundância de espécies da flora (incluindo epífitas e lianas), por conseguinte perda de diversidade biológica, a redução ou extinção regional de espécies em um processo de cumulatividade.

Ainda em relação à vegetação nativa, a perda de habitats é considerada o principal impacto para a conservação da fauna, este impacto é tanto maior quanto maior for à área suprimida. A redução da cobertura vegetal em muitos casos promove a fragmentação e o isolamento de remanescentes florestais relevantes causando a redução e/ou ausência de conectividade entre remanescentes florestais nativos.

O aumento da área suprimida também pode dificultar o deslocamento de indivíduos para outros habitats similares. Essa restrição da migração e do fluxo gênico promove ou aumenta o isolamento das subpopulações e populações, podendo comprometer a ocorrência da espécie na área, em particular para aquelas mais restritivas ou com menor capacidade de dispersão.

Neste sentido, a perda de cobertura vegetal nativa, no caso, de áreas de floresta primária ou secundária em qualquer estágio de regeneração, em decorrência da implantação sequencial de empreendimentos hidrelétricos no trecho Baixo Chapecó, é também tratada como um impacto cumulativo para a fauna.

A perda de vegetação nativa também implica na potencialização dos processos erosivos, manifestando-se através do aumento da carga de sedimentos que causam o assoreamento de cursos d'água e dos reservatórios, causando também alterações na qualidade da água.

Não menos importante é considerar a interferência da supressão de vegetação sobre o componente indígena, vista a riqueza biológica representada pelo elevado nível de conservação dos remanescentes florestais presentes neste território.

Por fim, a perda de vegetação nativa como um todo, possui efeito sinérgico com os seguintes impactos: Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios; Interferência em áreas de interesse para a conservação, Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre; Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas e, Alteração da Paisagem.

- **Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação**

Áreas naturais protegidas ou unidades de conservação são áreas criadas com a finalidade de proteger os remanescentes florestais ou as extensões de áreas

naturais, assegurando a conservação da biodiversidade e garantindo a utilização sustentável dos recursos nela existente.

A interferência em ambientes naturais protegidos, especialmente quando ligados ao desmatamento, provocam alterações na dinâmica de um ecossistema como um todo. Dentre estas alterações, a perda de diversidade biológica da fauna e flora constitui-se dos principais alvos de impacto.

Neste contexto, considera-se o efeito cumulativo, quando da interferência causada pela implantação dos empreendimentos, em áreas de interesse para conservação indicadas e/ou legalmente protegidas, como é o caso do Corredor Ecológico Chapecó e da Terra Indígena Xapecó (Ma580).

Para o Corredor Chapecó (instituído através do Decreto n° 2.957 de 20 de janeiro de 2010), considera-se o efeito cumulativo, vista a perda de vegetação para implantação dos seguintes empreendimentos: AHE Saudade, AHE Foz do Chapecozinho, AHE Marema e AHE Nova União.

A área de interesse para conservação mais afetada corresponde a TI Xapecó (Ma580), que embora possua território protegido em senso estrito para a preservação da cultura do grupo étnico em questão, abrange remanescentes florestais predominantemente em condição primária e configuram o maior maciço florestal nestas condições da Floresta Estacional Decidual em Santa Catarina. Neste contexto, a cumulatividade se revela pela interferência direta dos seguintes empreendimentos projetados parcialmente sobre este componente: AHE Foz do Chapecozinho, AHE Marema e AHE Nova União. Em função da aproximação com a TI Xapecó, considera-se os efeitos cumulativos também para a AHE Saudade e AHE Foz do Xaxim.

Situação semelhante é observada para o Corredor Ecológico Chapecó (instituído através do Decreto n° 2.957 de 20 de janeiro de 2010), que em função da sobreposição de área com a TI Xapecó (Ma580), quando da implantação da AHE Saudade (inserida exclusivamente na área do CE Chapecó), juntamente com AHE Foz do Chapecozinho, AHE Marema e AHE Nova União (inseridos na TI Xapecó - Ma580), apresenta efeito cumulativo.

Neste contexto, embora a maior intensidade de impacto esteja associada aos empreendimentos acima citados, observa-se que para os demais empreendimentos, mesmo que estritamente inseridos em área indicada como prioritárias para a

conservação da biodiversidade, porém não legalmente instituída - correspondente ao Corredor Chapecó – apresenta menor relevância ecológica mesmo considerando a cumulatividade entre os seguintes empreendimentos: AHE Foz do Xaxim, AHE Santo Antonio, AHE Nova Erechim, AHE Porto Ferreira e AHE Águas de Chapecó.

Por fim considera-se o efeito sinérgico da Interferência em Áreas de Interesse Para a Conservação com os seguintes impactos: Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios; Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre; Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas, Alteração da Paisagem e Interferência sobre componente indígena.

- **Interferência sobre Componente Indígena**

No momento que os limites da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos e sua área de influência convergem com os limites das terras indígenas (TI) (de acordo com a Portaria Interministerial Nº 419/2011) tem-se o impacto. Agrava-se a este fator a sensibilidade da condição jurídica que essa TI apresenta, conforme informado na AAD sobre a TI Araçaí e TI Xapecó.

No contexto deste estudo, a cumulatividade se revela sobre a TI Xapecó pela influência da implantação de 06 (seis) aproveitamentos, sendo estes: AHE Foz do Chapecozinho, AHE Marema e AHE Nova União que sobrepõe o território da TI; enquanto o AHE Foz do Xaxim, o AHE Saudade e AHE Santo Antônio, pela proximidade, indicam a necessidade de estudos aprofundados para avaliação dos devidos impactos.

- **Perdas de Área de Potencial Uso Agropastoril**

Este impacto potencializará a sensibilidade identificada na AAD de “Alterações sobre os Modos de Vida da População”, visto que se o modo de vida rural e camponês já se encontrava frágil, a interferência sobre o espaço simbólico e a produção agropecuária implicará cumulatividade. Este impacto interage diretamente com o impacto Deslocamento compulsório de famílias e com Interferência sobre o modo de vida da população, além de influenciar o impacto de Alteração da Qualidade da água de maneira positiva, uma vez que a produção agropecuária é um dos principais potenciais poluentes.

Outro fator de cumulatividade ocorre quando o mesmo município recebe a implantação de mais de um empreendimento, no caso do município de Marema (AHE Marema e AHE Foz do Xaxim), Entre Rios (AHE Marema, AHE Nova União, AHE Saudades e AHE Foz do Chapecózinho), Coronel Freitas (AHE Foz do Xaxim, AHE Santo Antonio, AHE Nova Erechim e AHE Porto Ferreira), Águas Frias (AHE Santo Antonio e AHE Nova Erechim), Ipuaçu (AHE Saudades e AHE Nova União), Nova Erechim (AHE Nova Erechim, AHE Porto Ferreira e AHE Águas de Chapecó) e Quilombo (AHE Foz do Chepecozinho e AHE Foz do Xaxim).

- **Deslocamento Compulsório das Famílias**

Este impacto tem interação direta com os impactos Perdas de área de potencial uso agropastoril e Interferência sobre o modo de vida da população. Assim como o impacto anterior, apresenta cumulatividade com a sensibilidade Interferência sobre o modo de vida da população, partindo do mesmo pressuposto que ao se considerar o modo de vida rural como vulnerável, sendo um de seus pilares é o núcleo familiar, a saída de um número de famílias de determinada localidade rural, potencializará esta condição.

A cumulatividade deverá ser observada também do ponto de vista da inserção de mais de um aproveitamento hidrelétrico em um mesmo município, como ocorre com Marema, Entre Rios, Coronel Freitas, Águas Frias, Ipuaçu e Quilombo.

- **Interferência Sobre o Modo de Vida da População**

Este impacto pode ser considerado como a consequência geral entre a interação de todos os impacto identificados para o meio socioeconômico, além de sofrer a influência de impacto inerentes aos outros componentes sínteses como: Alteração da Qualidade da Água, Bloqueio da Migração de Peixes, Perda de Habitat para Ictiofauna, Perda de Variabilidade Genética da População Ictiofaunística, Alteração do Regime Hídrico. Ou seja, quaisquer que sejam as alterações sobre o ambiente que alterem a relação que a população lindeira estabelece com os recursos naturais.

- **Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos**

Um impacto sobre o patrimônio arqueológico regional representa qualquer dano que o empreendimento possa vir a causar sobre os bens arqueológicos e seu contexto locacional, ambiental, e histórico, incluindo as atividades de resgate, já que esta acaba por retirar o material arqueológico do contexto que estava inserido.

Como a ocorrência deste impacto não depende ou interfere em nenhum dos demais, ele não apresenta efeito sinérgico, da mesma forma que pela sua manifestação pontual e localizada, não existe uma potencialidade de cumulatividade de um aproveitamento sobre outro ou a sobreposição deste impacto sobre uma sensibilidade já identificada.

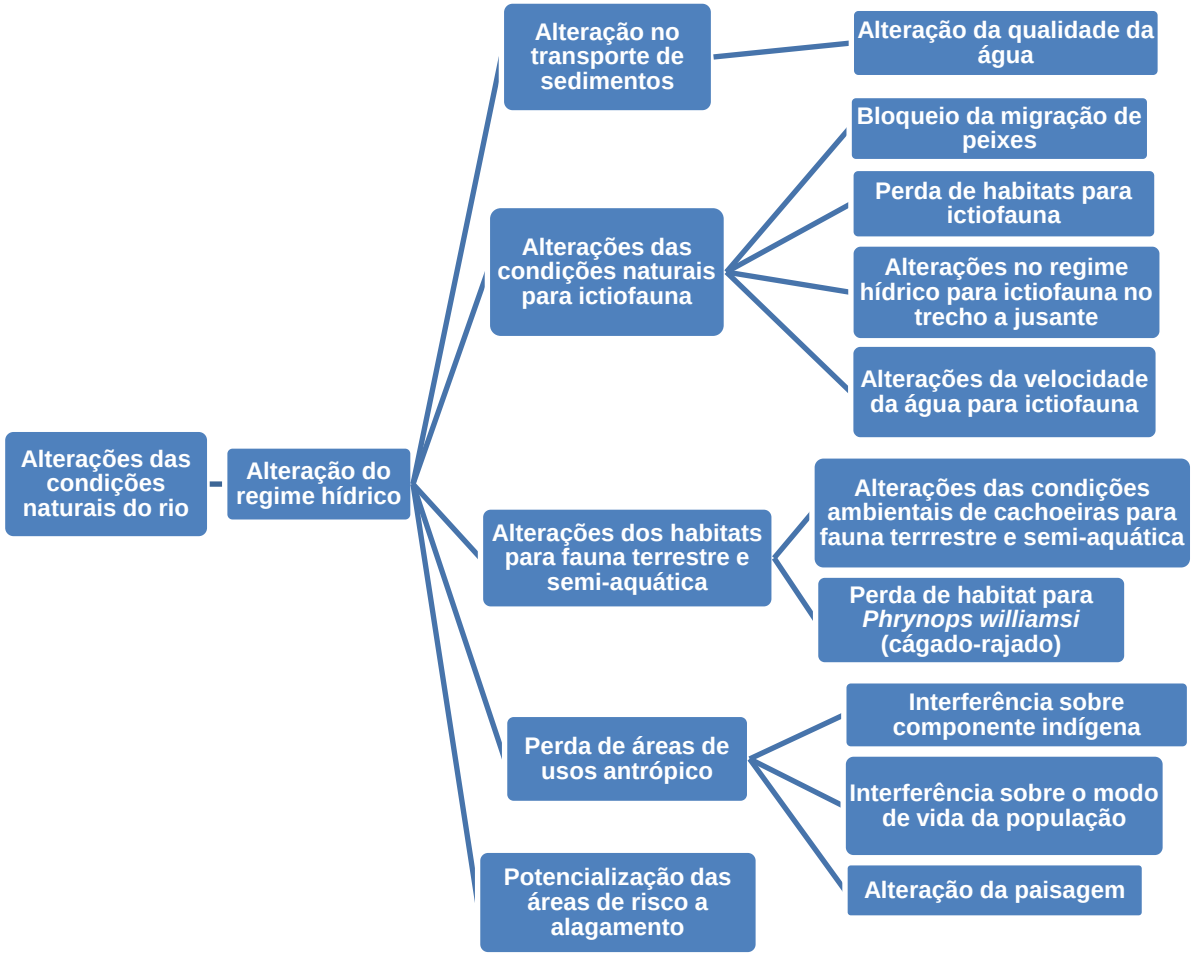
10.7.2. Efeitos Sinérgicos

Alteração das condições naturais do rio

A relação se dá uma vez que pode ocorrer a alteração do ambiente lótico para lêntico e ampliação de áreas de alagamento, consequentemente o ambiente se torna frágil e faz com que a sociedade que depende ou vive próximo a essas áreas sejam afetadas.

- **Potencialização das áreas de risco a alagamento**

A sinergia desse impacto acontece uma vez que se alteram as condições naturais do rio, iniciada a partir da alteração do regime hídrico. Essas alterações desencadeiam uma série de impactos, que por sua vez, esses novos impactos geram outros impactos criando uma rede de interação e sinergia entre eles, logo a alteração do regime hídrico está sendo tratado como o impacto matriz para o efeito sinérgico de alteração das condições naturais do rio. Para exemplificar, segue esquema do efeito sinérgico da alteração das condições naturais do rio.



Alteração das condições naturais para ictiofauna

- **Qualidade da água**

A alteração da qualidade da água interfere também na utilização dos recursos hídricos pela população em seu entorno, pois pode acarretar na inviabilização de atividades recreativas e turísticas, na pesca profissional, nas atividades agrossilvipastoris, captações para abastecimento público e/ou privado, diluição de efluentes, entre outros usos.

As comunidades indígenas também sofrem interferências com as alterações na qualidade da água, pois dependem do rio para suas necessidades básicas como a higiene pessoal, consumo de água e de pescado, irrigação de pequenas agriculturas e na criação de animais.

A água é o meio de sobrevivência da ictiofauna e alterações em sua qualidade podem resultar em mortandade, haja vista a dependência das

comunidades aquáticas a níveis de concentração de oxigênio na água e a sensibilidade de algumas espécies à exposição de toxinas.

A alteração da qualidade da água interferindo na mortandade da ictiofauna e em conjunto com outros impactos nas comunidades aquáticas, pode acarretar alterações significativas nas condições naturais ideais para a ictiofauna. Logo, a qualidade da água possui efeito sinérgico nas condições naturais para a ictiofauna.

- **Bloqueio de Migração de Peixes**

Por ser fator importante para a sobrevivência da ictiofauna, o impacto Bloqueio de migração de peixes pode ser considerado um impacto sinérgico com os impactos que compõem o grupo Alterações nas Condições Naturais referentes à Ictiofauna, conforme Tabela 10.7.1. Como este impacto está diretamente ligado à pesca, é importante considerar sua sinergia com os impactos Interferência sobre componente indígena e Interferência sobre o Modo de Vida da População, pertencentes ao grupo Perda de áreas de uso antrópico.

Levando em consideração a importância da manutenção de habitats propícios para a sobrevivência e a interferência causada por sua perda sobre a comunidade ictiofaunística, espera-se sinergia do impacto Perda de habitat para ictiofauna com os impactos que compõem o grupo Alterações nas Condições Naturais para Ictiofauna. Por sua relevância para a atividade pesqueira, também espera-se sinergia entre esse impacto e os impactos Interferência sobre componente indígena e Interferência sobre o Modo de Vida da População, pertencentes ao grupo Perda de áreas de uso antrópico.

Por se tratar de impacto que afeta diretamente as populações da comunidade ictiofaunística da região, acredita-se a Perda de variabilidade genética da população ictiofaunística apresentará sinergia com os impactos que compõem o grupo Perda de áreas de uso antrópico, em especial: Interferência sobre componente indígena e Interferência sobre o Modo de Vida da População.

- **Alterações da Velocidade da Água para Ictiofauna**

A formação de um reservatório promove diversas alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do novo ambiente aquático, sendo o impacto Alterações da velocidade de água o mais marcante sobre a ictiofauna, sobretudo no

seu hábito alimentar e processo reprodutivo. Por se tratar de importante impacto, que afeta diretamente as populações da comunidade ictiofaunística da região, acredita-se que este seja sinérgico àqueles que compõem os grupos Alterações nas Condições Naturais para Ictiofauna e Perda de áreas de uso antrópico.

Alteração dos habitats para fauna terrestre e semi-aquática

- **Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios**

Pequenos tributários em conjunto com suas matas ciliares são ambientes significativos para a fauna, em particular para espécies de anfíbios associados a ambientes lóticos. A perda de mata ciliar de pequenos tributários poderá afetar as populações de anfíbios que habitam este ambiente. Espera-se, portanto, que esse impacto seja sinérgico com os impactos listados no grupo Perda de Cobertura Vegetal Nativa e Perda de áreas de uso antrópico.

Perda de Cobertura Vegetal Nativa

- **Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre**

Considera-se a interação sinérgica desse com os seguintes impactos: Perda de Mata Ciliar de Pequenos Tributários para Anfíbios, Perda de Cobertura Vegetal Nativa, Interferência em áreas de interesse para conservação, Perda de Mata Ciliar para espécies de hábitos florestais e generalistas, Interferência sobre componente indígena, Interferência sobre o modo de vida da população e Alteração da Paisagem.

- **Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas**

A perda de mata ciliar para espécies de hábitos florestais e generalistas pode representar impacto significativo para esses grupos animais e, por esse motivo, apresentam sinergia com os impactos do grupo Alteração dos habitats para fauna terrestre e semi-aquática, Perda de Cobertura Vegetal Nativa e Perda de áreas de uso antrópico.

- **Interferência em Áreas de Interesse para a Conservação**

Considera-se o efeito sinérgico da Interferência em Áreas de Interesse Para a Conservação com os seguintes impactos: Perda de Mata Ciliar de Pequenos

Tributários para Anfíbios; Perda de Área dos Fragmentos Florestais Relevantes para Fauna Terrestre; Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas, Alteração da Paisagem e Interferência sobre componente indígena.

Perda de Área de Uso Antrópico

Dentre os grupos de efeitos sinérgicos, nota-se que a Perda de Área de Uso Antrópico estabelece suas relações sinérgicas entre seus próprios impactos, não desencadeando efeitos sobre os demais grupos. Por outro lado, é esse grupo que sofre a maior influência dos efeitos sinérgicos de outras naturezas, sendo que os impactos que dão sua origem permeiam as relações de interação e são potencializados pelas alterações dos efeitos dos outros grupos.

10.8 Construção dos Indicadores de Sustentabilidade Socioambiental para a Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó

Os indicadores de sustentabilidade têm como premissa subsidiar o monitoramento e a gestão de sustentabilidade da Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó. Estes indicadores foram selecionados a partir do diagnóstico socioambiental no trecho Baixo Chapecó, considerando os aspectos mais relevantes para a sustentabilidade, em função de cada componente-síntese estudado.

As diretrizes de sustentabilidade para o Trecho Baixo Chapecó, traz como referência o Projeto Chapecó 2030 (Sociedade Amigos de Chapecó – SAC, 2011), por ser considerado abrangente devido à similaridade socioeconômica dos municípios em questão. O objetivo do projeto é promover o desenvolvimento sustentável de Chapecó e região por meio de ações integradas de planejamento.

Trata-se de um projeto que propõe planos de desenvolvimento para os próximos anos. É coordenado por professores da Unochapecó e tem apoio institucional da Prefeitura Municipal, Associação Comercial e Industrial de Chapecó - ACIC e do Governo do Estado de Santa Catarina através da Secretaria de Desenvolvimento Regional – SDR.

Parte do princípio de que o desenvolvimento sustentável de um município ou de uma região pode ser ampliado com a criação e o compartilhamento de uma visão de longo prazo, pela definição de estratégias conjuntas de crescimento e pela implantação de projetos que tenham objetivos e ações integradas e coordenadas entre si. Esse compartilhamento proporciona a mobilização dos esforços, uma grande melhoria no aproveitamento dos recursos e no aumento da eficácia das ações implementadas pelos agentes responsáveis pelo desenvolvimento, sejam eles públicos, sociais ou empresariais. Como consequência são gerados benefícios para toda a sociedade.

O projeto contempla ações em grandes áreas temáticas como, educação, saúde, espaço e infraestrutura, economia, agricultura, meio ambiente, social, cultura, esporte e lazer e gestão pública.

De acordo com o Projeto Chapecó 2030 (SAC, 2011), a sustentabilidade da região pode ser amparada por três pilares: cultura educacional, legislação ambiental e preservação ambiental.

- **Cultura educacional:**
  - ✓ criar uma visão sistêmica e integrada promovendo o bem estar social, econômico e ambiental;
  - ✓ educar e preparar os futuros gestores com visão integrada em todos os processos;
  - ✓ adequar os currículos escolares a realidade ambiental de seu entorno;
  - ✓ conscientizar a sociedade que os recursos naturais são finitos.

- **Legislação Ambiental:**
  - ✓ revisar o plano diretor de desenvolvimento territorial na forma de audiência pública;
  - ✓ definir política e legislação para pagamento ou recompensa por serviços ambientais (ICMS ecológico);
  - ✓ cumprir Legislação especifica sobre terraplanagens urbanas evitando erosões e desequilíbrios ambientais;
  - ✓ criar uma legislação para abertura e controle de poços artesianos.

- **Preservação ambiental:**
  - ✓ identificar e mapear todos os recursos florestais;
  - ✓ implementar corredores com cobertura e conservação agroflorestal integrada às demais áreas;
  - ✓ elaboração de um plano de arborização urbana, adequado à realidade geográfica;
  - ✓ identificar, controlar e fiscalizar as cargas poluidoras pelas atividades industriais e urbana;
  - ✓ proteger com cobertura vegetal as encostas dos riachos e outras áreas de devastação.

Em resumo, todos os projetos visando à sustentabilidade, os já implantados e futuros, pretendem:

- Criar políticas que estimulem a implantação de energias limpas e renováveis;
- Propor às Universidades locais a criação de novos cursos de aperfeiçoamento na área ambiental;

- Utilizar tecnologias para reuso da água;
- Implantar sistema de captação de energia solar nos pontos de iluminação pública (praças, jardins e vias).
- Desenvolver projetos de mobilidade urbana de longo prazo;
- Implantar tecnologias de controle de emissão de poluentes atmosféricos;
- Adequar a matriz energética de transporte público e frota municipal para combustíveis limpos;
- Concluir o sistema de tratamento de esgoto doméstico;
- Criar parques para recomposição e proteção de vegetação nativas integradas ao lazer;
- Adequar horto botânico e viveiros para funções socioeducativas;
- Elaborar plano habitacional a curto, médio e longo prazo;
- Implantar sistema de captação de energia solar nos pontos de iluminação pública;
- Implantar programas permanentes de identificação de animais domésticos (microchipagem);
- Manter ou destinar áreas da EPAGRI para fins de educação, cultura e lazer.

- **A Sustentabilidade do Ciclo Hidrológico**

Os eventos de estiagem e seca no Oeste Catarinense estão associados aos fatores físicos e antrópicos. Do ponto de vista físico, a estiagem vem se agravando junto com as mudanças climáticas ocorridas nas últimas décadas que intensificam os eventos atmosféricos.

A topografia do oeste catarinense também contribui devido ao maior índice de precipitação e excedente hídrico e o bloqueio exercido pela Serra Geral que impede a movimentação das massas de ar.

Do ponto de vista antrópico as ações que provocam as estiagens estão focadas do uso intensivo do solo para atividades econômicas, provocando o desmatamento e com ele a alteração do ciclo hidrológico. As atividades econômicas desenvolvidas não só são responsáveis pelo desmatamento como também para

retirada de água, quer seja para as atividades agrossilvopastoris como para indústrias.

Muitas dessas ações humanas vêm sendo praticadas sem o devido planejamento ou carente de políticas públicas que mitiguem suas ações. Dessa forma, a frequência e intensidade cada vez maior da ocorrência de estiagens no Oeste Catarinense acabaram por desencadear problemas de sustentabilidade ambiental, consequências estas que vão além da escassez hídrica.

Como medida para conhecer a evolução dos fatores condicionantes da seca e estiagem no Oeste, o Governo do Estado de Santa Catarina está elaborando o Plano Diretor da Estiagem. As ações do Plano visam à conscientização da população sobre o cenário, o fortalecimento dos municípios e a implantação de estratégias de gestão hídrica.

- **A Sustentabilidade dos Aquíferos**

Como supracitado, o problema com a estiagem e seca no Oeste Catarinense acaba por desencadear novos problemas de sustentabilidade ambiental, entre eles a prospecção de poços para o abastecimento humano e animal, uso industrial e uso agrossilvipastoril.

Com isso, observou-se nos últimos anos um grande número de perfurações de poços artesianos na região sendo realizadas tanto por pequenos produtores quanto por agroindústrias, comprometendo a reserva do Aquífero Guarani, Aquífero Serra Geral e pequenos sistemas fluviais subterrâneos por meio da contaminação e consumo não planejado desses recursos hídricos.

Mediante essa situação vivida pela população no Oeste Catarinense, o Governo do Estado em parceria com o Governo Federal, instituições de ensino e Departamento de Geologia, vem desenvolvendo medidas protecionistas para conter o avanço da contaminação desses recursos subterrâneos ao mesmo tempo em que vê o recurso como alternativa para minimizar os efeitos da estiagem, sendo assim, ainda é preciso estudos que consigam conciliar essas duas problemáticas sem que uma seja o esgotamento da outra.

- **Qualidade da Água e Transporte de Sedimentos**

Os usos do solo no entorno de um curso d'água podem resultar em lançamento de contaminantes no mesmo, onde normalmente as fontes poluidoras das áreas urbanas estão associadas à disposição de esgoto sanitário sem o devido tratamento e de resíduos sólidos em locais inapropriados. Já em áreas rurais, destacam-se como fontes poluidoras a criação intensiva de animais e o uso de agrotóxicos na agricultura.

Estes fatores, aliados pela ausência de mata ciliar, podem acarretar significativamente na redução da qualidade da água de um recurso hídrico. Desta forma, a qualidade da água e o transporte de sedimentos deverão ser monitorados periodicamente, cujos resultados deverão ser analisados e comparados com os aspectos legais quando existirem. Ressalta-se que o Rio Chapecó é classificado como de classe 2 pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e deve estar de acordo com o preconizado na Resolução CONAMA 357/2005.

- **Risco à Erosão e ao Alagamento**

É conhecido que eventos como a erosão e o alagamento estão atrelados ao uso e ocupação do solo e que, embora tenha sua origem natural e física, sua ação é desencadeada e sentida pela sociedade. A erosão, por exemplo, é um processo natural de "acomodação" de solo, modelagem de relevo e alteração da paisagem ao longo do tempo, o mesmo ocorre com o alagamento, onde a calha maior ou planície de inundação de um corpo d'água atua, tendo seu período de natural de enchente.

Só se torna desastre quando causa dano a sociedade provocando perdas econômicas ou vítimas. Para evitar que o desastre ocorra é importante que as prefeituras elaborem um planejamento de uso e ocupação do solo através do Zoneamento Ambiental a fim de evitar a ocupação em áreas susceptíveis a estes eventos.

- **Área Coberta com Vegetação Natural**

Todas as áreas naturais são importantes para a conservação da biodiversidade e devem ser preservadas conforme a legislação vigente.

Considerando a manutenção e recuperação das Áreas de Preservação Permanente nas distâncias estabelecidas pela Lei 12.651/2012, também o destino

de até 20% (exceto raras exceções) do total das propriedades rurais para composição de Reserva Legal. Tendo em vista a aplicação dos programas de apoio e incentivo à preservação e recuperação do meio ambiente, pressupõe-se que uma nova dinâmica de distribuição em relação às manchas de vegetação natural se reestabeleça, contribuindo para melhorias nas condições de sustentabilidade para a região.

- **Presença de Unidades de Conservação e de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade**

Já é reconhecida a importância de se assegurar a integridade de áreas relevantes a conservação, não apenas para a conservação da biodiversidade e da paisagem, como também para a manutenção dos serviços ambientais indispensáveis para as atividades humanas e garantia de sustentabilidade.

As práticas voltadas para criação e implantação das áreas protegidas em geral, incluindo as diferentes categorias de manejo consiste em estratégia essencial para o planejamento territorial e inclusão social de uma população, garantindo assim melhores condições de qualidade de vida e bem estar da sociedade como um todo.

Não menos importante do que a criação e amparo legal das áreas protegidas, é a consolidação dos processos que envolvam a gestão e manutenção destas áreas através da articulação de políticas econômicas, sociais com ênfase na perspectiva de conservação e uso sustentável dos recursos naturais.

- **Socioeconomia**

Considerando o que foi apresentado é possível apresentar algumas das ações que estão em andamento na bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó visando à sustentabilidade.

Dentre elas a possibilidade da produção agropecuária sustentável vir a tornar-se um tipo ou modalidade de serviço ambiental, passível de valoração e valorização.

Um dos objetivos do Projeto Chapecó 2030 é de se criar um Plano Diretor do espaço rural, limitando a dimensão das criações, evitando que aqueles que têm mais recursos implantem produções superiores à capacidade de assimilação do ambiente.

Também existe entre os municípios a proposta de inclusão de políticas públicas que estimulem a reflexão sobre as questões socioambientais, especialmente no espaço rural. Essas políticas focam na viabilização de sistemas produtivos mais sustentáveis, que contemplem acima de tudo o ser humano e o espaço em que vive, antes dos aspectos econômicos. A preservação ambiental é fundamental para que as gerações futuras e a atual tenham mais qualidade de vida, fato que perpassa pelo modo de produção adotado, decisão única e exclusiva do ser humano, para quem foi confiada a administração dos recursos da natureza.

11 DIRETRIZES E RECOMENDAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS

As Diretrizes e Recomendações Socioambientais apresentadas neste capítulo são fundamentadas por meio dos levantamentos de dados primários e secundários realizados no âmbito desta Avaliação Ambiental Integrada (AAI).

São considerados neste capítulo os resultados da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) e da Avaliação Ambiental Integrada (AAI), as quais permitiram conferir os indicadores de sensibilidade ambiental de cada compartimento estudado e o respectivo impacto relativo à implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

As Diretrizes e Recomendações visam subsidiar as etapas subseqüentes, especialmente a elaboração dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA), propondo estudos, programas e alterações técnicas que permitam minimizar as fragilidades identificadas no âmbito da AAI. Além disso, subsidia futuras tomadas de decisões frente à análise de viabilidade para a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos aqui considerados, fundamentalmente aos órgãos ambientais gestores da bacia e dos processos de licenciamento ambiental, aos empreendedores e demais agentes do setor elétrico.

Desse modo, as Diretrizes e Recomendações subsidiarão futuramente: (i) estudos ambientais na bacia hidrográfica; (ii) o processo de licenciamento ambiental dos aproveitamentos hidrelétricos; (iii) eventuais readequações dos projetos, no âmbito da concepção de engenharia; (iv) medidas mitigadoras e programas socioambientais para a fase de implantação e operação; (v) procedimentos socioambientais associados à expansão da oferta de energia elétrica; e (vi) implantação dos aproveitamentos hidrelétricos na bacia, de modo a reduzir riscos e incertezas para o desenvolvimento socioambiental e para o aproveitamento energético da bacia.

Sendo assim, as Diretrizes e Recomendações Socioambientais ora apresentadas, orientam os processos sucessores da Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó, especialmente o licenciamento ambiental. Contudo, a AAI não se destina a definir viabilidade ou inviabilidade dos empreendimentos, mas sim à identificação de suas vulnerabilidades, fragilidades e sensibilidades, considerando o conjunto de empreendimentos, indicando ainda recomendações e diretrizes para as próximas etapas de licenciamento, cuja atribuição legal é do órgão ambiental licenciador competente.

Neste capítulo também foram observadas as diretrizes do Setor Noroeste estabelecidas na Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do rio Uruguai (EPE/2007) e as considerações realizadas pelo Projeto Frag-rio (UFSM/UNIPAMPA/2009). Oportuno ressaltar a observância da legislação ambiental vigente à época dos estudos ambientais, haja vista a obrigatoriedade do cumprimento legal destas, mesmo que não citadas neste capítulo.

Gerais

(i) Cumprimento da compensação ambiental no âmbito da Lei Federal Nº 9.985/2000.

(ii) Cumprimento das compensações ambientais e reposições florestais no âmbito da Lei Federal Nº 12.651/2012.

(iii) Cumprimento da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, no âmbito das determinações relacionadas ao Meio Ambiente, às Terras Tradicionais, aos Índios, aos Sítios Arqueológicos e Pré-históricos, e a Compensação Financeira.

(iv) Cumprimento da aplicação do Cadastro Socioeconômico, no âmbito do Decreto Federal n° 7.342/2010 e Portaria Interministerial Nº 340/2012.

(v) Cumprimento do Decreto-Lei Nº 3.365/1941, no âmbito das desapropriações por utilidade pública.

(vi) Cumprimento das determinações legais vigentes para o licenciamento ambiental no âmbito Federal (IBAMA).

(vii) Cumprimento das determinações legais vigentes para o licenciamento ambiental no âmbito Estadual (FATMA).

(viii) Cumprimento das determinações vigentes dos agentes reguladores (ANA, ANEEL) e outros órgãos, tais como a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina (SDS).

(ix) No âmbito dos estudos para o licenciamento ambiental, considerar e atender as determinações legais previstas na Portaria Interministerial Nº 60, de 24 de março de 2015, relacionados aos aspectos indígenas, quilombolas, arqueológicos e bens culturais de competência da FUNAI, Fundação Cultural Palmares e IPHAN.

(x) Fomento de banco de dados integrado para subsidiar os órgãos gestores quanto à gestão ambiental da bacia, com subsídio técnico dos resultados de dados primários decorrentes de levantamentos e monitoramentos ambientais dos aproveitamentos hidrelétricos.

Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos

(i) No âmbito dos estudos para licenciamento ambiental, definir um protocolo padronizado de levantamento e monitoramento da fauna aquática e semi-aquática que seja aplicado a todos os empreendimentos, permitindo a comparação direta dos dados.

(ii) Identificação e acompanhamento de pontos de ocorrência de anfíbios ameaçados de extinção, incluindo a população de *Limnomedusa macroglossa* (rã-do-rio) no Salto Saudade.

(iii) No âmbito dos estudos ambientais para o licenciamento, desenvolver levantamentos com captura, marcação e recaptura de *Phrynops williamsi* (cágado-rajado) visando à obtenção de dados sobre sua área de vida, densidade populacional, entre outros parâmetros ecológicos, de modo a permitir uma avaliação adequada do impacto de hidrelétricas sobre a espécie e a indicação das medidas mitigadoras e/ou compensatórias.

(iv) No âmbito dos estudos ambientais, identificar e monitorar a ocorrência de macrófitas aquáticas, a fim de propor medidas preventivas para a qualidade da água.

(v) Considerar no âmbito dos estudos ambientais, a condição de vazão remanescente do Salto Saudade suficiente para manter a beleza cênica e manutenção da biota, observando o comportamento hídrico do rio em função da sazonalidade regional.

(vi) No âmbito dos aspectos relacionados à ictiofauna, promover a reavaliação da altura de alguns barramentos, quando possível, de modo a promover maior eficiência dos mecanismos de transposição de peixes. Viabilizar o incremento energético minimizando a influência no regime de cheias na rota migratória, permitindo as desovas e o desenvolvimento de formas jovens, bem como a disponibilidade de alimento bentônico. Da mesma forma, contribuirá com a diminuição da mortandade na passagem do ambiente represado para o trecho

de jusante (taxa depende da altura do vertedouro, tipo de turbina e condições de operação).

(vii) Avaliar necessidade de desenvolvimento de estruturas civis nas áreas adjacentes ao barramento que não promovam a supersaturação de gases atmosféricos à água vertida (níveis de saturação do oxigênio acima de 300% podem resultar em massiva mortalidade aos peixes), evitando assim níveis letais (Síndrome da Bolha Gasosa - SBG).

(viii) Avaliar criteriosamente as vazões a serem destinadas aos Trechos de Vazão Reduzida dos aproveitamentos, incorporando mecanismos (pequenos taludes) e/ou estratégias (criação de canais preferenciais), quando necessário, para redução das áreas isoladas e/ou rasas, que possam aprisionar indivíduos, proporcionando assim menores impactos a ictiofauna nestes trechos do rio.

(ix) No âmbito dos estudos ambientais para o licenciamento, avaliar a inserção do conceito de manutenção das populações viáveis para cada empreendimento, conforme Pompeu, Agostinho & Pelicice (2012), apresentando resultados consolidados: é sabido que a construção de reservatórios em cascata cria condições especiais em que os impactos ambientais podem ser amplificados.

Em relação aos sistemas de transposição, são descritas a seguir informações técnicas sobre a sua caracterização e aplicabilidade, haja vista a necessidade de aprofundamento da temática.

As informações disponíveis demonstram que com um desenho adequado, os mecanismos de transposição são eficientes na passagem de peixes, embora com alguns problemas em relação à seleção das espécies (Agostinho *et al.*, 2007; Agostinho *et al*., 2009; Fernandez *et al*., 2002; Oldani*et al.*, 2001; Makrakis*et al*., 2007; Pompeu &Martinez, 2006; Duke Energy, 2002; Britto & Sirol, 2005).

Evidências obtidas em estudos sobre o ciclo de vida das espécies neotropicais demonstram, entretanto, que os movimentos descendentes e o recrutamento aos estoques de trechos a jusante da barragem constituem-se em pontos críticos relevantes no processo decisório de construção desses instrumentos de manejo (sistemas de transposição).

Dessa maneira, deve-se considerar que as estratégias reprodutivas de peixes potamódromos[77] da região neotropical envolvem movimentos descendentes passivos de ovos e larvas por quilômetros (Nakatani *et al.* 2001; Agostinho *et al.*, 2002; Agostinho *et al.*, 2007), ao final dos quais necessitam de lagoas marginais ou baías. Especificamente no rio Chapecó, o local de desenvolvimento das larvas ocorre em zonas de confluência com tributários.

O fato de muitos reservatórios apresentarem águas calmas, mais transparentes, e comportarem um grande número de pequenos peixes, retardaria os deslocamentos passivos de ovos e larvas, os exporiam a predação e/ou promoveriam a sua sedimentação para as camadas d'água mais profundas, onde as condições de oxigenação são geralmente críticas. Na hipótese de as larvas alcançarem a barragem, elas poderiam sofrer mortandade ao passar pelas turbinas ou vertedouro, sem que houvesse possibilidade de atraí-las para escadas (escadas e elevadores são concebidos apenas para movimentos ascendentes) ou afugentá-las das imediações da tomada d'água, visto que têm movimentos passivos (Suzuki, Pires & Pompeu, 2011).

A migração descendente dos adultos de espécies migradoras é dificultada pelo fato de serem, nessa fase, geralmente reofílicos (hábitat de água corrente) e ocuparem apenas os trechos superiores de reservatórios (zona fluvial e de transição) (Okada *et al.*, 2005). Além disso, aqueles que atravessam as estruturas da barragem podem apresentar fortes injúrias, o que pode acarretar em elevada mortalidade.

Diante do exposto, parece salutar que a possibilidade de diminuição da altura dos barramentos apresenta aspectos positivos para ictiofauna (aumento da velocidade de água, redução da transparência, diminuição de áreas profundas, redução de injurias por quedas). Pompeu, Agostinho & Pelicice (2012) discutem a condição dos mecanismos de transposição estabelecendo alguns cenários para os quais sintetizam-se as informações:

a) para locais onde ocorrem áreas de berçário e desova a montante e à jusante do empreendimento, os mecanismos de transposição são

[77] Peixes ou outros animais aquáticos que ao longo do seu ciclo de vida migram entre diferentes massas de água doce.

recomendáveis somente para fins genéticos (manter fluxo gênico) embora existam riscos como a redução das populações de jusante, sendo recomendado experimentos com sistemas de transposição do tipo "*trapping and hauling*" (sistema misto de captura e transporte com caminhões), priorizando métodos de captura menos estressantes como escadas ou elevadores coletores. Os experimentos devem ser realizados na área do futuro canal de fuga e/ou dos barramentos, nos casos de empreendimentos em desvio, sendo as solturas (após marcação) ser realizadas em tributários a montante. Sugere-se, igualmente, realizar experimentação utilizando a estrutura de captura para a obtenção de matrizes no ambiente natural, visando o desenvolvimento de tecnologia para a produção de larvas, para possível estocagem futura. Cuidados genéticos deverão ser observados nas futuras estocagens.

b) para empreendimentos que apresentam locais de berçário e desova à jusante e somente locais de desova a montante não é recomendável prover a transposição, pois, caso não haja fluxo descendente de larvas, estoques de jusante podem ser prejudicados. Contudo, neste caso, o estoque de adultos a montante tende a ser reduzido.

c) cenário onde o berçário fica localizado à jusante e a área de desova a montante do empreendimento, os mecanismos de transposição são necessários (sendo também recomendado "*trapping and hauling*"), haja vista a passagem ser a única alternativa para a manutenção das populações. Entretanto, caso não ocorra fluxo bidirecional, o estoque também se tende a ser reduzido.

d) locais de desova e berçário à jusante e empreendimentos em série a montante, sem áreas de desova e berçário, as populações serão sustentáveis somente abaixo do barramento onde ocorrer desovas e áreas de berçário.

e) outra situação crítica seria a ausência de locais de desova e berçário em empreendimentos em série, o que não ocorre na área de estudo, mas que não se recomendaria a implantação de quaisquer mecanismos de transposição.

(x) Em face do conceito de manutenção das populações viáveis para cada empreendimento de acordo com Pompeu, Agostinho & Pelicice (2012), é importante intensificar os estudos de ictioplâncton para cada compartimento da bacia – C1, C2 e C3 com definição de um protocolo padronizado para monitoramento em cada segmento (ciclos de avaliação durante a quadra reprodutiva com amostragens noturnas em no mínimo 4 horários, arrastos passivos e ativos).

Adicionalmente, em consonância à Portaria Conjunta MME n° 297 de 9 de agosto de 2010, realizar estudos para avaliar locais de desova/reprodução nos tributários à jusante da confluência Chapecó/Uruguai tais como – rio do Mel, rio das Antas, rio Macaco Branco e Peperi-Guaçu.

(xi) Atender diretrizes da agência reguladora quanto ao monitoramento hidrossedimentológico dos aproveitamentos, buscando o controle do assoreamento dos reservatórios.

(xii) Na fase de estudos de viabilidade considerar a situação de estiagem na bacia e monitorar o volume de água superficial e subterrânea.

(xiii) Implantar na fase de operação dos aproveitamentos hidrelétricos monitoramento periódico da balneabilidade nas áreas determinadas como balneáveis, conforme zoneamento do Plano de Conservação, Uso e Ocupação do Entorno do Reservatório.

(xiv) Executar monitoramento periódico da qualidade da água, incluindo tributários.

(xv) Executar, no âmbito dos estudos de licenciamento ambiental, Modelagem Ambiental da Qualidade da Água.

(xvi) Elaborar, sob atendimento da Portaria FATMA Nº 229/2012, programa de monitoramento e prevenção da expansão da invasão biológica da espécie exótica *Limnoperna fortunei* (mexilhão dourado).

(xvii) Avaliar, no âmbito dos estudos ambientais para o licenciamento, as possíveis interferências que a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos causarão sobre as fontes de águas termais presentes nos municípios de Águas de Chapecó, São Carlos e Quilombo.

(xviii) Possibilitar a articulação institucional entre as empresas do setor hidrelétrico e os comitês de bacias para que se possa dispor de uma rede de observação dos recursos hídricos e um banco de dados nessas bacias.

(xix) Apoiar na melhoria da rede de monitoramento hidrológico, envolvendo adensamento da rede e melhoria dos dados de qualidade e de quantidade de água da bacia, monitoramento climático, fluviométrico e sedimentométrico, essenciais para a construção de um sistema de informação sólido.

(xx) Apoiar na estruturação, consolidação e atualização periódica dos sistemas de informações sobre recursos hídricos dos órgãos gestores de recursos hídricos na bacia, para dar suporte à gestão da água de maneira integrada nas unidades envolvidas na bacia hidrográfica, e no caso específico da área em estudo.

(xxi) No contexto de conflitos estabelecidos e de cenários de ampliação do uso intensivo da água na bacia, consolidar a outorga dos recursos hídricos como instrumento de gestão, visto seu potencial de orientar a solução de conflitos existentes e de impedir ou minimizar o surgimento de conflitos futuros.

Meio Físico e Ecossistemas Terrestres

(i) No âmbito dos estudos para licenciamento ambiental, definir um protocolo padronizado de levantamento e monitoramento da fauna terrestre que seja aplicado a todos os empreendimentos, permitindo a comparação direta dos dados.

(ii) No âmbito dos estudos ambientais preverem a não supressão das áreas utilizadas como dormitório de aves, exceto no caso de alagamento até o topo das árvores.

(iii) Acompanhamento das aves que utilizam o Salto Saudades, como *Cypseloides senex* (andorinhão) e *Chaetura cinereiventris* (andorinhão-sobre-cinzento) visando verificar a perpetuação das espécies no local em caso de licenciamento do AHE Saudade.

(iv) Executar a recuperação de áreas degradadas imediatamente após a aquisição fundiária.

(v) Em decorrência da presença da produção pecuária familiar na região, recomenda-se que na elaboração dos planos de usos múltiplos dos reservatórios sejam considerados os usos e acessos para a dessedentação dos animais, entre outras práticas locais.

(vi) Execução do Plano de Conservação, Uso e Ocupação do Entorno do Reservatório.

(vii) Implementar ações de recuperação e conservação ambiental de nascentes e tributários, com abrangência em toda a sub-bacia onde serão implantados os empreendimentos, permitindo a conectividade entre estes.

(viii) Executar programas de salvamento de germoplasma nas áreas de supressão florestal para aproveitamento do material genético vegetal local, reprodução em viveiros e utilização nos programas de implantação da faixa ciliar e recuperação de áreas degradadas.

(ix) Utilizar nos programas de implantação da faixa ciliar espécies vegetais de interesse para conservação, tais como mutualistas-chave, ameaçadas de extinção, raras e endêmicas.

(x) Implantar uma rede integrada de monitoramento sistemático de transporte de sedimentos, considerando os reservatórios existentes, com a realização de campanhas de levantamentos batimétricos para avaliar o grau de assoreamento.

(xi) Avaliar áreas mais críticas sob o ponto de vista de erosão na bacia de contribuição dos reservatórios e estimular programas e práticas de conservação de solos de controle de processos erosivos.

(xii) Incrementar e aperfeiçoar a articulação institucional entre as empresas do setor elétrico e os órgãos responsáveis pelo meio ambiente no sentido de definir mecanismos de compensação ambiental em áreas que sejam estratégicas para a consolidação dos esforços de proteção dos recursos hídricos da bacia.

(xiii) No âmbito dos Planos Ambientais de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios elaborados para cada empreendimento hidrelétrico, quando dos licenciamentos ambientais, recomendar e estimular para a região de abrangência dos Planos: a adoção de práticas conservacionistas no uso e manejo do solo; o uso de agroquímicos apenas conforme recomendação e acompanhamento técnico e com o descarte adequado das embalagens dos produtos utilizados; aplicação de adubos e corretivos do solo conforme recomendação técnica e com base em análises dos solos; estimular e contribuir para a proteção e conservação de nascentes e de zonas de recarga

de aquíferos; manutenção de matas ciliares e recomposição onde forem suprimidas; manutenção de pastagens, adubação, correção do solo e controle de pragas e doenças como forma de proteger os solos contra a erosão e evitar o assoreamento dos corpos hídricos; recuperar áreas degradadas; controlar e quando necessário tratar as cargas orgânicas afluentes aos cursos d' água oriundos de atividade pecuária intensiva (confinamento).

(xiv) Aplicar recursos específicos para recuperação e conservação ambiental da bacia hidrográfica por meio, por exemplo, de programas e planos de manejo e conservação de solos e de controle de erosão.

(xv) Planejar e implantar o reflorestamento de margens e nascentes dos formadores, e a criação de unidades de conservação, principalmente nas cabeceiras, de forma a reduzir o transporte de sedimentos e formação de processos erosivos.

(xvi) Promover ações para ampliar a conectividade dos remanescentes florestais na bacia, bem como para incrementar a proteção de áreas com relevante interesse para a conservação.

(xvii) Possibilitar estudos de Ecologia da Paisagem, de forma a analisar a conectividade de formações vegetacionais nativas, uso do solo nas APPs e busca de áreas potenciais para relocação de espécies resgatadas.

(xviii) Realizar estudos de forma a analisar a faixa ciliar a ser implementada, respeitando o código florestal, buscando compatibilizar a área de preservação permanente com as fragilidades socioambientais, conectividade de formações vegetacionais e a topografia do terreno.

(xix) Possibilitar estudos de interação flora-fauna e biota-população humana para subsidiar ações de Educação Ambiental.

(xx) Identificação de Reservas Legais das propriedades nas áreas de influência dos empreendimentos buscando compor corredores de conectividade de ambientes naturais.

<u>Socioeconomia</u>

(i) Promover a articulação institucional entre os empreendedores, governos municipais/estaduais e órgãos de gestão (comitê de bacia), a fim de

incrementar e expandir as políticas, planos e programas voltados ao desenvolvimento sustentável.

(ii) Promover a articulação com a sociedade civil e organizações sociais visando à gestão de possíveis conflitos.

(iii) Em decorrência da estrutura fundiária caracterizada por pequenas propriedades e pela presença de uma agricultura familiar, recomenda-se que o programa de indenização e reassentamento considerem as peculiaridades deste sistema de produção e modo de vida quanto às relações mantidas nas unidades familiares e no entorno.

(iv) Avaliar a possibilidade de adequações nos arranjos dos empreendimentos, com vistas a reduzir a afetação das propriedades rurais existentes.

(v) No âmbito dos estudos para o licenciamento ambiental, considerar e atender as determinações legais previstas na Portaria Interministerial Nº 60, de 24 de março de 2015, relacionados aos aspectos indígenas, quilombolas, arqueológicos e bens culturais de competência da FUNAI, Fundação Cultural Palmares e IPHAN.

(vi) Promover ações no âmbito do Programa de Educação Ambiental com vistas ao processo de sensibilização da comunidade frente ao uso dos recursos naturais e a preservação destes.

(vii) No âmbito dos estudos ambientais, avaliar a interferência sobre o potencial turístico baseado na beleza cênica sobre o Salto Saudade.

(viii) Considerar como população atingida o conjunto das pessoas afetadas pelos impactos da implantação das hidrelétricas, dentro do polígono do empreendimento ou que possuem relações socioeconômicas com o mesmo, tais como posseiros, usuários, conviventes, trabalhadores rurais, arrendatários, meeiros ou similares.

(ix) Identificar, preferencialmente por meio de diagnósticos socioambientais participativos, os modos de vida (incluindo aspectos simbólicos) das populações afetadas e sua relação com a produção, economia e o meio ambiente, incluindo elementos paisagísticos e de patrimônio natural e cultural;

(x) Realizar um programa de negociação transparente, com base na realidade local e com a participação de todos os atores envolvidos, criando um diálogo permanente entre a população atingida e o empreendedor.

(xi) Realizar acompanhamento e monitoramento socioeconômico da população alvo do programa de negociação.

(xii) Promover canais de comunicação com a comunidade, como reuniões, debates e seminários, tendo como tema o planejamento ambiental e energético na bacia.

(xiii) Durante a fase de estudos ambientais, garantir a divulgação ampla à comunidade das características dos empreendimentos, impactos e dos programas associados, com detalhes de sua execução e resultados dos programas de monitoramento das condições ambientais.

(xiv) Apoiar a estruturação e fortalecimento dos comitês de bacia.

(xv) Elaborar convênios que harmonizem os planos, programas e projetos federais, estaduais e municipais previstos para o território e os programas ambientais propostos no âmbito dos estudos de impacto ambiental.

(xvi) No âmbito do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório (PACUERA), avaliar e acordar junto com municipalidades, associações de pescadores, setor de turismo, comitês de bacia, instituições ligadas aos esportes aquáticos e lideranças comunitárias diretrizes do Plano Diretor dos reservatórios, de modo a promover sua integração sócio-espacial;

(xvii) Colaborar na elaboração ou atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico, Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e Plano Diretor Municipal, quando inexistentes ou desatualizados.

(xviii) Firmar convênios que possibilitem o uso dos recursos advindos com o empreendimento na melhoria das condições de vida local.

(xix) Fortalecer a presença de universidades e centros de pesquisas locais formando convênio para criação de acervos dos resultados das campanhas de monitoramento ambiental das usinas.

(xx) Identificar os cenários de desenvolvimento local nos setores primário, secundário e terciário, por meio de entrevistas junto à administração pública e outras organizações, além da avaliação dos planos, programas e projetos existentes nas diferentes esferas de governo.

(xxi) Considerar não apenas o uso atual na área prevista para implantação do reservatório, mas também as potencialidades (aptidão agrícola e potencial de

extração mineral), a fim de se avaliar custos de oportunidade e os benefícios econômicos potenciais segundo diferentes alternativas de uso.

(xxii) Verificar a capacidade de suporte dos municípios ante aos impactos identificados, em especial nos aspectos relacionados à moradia, serviços de saúde e segurança pública.

(xxiii) Identificar e caracterizar as comunidades sensíveis, como comunidades quilombolas, pescadores e comunidades extrativistas.

(xxiv) Desenvolver projetos ambientais com envolvimento da comunidade, estimulando iniciativas de educação ambiental, manejo conservacionista de uso do solo, promoção de pesca sustentável, criação de corredor ecológico, monitoramento e avaliação ambiental, entre outras.

(xxv) Promover atividades de educação ambiental e comunicação estimulando o conhecimento sobre recursos hídricos e ampliando a participação da sociedade como um todo na gestão da água.

Melhorias e Otimizações dos Aproveitamentos Hidrelétricos

Embora os aproveitamentos hidrelétricos estudados tenham passado por reavaliações de sua concepção, desde a Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó até a etapa atual, ainda poderão ser estudadas possibilidades de melhorias destes. Desse modo, conforme otimizações previstas pela engenharia, considera-se possível que alguns projetos hidrelétricos sejam reavaliados, de modo a minimizar as interferências ambientais.

(i) Trecho remanescente entre o AHE Santo Antônio e AHE Foz do Xaxim

Considerar o deslocamento do eixo do barramento do AHE Foz do Xaxim para montante, conforme concepção atual, avaliando a possibilidade de abaixamento da cota do AHE Santo Antônio, da El. 313,00 m para a El. 305,00 m, de modo que o remanescente de 15 m resultante entre os aproveitamentos possa ser monitorado e avaliado quanto à ictiofauna, em face da promoção de aspectos positivos para este aspecto (aumento do trecho lótico em 17,50 km).

(ii) Altura de Barramentos

Reavaliar, sob o aspecto socioambiental, a possibilidade do rebaixamento de alguns barramentos, a fim de minimizar os efeitos das alterações no regime hídrico, redução no atingimento de propriedades rurais de agricultura familiar e proporcionar maior eficiência aos mecanismos de transposição de peixes a serem adotados.

(iii) Trechos de Vazão Reduzida

Reavaliar, sob o aspecto socioambiental, as vazões a serem destinadas aos trechos de vazão reduzida, a fim de minimizar os efeitos das alterações no regime hídrico neste trecho. Os estudos de definição das vazões a serem destinadas aos trechos de vazão reduzida deverão identificar as vazões mínimas para a manutenção da biota e dos usos múltiplos existentes.

(iv) Trechos Lóticos

Tendo em vista as reavaliações técnicas e ambientais indicadas nesta AAI, com vistas à otimização dos arranjos de alguns aproveitamentos, com possíveis reduções na altura das barragens e das áreas afetadas pelos reservatórios e a realização de estudos criteriosos para a definição das vazões adequadas para os trechos de vazão reduzida, sugere-se também a avaliação da possibilidade de preservação de alguns trechos lóticos entre os aproveitamentos hidrelétricos.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Avaliação Ambiental Integrada (AAI) da Bacia do rio Chapecó - trecho Baixo Chapecó avaliou as temáticas ambientais fundamentais para subsidiar a análise dos efeitos de implantação dos nove aproveitamentos hidrelétricos na área de estudo. Tais temáticas foram representadas por três componentes-síntese: Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, Meio Físico e Ecossistemas Terrestres, e Socioeconomia.

Para cada um destes três componentes-síntese foram realizados levantamentos de campo, a fim de compor os dados primários que fundamentaram esta avaliação ambiental integrada.

Desse modo, esta AAI contou com a integração do conhecimento especializado de cada profissional que compôs a equipe multidisciplinar e cuja especialidade foi fundamental para amparar as diversas discussões técnicas realizadas durante o desenvolvimento deste estudo.

No âmbito dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos foram realizados levantamentos em campo para caracterizar a atual situação da qualidade da água do trecho em estudo. Para esta caracterização foram selecionados 25 pontos amostrais distribuídos no rio Chapecó e Chapecózinho. Também foi desenvolvida a Modelagem Ambiental que permitiu prognosticar neste trecho três aspectos: circulação hidrodinâmica, sedimentológica e de qualidade de água. Para a ictiofauna foram selecionados 15 pontos coincidentes com a qualidade da água e levantados os dados primários quanto à ocorrência das espécies deste grupo. Além disso, dados de levantamentos de ictioplacton fundamentaram também as análises quanto às espécies migratórias do Baixo Chapecó. Outros aspectos também foram estudados neste componente com base em dados secundários, tais como: precipitação, hidrologia superficial, hidrogeologia e climatologia.

O diagnóstico da fauna terrestre, no âmbito do Meio Físico e Ecossistemas Terrestres, foi concretizado através de dados primários e secundários, resultando numa lista de espécies já registradas ou de possível ocorrência para a área de estudo, bem como sua atual situação frente ao respectivo estado de conservação (espécies ameaçadas, raras e endêmicas de acordo com listas estaduais e nacionais). Para obtenção dos dados primários foi realizada campanha expedita a campo com a participação de especialistas, objetivando a observação direta de

animais vivos ou mortos (atropelados), vocalização e por vestígios. Já os dados secundários foram obtidos principalmente a partir dos levantamentos de informações de relatórios técnicos de campanhas já realizadas para empreendimentos em operação ou sob análise de viabilidade na região, complementados por dados obtidos em publicações e coleções científicas.

Para o Componente-síntese Socioeconomia diversas temáticas contribuíram para o conhecimento da área de estudo, tais como: organização política e territorial; base econômica; modos de vida; formas e organização socioeconômica predominantes, além do Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico e das Comunidades Tradicionais (Quilombolas e Ribeirinhos; e Comunidades Indígenas).

Para estes aspectos foram caracterizados os 43 municípios que compõe este trecho da bacia hidrográfica, sendo que 27 estão totalmente inseridos nos limites do trecho da bacia e 16 ocupam parcialmente seu território; 14 encontram-se circunvizinhos aos aproveitamentos hidrelétricos sob avaliação, ou seja, limítrofes ao rio Chapecó e Chapecozinho. Os dados foram obtidos por meio de levantamento a campo (dados primários), bem como através de consultas a sites oficiais (IBGE, Secretaria da Fazenda, Ministério da Educação, Prefeituras Municipais, IPHAN, FUNAI, entre outros).

Além destes, foram caracterizados outros aspectos técnicos conforme apresentado no Capítulo 6 – Diagnóstico Ambiental que deram fundamento para a consolidação desta AAI.

O Diagnóstico Ambiental permitiu avaliar a atual situação da área de estudo, sendo apresentado no Capítulo 7 - Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) e consequentemente avaliou-se no Capítulo 10 – Avaliação de Impacto Ambiental o efeito de implantação dos aproveitamentos frente aos respectivos impactos cumulativos e sinérgicos identificados.

No contexto da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) também foi realizada a análise das Tendências Evolutivas no Contexto Macroeconômico da área de estudo, verificando-se a necessidade de se considerar no âmbito do planejamento das políticas públicas a projeção de taxas de crescimento demográfico e de urbanização, bem como as tendências econômicas nacionais e regionais. Nesta perspectiva, a projeção do consumo energético também acompanha este crescimento, prevendo que sua expansão está diretamente relacionada ao crescimento econômico.

Com base nos resultados do Diagnóstico e com a integração dos resultados da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) e da Avaliação Ambiental Integrada (AAI) permitiu-se prognosticar os impactos decorrentes da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

A Avaliação de Impactos apresentada no Capítulo 10.5 seguiu metodologias já consagradas e usualmente empregadas em estudos desta magnitude, tais como o Manual de Inventário Hidroelétrico (MME, 2007) e Thomas L. Saaty (1980), sendo ainda fundamentada com dados primários conforme Diagnóstico realizado na área de estudo.

Quanto aos aspectos da flora avaliados na área de estudo, a situação dos remanescentes florestais está caracterizada predominantemente pelos altos índices de fragmentação. Exceção deste aspecto verifica-se apenas na TI Xapecó, a qual possui caráter primário de conservação, tornando-se um aspecto de maior criticidade frente à viabilidade dos aproveitamentos hidrelétricos (AHEs) localizados nesta área. Neste contexto do aspecto florestal, prevê-se que a implantação dos AHEs contribuirá de maneira significativa com a implantação das Áreas de Preservação Permanente (APP) no entorno dos reservatórios, de modo a contribuir com o fluxo da fauna através do corredor a ser gerado, entre outros aspectos tais como a preservação dos recursos hídricos.

Para a ictiofauna foram capturados peixes migradores, corroborando com outros estudos já realizados na bacia do rio Chapecó, os quais demonstram a ocorrência no trecho de espécies reofílicas. Dessa forma, torna-se fundamental que na análise de viabilidade dos AHEs, durante o rito do licenciamento ambiental, atente-se às diretrizes e recomendações deste estudo.

Ainda como relevante aspecto de criticidade no âmbito Socioeconômico para a análise de viabilidade dos AHEs, especialmente daqueles que atingem diretamente Terra Indígena, deverá ser considerada a atual situação da condição jurídica da TI Araçai, a qual é reconhecida pela FUNAI como declarada, e da Terra Indígena Xapecó, reconhecida como homologada. Desse modo, nos empreendimentos localizados na área de interferência da Terra Indígena Xapecó e Araçaí, conforme os limites citados na Portaria Interministerial N° 60 de 24 de março de 2015 – Anexo I, será respeitado e atendido os trâmites legais.

Desse modo, esta Avaliação Ambiental Integrada (AAI) subsidia a ampliação de um diálogo entre órgãos gestores, Poderes Públicos, Órgãos Ambientais, ANEEL, empreendedores, entre outros envolvidos, quanto à análise de viabilidade dos aproveitamentos hidrelétricos que compõe esta AAI, considerando, para tanto, as Diretrizes e Recomendações apresentadas no Capítulo 11.

A credibilidade apontada pelos estudos realizados nesta Avaliação Ambiental Integrada (AAI) permite o planejamento de exploração do potencial energético do trecho, correspondente a um incremento de aproximadamente 387 MW de potência no Sistema Interligado Nacional (SIN), o qual deve ser simultaneamente avaliado considerando as Diretrizes e Recomendações apontadas para as próximas fases de análise de viabilidade dos aproveitamentos hidrelétricos.

13 EQUIPE TÉCNICA

Nome	Profissão	Registro Classe	CTF/ IBAMA
Diretor Geral			
Pedro Paulo Voltolini Júnior	Economista	CORECON 579	295178
Diretora de Meio Ambiente			
Ana Paula Voltolini	Comunicação Social	DRT 003735/04	358137
Gerente de Meio Ambiente			
Gisele Mendes Pereira	Bióloga	CRBio 53.402-03	1537675
Coordenação do Estudo			
Gisele Mendes Pereira	Bióloga	CRBio 85.745-03	5901695
Consultor Técnico			
Marcos Krieger, MBA	Eng. Agrônomo	CREA/SC 28915-7	357142
ETS – Xanxerê			
Ênio J. Loesch	Eng. Agrônomo	CREA 33.223-2	4668545
Meio Biótico			
Bárbara Samartini Q. Alves, MSc.	Bióloga	CRBio 85.745-03	5901695
Angelita Malize	Eng. Florestal	CREA 098036-03	5240268
André Luis Regolin	Biólogo	CRBio 075499-03	3910231
João Felipe O W Martins	Biólogo	CRBio 075879-03	5785369
Ictiofauna, Ictioplâncton e Atividade Pesqueira			
Régis Canton, MSc.	Eng. de Aquicutlura	CREA/SC 75346-0	5001395
Rafael Fiorentin	Analista Ambiental	-	-
Atamis Quadrado	Pescador	-	-
Fauna Silvestre			
Jorge José Cherem, MSc	Biólogo - Mamíferos terrestres	CRBio 17.820-03	249232
Levi Koch Beckhausen	Biólogo - Quirópteros	CRBio 75.516-03	2126956
Ivo Rohling Ghizoni-Jr., MSc	Biólogo - Aves	CRBio 25.972-03	463.333
Tobias Saraiva Kunz, MSc	Biólogo - Répteis	CRBio 58.331-03	1540570
Luís O Menta Giasson, PhD	Biólogo - Anfíbios	CRBio 41.469-03	528131
Flora, Vegetação e Análise da Paisagem			
Rafael Garziera Perin	Biólogo	CRBio 28.416-03	537614
Davi de Souza Schweitzer, M.Sc.	Geógrafo	CREA/SC 76.026-4	665296
Meio Físico			
Guilherme P. Flemming	Eng. Ambiental	CREA 105797-5	5048949
Murilo Fernandes	Estagiário Eng. Sanitária e Ambiental	-	
Andreza Abdalla	Geógrafa/ Téc. Saneamento	CREA 081762-7	5210788
Angelita Malize	Engenheira Florestal	CREA 098036-3	5240268

Nome	Profissão	Registro Classe	CTF/ IBAMA
Cassio Marques, MSc.	Eng. Agrônomo	CREA 113.790-5	5513018
Recursos Hídricos			
Rodrigo Kern, MSc.	Eng. Sanitarista e Ambiental	CREA-SC 79175-9	1296319
Priscila Bogo Pessini	Estagiária Eng. Sanitaria e Ambiental	-	5708685
Qualidade da água			
Gilza M. de Souza Franco, Dra.	Bióloga.	CRBio 34470-03	2321882
Luiz Felipe Machado Velho, Dr.	Biólogo.	CRBio 12570-02	904763
Luzia Cleide Rodrigues, Dra.	Bióloga	CRBio 17890-03	904744
Rui Márcio Franco, MSc.	Farmacêutico	CRF 8180	5586193
Pedologia			
Antonio Ayrton Auzani Uberti, Dr.	Eng. Agrônomo	CREA/SC 54065-5	528293
Geologia			
Fabiana M. Bettu Herbst	Geóloga	CREA 118929-4	5649287
Rafael Espíndola Canata	Geólogo	CREA 118927-9	5649242
Meio Socioeconômico			
Denise Marie Gerent	Assistente Social	CRESS/SC 4475	3593910
Luciana Fernandes	Socióloga	0000197 SC	5315405
Ana Claudia Colombera	Téc. Ambiental e Graduanda Ciências Sociais	-	5826403
Arqueologia			
Éverson Paulo Fogolari, Dr.	Sociólogo e Arqueólogo	-	574843
Comunidades Indígenas			
Ricardo Cid Fernandes, Dr.	Antropólogo	-	301.873
Cartografia			
Felipe Bernardi	Geógrafo/ Téc. Geomensor	CREA/SC 87018-2	5170984
Taísa Comerlato, MSc.	Geógrafa	CREA 096.946-0	5378735
Sinara Fernandes P. Ristow, MSc	Geógrafa	CREA 405623330	-
Hermann Mondl, MSc.	Geógrafo	CREA 1012520	-
Modelagem Ambiental			
Edney Rodrigues de Farias, MSc	Eng. Civil	CREA/SC 48334-4	79.936
Davi de Souza Schweitzer, MSc	Geógrafo	CREA/SC 76026-4	665296
Fabiane Andressa Tasca	Analista Ambiental	CREA/SC 118233-8	5752748
Júlia Costa Silva	Eng. Sanitarista e Ambiental	CREA-SC 99635-1	4935405
Matheus Willinghoefer	Estagiário de Eng. Sanitária	-	5688395
Rodrik Araújo de Sousa	Assistente Administrativo	-	-

14 REFERÊNCIAS

CELESC - CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S.A. **Plano de Investimentos 2011 – 2015 para a Regional Chapecó. 2011.** Disponível em: <http://novoportal.celesc.com.br/portal/images/arquivos/pdd/plano_de_investimentos_2011-2015_chapeco.pdf>. Acesso em: abril 2014.

_____. **Perfil da distribuição de energia**. 2014. Disponível em: <http://novoportal.celesc.com.br/portal /index.php/celesc-distribuicao/perfil>. Acesso em: abril 2014.

_____. **Relatório Anual de 2012.** Disponível em <http://novoportal.celesc.com.br/portal/images/arquivos/relatorios/celesc-relatorio-2012-web.pdf>. Acesso em: abril 2014.

CHOW, V. T., MAIDMENT D R, MAYS L W. **Applied Hydrology**. McGraw-Hill, New York. 1998.

DUARTE, P. A. **Fundamentos de Cartografia**. 2ª edição. Florianópolis: Editora da UFSC. 2002.

ELETROBRÁS. **Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas**. Brasília. 1997.

ELETROSUL – Centrais Elétricas do Sul do Brasil AS, CNEC – Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores S.A. **Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai. Estudo de Inventário Hidrelétrico**. São Paulo. 1979.

ENERSUL/CANAMBRA ENGINEERING CONSULTANTS LIMITED. **Estudo Energético da Região Sul do Brasil**. 1969.

ENGEVIX. Revisão da Divisão de Quedas do Baixo Chapecó. **Revisão do Inventário Hidrelétrico**: Relatório Final. Florianópolis. 2002 (aprovado pelo Despacho N° 948 da ANEEL, de 4 de abril de 2007).

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Estudos para a Licitação da Expansão da Transmissão – Análise Técnico-econômica de Alternativas:** Relatório R1. Estudo de Atendimento ao Estado de Santa Catarina – Região Oeste. 2012.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2022.** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília. 2013.

_____. **Plano Nacional de Energia 2030 – Projeção**. 2007.

EPE / CONSÓRCIO THEMAG - ANDRADE & CANELLAS – BOURSCHEID. **AAI da Bacia do rio Uruguai**. 2007.

EPE / Sondotécnica, **AAI da Bacia do rio Doce**. 2007.

_____. **AAI da Bacia do rio Teles Pires**. 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Aplicativo de projeção populacional do Brasil e das Unidades da Federação**. 2014. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/ > Acesso em: maio 2014.

MEDEIROS, R. **A Proteção da Natureza: das Estratégias Internacionais e Nacionais às demandas Locais**. Rio de Janeiro: UFRJ/PPG. 2003. 391p.

_____. **Evolução das Tipologias e Categorias de Áreas Protegidas no Brasil.** Rio de Janeiro: UFRJ/PPG. 2005. 63p.

MENEGUETTE, A. **Introdução ao Geoprocessamento.** UNESP – Campus de Presidente Prudente, Courseware em Ciências Cartograficas, 2000. Disponível em: http://www.multimidia.prudente.unesp.br/arlete/hp_arlete/courseware/intgeo.htm. Acesso em: 11 novembro 2005.

MMA – MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica. SQA**. – Brasília. MMA. 2006.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas**. Brasília. MME. 2007.

_____. **Resenha energética**. 2013. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3__Resenha_Energetica/1_-_Resenha_Energetica.pdf>. Acesso em: fevereiro 2014.

MPF – MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. **Nota técnica no 13/2005 – 4ª CCR**. Brasília (DF). 2005.

PARTIDÁRIO, M. R. ***Strategic environmental Assessment: Key issues emerging from recent practice***. *Discussion paper* apresentado para a 15ª conferência anual da International Association for Impact Assessment, em Durban, África do Sul. 1995.

PROSUL. **Análise da Sustentabilidade Ambiental dos Empreendimentos Hidroenergéticos Propostos para a Bacia Hidrográfica do rio Chapecó – Relatório Técnico**. 2002.

QUEIROZ GALVÃO. **Revisão dos Estudos de Inventário Hidroenergético do rio Chapecó**. 1996.

RAMOS, A., 1987, *apud* Iara Verocai. **Vocabulário Básico de Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, 1990, *apud* EPE/Sondotécnica – AAI do Rio Doce. 2007.

ROSMAN, P. A. e Paulo C. C. Rosman.**Guia do Usuário do SisBaHiA – Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental.** Relatório COPPETECPENO-565, 11/2007. COPPE/UFRJ

ROSMAN, P. C. C. **Referência Técnica do SisBaHiA – Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental.** Relatório COPPETEC-PENO-565, 09/2014. COPPE/UFRJ.

SAATY, T. L. ***The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation***. New York: McGraw–Hill, 1980.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo. Oficina de Textos. 2008.

SDS – SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó**. 2009.

SPG – SECRETARIA DO PLANEJAMENTO. **Plano Catarinense de Desenvolvimento**. 2008.

TUCCI, C. E. M., PORTO, M. **Planos de recursos hídricos e as avaliações ambientais**. 2009. REGA – v. 6, no. 2, jul./dez. p.19-32.

UFSM/UNIPAMPA. **Desenvolvimento Metodológico e Tecnológico para Avaliação Ambiental Integrada Aplicada ao Processo de Avaliação da Viabilidade de Hidrelétricas – Projeto Frag-Rio**. 2009.

UICN. **Guidelines protected Area Management Categories**. Gland: UICN, 1994.

VEROCAI, I. **Vocabulário Básico de Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, 1990, *apud* EPE/Sondotécnica – AAI do Rio Doce, 2007.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios.** DESA-UFMG. 2007.

Meio Físico e Ecossistemas Terrestres

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo. Ateliê Editorial, 2003.

AGUIAR, L. M. S. Subfamília Desmodontinae. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (Orgs.). **Morcegos do Brasil**. Londrina. 2007. p.39-43.

ALARCON, G., DA-RÉ, A. M., FUKAHORI T. I, SHIGUEKO, T. **Análise de Instrumentos de Mercado na Gestão do Corredor Ecológico Chapecó.** Brasília. v.4. N°1. 2013. p.117-138.

ALMEIDA. F. F. M. **Geologia do Continente Sul Americano**: Evolução da Obra de Fernando Marques de Almeida. Organizadores: Virginia Mantesso-Neto, Andre Bartoreli, Celso Dal Ré Carneiro, Benjamin Bley de Brito-Neves. São Paulo. 2004. p.647

_____. **Tectônica da Bacia do Paraná no Brasil**. São Paulo, 1980. 187p. (Relatório da PAULIPETRO n. 14091)

ANDERSON, P. S. **Princípios de Cartografia Básica**. Rio de Janeiro, 1982. DSG, FIBGE.

ASSOCIAÇÃO SAPIENTIA – Direito PUC/SP. **Responsabilidade pela ocupação de áreas públicas de risco**. Disponível em: <http://www.associacaosapientia.org.br/articles/7> Acesso em: setembro de 2014.

BASTIANI, V. I. M.; GARCIA, P. C. A.; LUCAS, E. M. *Crossodactylus schmidti* Gallardo, 1961 (Anura: Hylodidae) in Santa Catarina state, southern Brazil: A new record and comments on its conservation status. **Check List**, v. 8, p. 262-263, 2012.

BÉRNILS, R. S.; COSTA, H. C. (org.). **Répteis brasileiros: Lista de espécies**. Versão 2012.1. Curitiba: Sociedade Brasileira de Herpetologia. 2012. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/>. Acesso em: 26 de novembro de 2012.

BIANCONI, G. V.; FARNEDA, F. Z.; ALTHOFF, S. L. Morcegos. In: GARCIA, F. R. M.; LUTINSKI, J. A.; LUTINSKI, C. J. Orgs.). **Biodiversidade da Floresta Nacional de Chapecó**. São Paulo: Baraúna, 2011.

BIANCONI, G. V.; PEDRO, W. A. Família Vespertilionidae. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (Orgs.). **Morcegos do Brasil**. Londrina: Nélio R. dos Reis, 2007, p. 167-195.

BRASIL. 2000. **Lei n° 9.985 de 18 de Julho de 2000**. Brasília.

_____. 2006. **Lei n° 11.428 de 22 de Dezembro de 2006**. Brasília.

_____. 2012. **Lei n° 12.651 de 25 de Maio de 2012**. Brasília.

BREMER, B. et al. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants**: **APG II.** Botanical Journal of the Linnean Society: v.141, London, 2003. 399-436p.

CALDART, V. M.; IOP, S.; SANTOS, T. G.; CECHIN, S. Z. Extensão da distribuição geográfica de duas espécies de anuros para o Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, com comentários sobre história natural. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 144-147, 2010.

CASSETI, V. **Geomorfologia.** [S.l.]: [2005]. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em: fevereiro de 2014.

CASTRO, A. L. C. **Manual de desastres**: desastres naturais. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Frentes frias sobre o Brasil. In: CAVALCANTI, N. et al. (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. 1ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 135-147.

CBRO (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos). **Listas das aves do Brasil**. 8ª ed. 2010. Disponível em: <http://www.cbro.org.br>. Acesso em: 22 de março de 2010.

CÓRDOVA, U. A., et al. **Melhoramento e manejo de pastagens naturais no Planalto Catarinense**. Florianópolis: EPAGRI, 2004. 274 p.

CRHISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica de bacias hidrográficas. Revista Geomorfologia**, Campinas, v.18, n.9, p.35-64, 1969.

_____. **A morfologia de bacias de drenagem**. Notícias Geomorfológicas, Campinas, v.18, n.36, p.130-200, 1978.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. **Geomorfologia do Brasil.** 3ª Edição, Editora Bertrand Brasil, RJ, 2003. Disponível em: <http://soniaa.arq.prof.ufsc.br/arq1206/2004/richard_lamb/3GeomorfologiadoBrasil-daCunhaeTeixeiraGuerra.pdf> Acesso em: fevereiro de 2014.

CPRM - GEOLOGIA, TECTÔNICA E RECURSOS MINERAIS DO BRASIL. **Litoestratigrafia e litogeoquímica das rochas vulcânicas ácidas associadas ao vulcanismo Serra Geral.** In: III Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados. Cabo Frio, Agosto de 2005.

CPTEC – CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. La Niña: ocorrências de La Niña. In: **El Niño e La Niña**. 2011. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/tab_lanina.shtml>. Acesso em: abril de 2014.

DENARDIN, F. V.; SULZBACH, T. M. **A Agropecuária no Oeste Catarinense – SC: É possível ser sustentável?** Universidade Comunitária da Região de Chapecó: Chapecó, 2003.

ETS – ENERGIA, TRANSPORTE E SANEAMENTO LTDA. **Relatório técnico da 1ª campanha de campo referente à fauna terrestre – UHE Saudade**. Florianópolis: ETS. 2009a.

EMBRAPA. **Levantamento de solos do Estado de Santa Catarina. Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Rio de Janeiro. 1998.

_____. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro. 2006.

_____. **Solos do Estado de Santa Catarina. Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **Súmula da 10ª reunião Técnica de Levantamento de Solos realizada em 1979**. EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1, p. 83. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/sesmarias/MAPA-SESMARIA-EMBRAPA-90-60.pdf> Acesso em: maio de 2014.

EPAGRI. **Excursão Virtual pela Serra do Rio do Rastro, SC**. Coluna White. Porto Alegre, 2002.

_____. **Mapeamento das áreas de risco**. Disponível em: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/temas530/ricardo.htm> Acesso em: maio de 2014.

_____. **Modelo Digital de Elevação SRTM/NASA – SC.** Disponível em: <http://www.epagri.rct-sc.br/epagri/index.jsp>. Acesso em: setembro de 2014.

_____. **Monitoramento da fauna terrestre - relatório final de 3ª etapa de operação. UHE Quebra Queixo**. Florianópolis: ETS. 2013.

_____. **Relatório técnico consolidado da 1ª e 2ª campanhas de campo referente à fauna terrestre – UHE Santo Antônio**. Florianópolis: ETS. 2009b.

FABIAN, M. E., GREGORIN, R. Molossidae In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (Orgs.). **Morcegos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, p. 107-128. 2007.

FAO (Roma, Itália). **World reference base for soil resources**. FAO: ISSS: ISRIC. FAO. World Soil Resources Reports, 1998, p.88.

FATMA – FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. **Corredor Ecológico Chapecó.** Disponível em:<http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/corredor-ecologico-chapeco>. Acesso em: setembro de 2014.

FINOTTI, E. **Análise de ocorrência de vendavais na região sul do Brasil**: relatório de projeto de iniciação científica (PIBC/CNPq/INPE). Santa Maria: INPE, 2010. Disponível em: <http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP7W/389BLJP?languagebutton=en>. Acesso em: abril de 2014.

FOLHA SG.22 - Curitiba – **Mapa Geológico**, esc. 1:1.000.000.CPRM, 2004.

FONSECA, F. B. **Mapa dos Domínios Hidrogeológicos de Santa Catarina**: Uma ferramenta para a gestão das águas subterrâneas do Estado. XV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços 2 I Simpósio de Hidrogeologia do Sul-Sudeste.

FORTES V. B.; CELLA, V. M. B.; PRIGOL, R. **Inventário preliminar dos mamíferos de médio porte da Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina.** Acta Ambiental Catarinense, v. 1, 2002. p.57-70.

FORZZA; R. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil.** Volume 3. Rio de Janeiro, 2010, p. 828.

FRANÇA, A. B. & POTTER P. E. **Estratigrafia, ambiente deposicional e análise de reservatório do Grupo Itararé (Permocarbonífero), Bacia do Paraná** (Parte 1). Boletim de Geociências da Petrobrás, 2:147- 191. 1988.

FREITAS, M. A., ROISENBERG, A., CUNHA, G. G. **Caracterização hidrogeoquímica preliminar das fontes termais da região do Alto Rio Uruguai – RS e SC.** In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA – III SIMPÓSIO DE GEOQUÍMICA DOS PAÍSES DO MERCOSUL. 2011, Gramado. Anais. Gramado, p. 105-1060. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Evento_CGQ03T25.pdf> Acesso em: maio de 2014.

FREITAS, M. A., et al. **Captações de água subterrânea no oeste do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM/SDM/EPAGRI, 2001.

FREITAS, M. M. A., CAVE, B. R, MACHADO, J. L. F., Org. **Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina - Projeto Oeste de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM/ SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI. 2002.

FROST, D. R. **Amphibian Species of the World: an Online Reference**. Version 5.6. American Museum of Natural History, New York. 2013. Disponível em <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>. Acesso em: 16 de setembro de 2013.

GIASSON, L. O. M.; KUNZ, T. S.; GHIZONI-JR., I. R. Amphibia, Anura, Bufonidae, *Melanophryniscus spectabilis* Caramaschi and Cruz, 2002: Distribution extension and geographic distribution map. **Check List**, v. 7, n. 5, p. 161-164, 2011.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M. **Considerações sobre as inundações no Brasil.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2005. João Pessoa. Anais. João Pessoa, 2005.

GONÇALVES, E. F. et al. **Distribuição dos desastres naturais no Estado de Santa Catarina: estiagem (1980-2003)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., Florianópolis. Anais. Florianópolis: GEDB/UFSC, 2004. p. 773-786. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://cfh.ufsc.ufsc.br/~gedn/sibraden/cd/EIXO%204_OK/4-60.pdf>. Acesso em: abril de 2014.

GORDON Jr., M. **Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.** Notas Preliminares e Estudos, DNPM/DGM, Rio de Janeiro nº 38, 1947. p.1-20.

GUERRA, A. T.; GUERRA, Antônio José T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 7ª Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

GUDYNAS, E.; GEHRAU, A. **Notas sobre la distribución y ecología de *Limnomedusa macroglossa*.** Iheringia, Série Zoologia, v. 60, p. 81-99, 1981.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2011.

HERRMANN, M. L. et. al. Frequência dos desastres naturais no estado de Santa Catarina no período de 1980 a 2007. In: ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12, Montevidéu – Uruguai. **Anais.** Uruguai: EGAL, 2009. Disponível em: <http://egal2009.easyplanners.info/area07/7254_Maria_Lucia_Maria_Lucia_de_Paula_Herrmann.pdf> Acesso em: abril de 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. IBGE, 2009.

_____. **Manual Técnico de Uso da Terra**. n. 7. 2ª Edição: Rio de Janeiro, 2006.

_____. **Mapa de Vegetação do Brasil. 3ª edição.** IBGE Diretoria de Geociências. Brasília, 2004. Disponível em: <www.ibge.gov.br/mapas>. Acesso em: setembro de 2014.

ICMBio – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de Manejo – Floresta Nacional de Chapecó/Santa Catarina**. Volume I – Diagnóstico. Florianópolis, 2013.

JATOBÁ, L. Análise Geomorfológica. 2011. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfBAYAD/analise-geomorfologica-resumos-2> Acesso em: abril de 2014.

KAEFERA, I. L., BOTHB, C.; CECHIN, S. Z. Breeding biology of the rapids frog *Limnomedusa macroglossa* (Anura:Cycloramphidae) in southern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 43, n. 19–20, p. 1195–1206, 2009.

KLEIN, R. M. **Árvores Nativas da Floresta Subtropical do Alto Uruguai**. Itajaí, n. 24, 1972. p. 9-72.

_____. **Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí, parte V, 1978.

_____. **Espécies raras ou ameaçadas de extinção. Estado de Santa Catarina. Volume 1 – Mirtáceas e Bromeliáceas.** Rio de Janeiro, 1990. p. 287.

_____. **Espécies raras ou ameaçadas de extinção. Estado de Santa Catarina. Volume 2.** Rio de Janeiro, 1996. p. 170.

_____. **Espécies raras ou ameaçadas de extinção. Estado de Santa Catarina. Volume 3.** Rio de Janeiro, 1997. p. 283.

_____. **Observações e considerações sobre a vegetação do Planalto Nordeste Catarinense.** Sellowia: Itajaí, n. 15, 1963. p.39-56.

KOBIYAMA, M., et al. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006. p. 109.

KULICOV, V. A., RUDNEV, G. V. **Agrometeorologia tropical**. Havana: Científico-Técnica, 1980.

KWET, A., SOLÉ, M. **A new species of *Trachycephalus* (Anura: Hylidae) from the Atlantic Rain Forest in southern Brazil**. Zootaxa, v.1947, p. 53–67, 2008.

LANG, S., BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Oficina de Textos: 1a. ed. São Paulo: 2009. p.4 24.

LANGONE J. A., PRIGIONI, C. M. Observaciones sobre una puesta de *Limnomedusa macroglossa* (Anura:Leptodactylidae). **Actas J. Zool. Uruguay**, v.1, p. 83–86, 1985.

LISBÔA et al. Identificação dos conflitos pelo uso múltiplo da água na região hidrográfica do Xingú e seus reflexos para cidade de Altamira/PA. In: **X Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2010.

LORENZI, H. et al. **Árvores Exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1ª ed., 2003. p. 368.

_____. **Árvores Brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, Vol. 2, 2ª ed., 2002b. p. 368.

_____. **Árvores Brasileiras. Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, Vol. 1, 4ª ed., 2002a. p. 368.

_____. **Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 3ª ed., 2000. p 608.

LORENZI, H. et al. **Plantas Ornamentais no Brasil.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 3ª ed., 2001. p 1088.

LUCAS, E. M. **Diversidade e conservação de anfíbios anuros no Estado de Santa Catarina, sul do Brasil**. Tese de doutorado, Instituto de Biociências, USP, São Paulo, São Paulo, 2008.

LUCAS, E. M., FORTES, V. B. Frog diversity in the Floresta Nacional de Chapecó, Atlantic Forest of southern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 51-61, 2008.

MACHADO, A. B. M., DRUMMOND, G. M., PAGLIA, A. P. **Livro Vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2008.

MALCZEWSKI, J. **GIS and Multicriteria Decision Analysis**. New York: Wiley, 1999. p 392.

MARCELINO, I. P. V. O. **Análise de episódios de tornados em Santa Catarina**: caracterização sinótica e mineração de dados. 2003. 214 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

MARSHALL, L. G. *Chironectes minimus*. **Mammalian Species**, v. 109, p. 1-6, 1978.

MAURIQUE. **AHE Foz do Chapecó. Programa 10 – Monitoramento e salvamento da fauna. Relatório Técnico Final – Etapa de implantação**. Maurique: Florianópolis. 2010.

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?** Biota Neotropical: São Paulo, v.1, n.1, 2001. 9 p.

MILANI, E. J. **Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da Bacia do Paraná.** In: Montesso-Neto, V., Bartorelli A., Carneiro C.D.R., Brito-Neves B.B. Geologia do Continente Sul-Americano – evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Ed. Becca, 2004. p. 265-279.

_____. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gonduana Sul-Ocidental.** 1997. 2 v. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

MILANI, E. J. & Ramos, V. Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. **Rev Bras Geoc**., 28 (4): 473-484. 1998.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: IBAMA, 2003. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna>. Acesso em: 04 ago. 2004.

_____. **Lista Nacional de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção**. IN n° 06 de 23 de setembro de 2008.

_____. **Mapa das Áreas Prioritárias Para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira - 2007**. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>. Acesso em: setembro de 2014.

MONTEIRO, M. A. **Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano.** Revista Geosul. Florianópolis, v.16, n. 31, p. 69-78, jan./jun.2001. Disponível em: <http://150.162.1.115/index.php/geosul/article/viewFile/14052/12896>. Acesso em: abril de 2014.

PAGLIA, A. P., FONSECA, G. A. B., RYLANDS, A. B.; et al. **Lista anotada dos mamíferos do Brasil.** 2ª ed. Occasional Papers in Conservation Biology, n. 6, p. 1-76, 2012.

PAIVA, FILHO. **Estratigrafia e tectônica do nível de riodacitos pórfiros da Formação Serra Geral** – o Membro Goio-En. Tese de Doutoramento, 2001. 185p.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil (Fanerozóico)**. São Paulo: TA. Queiroz/EDUSP, 1983. 631 p.

PEZZO, M. **Datação por carbono – 14**. Universiência.org – Portal da Produção Científica em Ciências da Comunicação. 2012. Disponível em: <http://www.ufscar.br/~univerci/n_2_a1/carbono.pdf> Acesso em: junho de 2014.

PICCIRILLO, E. M., MELFI, A. J., COMIN-CHIARAMONTI, J. BELLIENI, G., ERNESTO, M., MARQUES, L., NARDY, A.J.R., PACCA, I.G., ROISENBERG, A., STOLFA, D. **Continental flood volcanism from the Paraná Basin (Brazil)**. In:

McDougall, J. D. ed. Continental flood basalts. Kluwer Academic Pubishers. 1988. p. 195-238.

PINTO-JUNIOR, H. Q., MACIEL, C. S., BICALHO, R., QUADROS, S. R. **Perspectivas do investimento em infraestrutura.** Rio de Janeiro: Synergia: UFRJ, Instituto de Economia; Campinas: UNICAMP, Instituto de Economia, 2010.

RAMALHO-FILHO, A; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3ª ed. ver. Rio de Janeiro, 1995.

REIS N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Mamíferos do Brasil.** 2ª ed. Londrina: Nélio R. dos Reis, 2011.

REIS, A. **Manejo e Conservação das Florestas Catarinenses.** Florianópolis: UFSC, 1993.

_____. Plano de Coleção. **Flora Ilustrada Catarinense.** Herbário Barbosa Rodrigues: Itajaí, Parte IV, 1996-2006.

REIS, A. et al. **Lista das Espécies Vegetais Catarinense da Divisão Gimnospermas**. Anais Botânicos: Itajaí, n° .56/63, 2011.

_____. **Lista das Espécies Vegetais Catarinense da Divisão Pteridófitas**. Anais Botânicos: Itajaí, n°. 56/63, 2011.

REITZ, R. Plano de Coleção. **Flora Ilustrada Catarinense.** Herbário Barbosa Rodrigues: Itajaí, Parte IV. 1965-1989.

REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS. **Contribuição ao estudo da evolução mecânica da Bacia do Paraná**. Vol. 29 (2), junho de 1999.

_____. **Orogenias Paleozóicas no domínio sul - ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná.** vol. 28 (4), dezembro de 1998.

RIBOTTA, L. C. **Sismicidade Induzida por Reservatórios**. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. 2010.

RICHTER, D. **Os domínios morfoclimáticos brasileiros, segundo Aziz A'Saber.** 2006. Disponível em: < http://www.algosobre.com.br/geografia/dominios-morfloclimaticos-brasileiros-os-segundo-aziz-ab-saber.html> Acesso em: fevereiro de 2014.

SAATY, T. L. A. **Scaling method for priorities in hierarchical structures**. Journal of mathematical psychology, 15, p. 234-281, 1977.

SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. **Atlas de Santa Catarina**. Florianópolis, 1986. 173p.

_____. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina.** Convênio Sudesul: UFSM – Secretaria da Agricultura. Santa Maria, 1973.

_____. Resolução no 002, de 06 de dezembro de 2011. **Reconhece a Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS, 2011.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G. et al. **Manual de descrição e coleta de solos no campo. 5 ed. ver. e ampl. Viçosa**. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo**:** Embrapa Solos, UFRRJ, 2005. p 92.

SEBRAE/SC, 2010. **Santa Catarina em Números: Coordenadoria Regional Oeste. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina**. Florianópolis: 2010. p 143.

SEBRAE/SC, 2013. **Santa Catarina em Números: Macrorregião Oeste: Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina**. Florianópolis: 2013. p 149.

SICK, H. 1997. **Ornitologia brasileira**. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.

SILVA, F. **Mamíferos silvestres – Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. 1994.

SOARES, A. P. **Variabilidade Espacial do Sistema Aquífero Guarani**: Controles Estratigráficos e Estruturais, Tese de Doutorado, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2008.

SOARES, P. C. **Tectônica sinsedimentar cíclica na Bacia do Paraná**: controles. 1991. 131 p. Tese para provimento de vaga de Professor Titular, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

SOUZA, V. C. & LORENZI, H. **Botânica Sistemática: Guia Ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 3ª ed. 768. il., 2012.

TECTONIC EVOLUTION OF SOUTH AMERICA. **31° Congresso Internacional de Geologia.** Rio de Janeiro, 2000.

TRICART, J. J. L. **Paysage et écologie. Revue de Géomorphologie dynamique: géodynamique externe**. Études intégrée du milieu naturel: XXVIII, n.3, 1979. p 81-95.

TROLL, C. **Landscape ecology (geo-ecology) and biogeocenology: a terminological study.** Geoforum 8: London, 1971. p 43-46.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos.** Biota Neotropica, v. 10, n. 4, p. 67-75, 2010.

UFRGS – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Instituto de Geociências. **Tipos de Derrame e Reconhecimento de Estruturas nos Basaltos da Formação Serra Geral: Terminologia e Aspectos de Campo.** Pesquisas em Geociências, vol. 33 (2). Porto Alegre, 2006.

UFSC – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: Volume Santa Catarina**. Florianópolis. CEPED/UFSC, 2011. 89 p.

USDA. **Keys to soil taxonomy.** 8 ed. Department of Agriculture: Washington. D.C., 1998.

WHITE, I. C. (1908). **Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil**. Rio de Janeiro: DNPM. Parte I, p.1-300 ; Parte II, 1988. p. 301-617.

ZALÁN, P. V., WOLFF, S., CONCEIÇÃO, J. C. J., ASTOLF, M. A. M., VIEIRA, I. S., APPI, V. T. & ZANOTTO, O. A. **Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná**. In: Simpósio sul-brasileiro de geologia, III, Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, 1: 441-473. 1987.

ZALÁN, P. V., WOLFF, S., CONCEIÇÃO, J. C. J., ASTOLF, M. A. M, VIEIRA, I. S., APPI, V. T., ZANOTTO, O. A., MARQUES, A. **Tectonics and sedimentation of the Paraná basin. In: Simpósio do Gondwana**. São Paulo. Anais. São Paulo: [s. n.], 1988.

ZALÁN, P. V., WOLFF, S., ASTOLFI, M. A. M., VIEIRA, I. S., CONCEIÇÃO, J. C., APPI, V. T., NETO, E. V. S., CERQUEIRA, J. R., MARQUES, A. The Paraná Basin, Brazil. In**: Interior cratonic basins**. p. 681 - 707. (Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, memoir 51), 1990a.

ZALÁN, P. V., WOLFF, S., CONCEIÇÃO, J. C., MARQUES, A., ASTOLFI, M. A. M., VIEIRA, I. S., APPI, V. T. Bacia do Paraná. In: **Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 1990b. p.135 - 164.

VELOSO, H. P. & GÓES-FILHO, L. **Fitogeografia Brasileira – Classificação Fisionômico – Ecológica da Vegetação Neotropical**. Boletim Técnico do Projeto RADAMBRASIL: Série Vegetação nº 1, 1982. p.3-79.

AGOSTINHO, A. A. 1995. **Considerações sobre a atuação do setor elétrico na preservação da fauna aquática e dos recursos pesqueiros.** In: COMASE/ELETROBRÁS. Seminário sobre Fauna Aquática e o Setor Elétrico Brasileiro. Rio de Janeiro. COMASE/ELETROBRÁS. p.8-19. (Estudos e levantamentos; cad.4).

AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil / Maringá** : Eduem, 2007. p. 501

_____. **Pesca e recursos pesqueiros em reservatórios brasileiros.** Maringá, EDUEM, p.460.

AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S.; GOMES, L. C.; BINI, L. M. 1997 **Estrutura trófica.** In: Vazzoler A.E.M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S (eds.) A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos, Maringá: EDUEM: Núpelia, p.229-248.

AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO-JÚNIOR, H. F.; BORGHETTI, J. R. **Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu**. Revista UNIMAR, Maringá, v. 14(Suplemento), p. 89- 107, 1992.

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. **Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil.** Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 70-78, 2005.

AGOSTINHO, A. A.; ZANIBONI-FILHO, E. **Viabilidade Técnica de Obras de Transposição de Peixes na Barragem do AHE Foz do Chapecó, no Contexto da Conservação da Biodiversidade**. Limnobios – FCE – 2007.

AGOSTINHO, C. S; AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; ALMEIDA, D. A.; MARQUES, E. E. 2007a. **Selectivity of fish ladders: the first bottleneck in fish movement.** Neotropical Ichthyology, 5(2)

AGOSTINHO, C. S.; PEREIRA, C. R.; OLIVEIRA, R. J.; FREITAS, I. S.; MARQUES, E. E. 2007b. **Movements through a fish ladder: temporal patterns and motivations to move upstream.** Neotropical Ichthyology, 5(2).

ALCÂNTARA, E.; CURTARELLI, M.; OGASHAWARA, I.; STECH, J.; SOUZA, A. **Long-term environmental time series of continuously collected data in hydroelectric reservoirs in Brazil.** Ambi-Agua, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 6-17, 2013. http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1088

ALLAN, J. D. Landscapes and Riverscapes: **the influence of land use on stream ecosystems**. Annual Review of Ecology Evolution and Sys- tematics, v. 35, p.257-284, 2004.

_____. Stream Ecology: **structure and function of running waters**. London, Chapman & Hall. 388 p.1995.

ALMEIDA, R. S. **A industrialização e a questão ambiental na Região Sudeste do Brasil**. Caminhos de Geografia, 2004. v. 4, n. 11, p.53-66.

AMARAL, M. C. E., BITTRICH, V.; FARIA, A. D.; ANDERSON, L. O.; AONA, L. Y. S. **Guia de campo para plantas aquáticas e palustres do Estado de São Paulo.** Holos, Ribeirão Preto, 2008.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wasterwater**. Washington: Byrd Prepress Springfield, 2005.

ARAUJO, A. P., ROCHA, P. C.. Regime de fluxo e alterações hidrológicas no rio Tibagi-bacia do rio Paranapanema / Alto Paraná. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 3, set. 2010. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/387/265> Acesso em: janeiro de 2014.

ARMITAGE, P. D.; MOSS, D.; WRIGHT, J. F.; FURSE, M. T. **The performance of a new biological water quality score based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites**. Water Research, v. 17, p. 333-347, 1983.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH**. Disponível em: <http://www2.snirh.gov.br/home/> Acessado em: dezembro de 2013.

ASSIS, F. O.; MURATORI, A. M. **Poluição Hídrica por dejetos de suínos: um estudo de caso na área rural do município de Quilombo, Santa Catarina**. Revista Eletrônica Geografar, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 42-59, jan./jun. 2007. Disponível em www.ser.ufpr.br/geografar.

BARBOSA, F. A. R.; PADISÁK, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; BORICS, G.; ROCHA, O.; Ecological theory applied to reservoir zooplankton. In: TUNDISI, J. G.; STRASKRABA, M. (eds) **Theoretical reservoir ecology and its applications**. International Institute of Ecology. pp 435.1999.

BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W.S.; MONTAG, L.F.A. **As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes.** In: Rodrigues, R.R; Filho, H.F.L. (eds.). Matas ciliares: Conservação e recuperação. EDUSP, São Paulo, p.187-207, 2000.

BARTHEM, R., GOULDING, M. 1997. **Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos.** Sociedade Civil Mamirauá, Brasilia: CNPq. 140p.

BASU, B. K.; PICK, F. R. **Factors regulating phytoplankton and zooplankton biomass in temperate rivers, Limnology and Oceanography**, v. 41, p. 1572-1577, 1996.

BEARD J. L.; CONNOR, J. R. **Iron status and neural functioning**. Annu Rev Nutr., v. 23, p.41-58, 2003.

BERTOLETTI, J. J., C. A. S. de LUCENA, Z. M. S. de LUCENA; L. R. MALABARBAE R. E. dos Reis. 1989. **Ictiofauna do rio Uruguai Superior entre os municípios de Aratiba e Esmeralda**, Rio Grande do Sul, Brasil. Comum. Mus. Ciênc. PUCRS, Porto Alegre, (48, 49): 1-75.

_____. 1989b. **Ictiofauna do rio Canoas, Sistema do Rio Uruguai Superior**, Campos Novos, Santa Catarina, Brasil. Com. Mus. Ciênc. PUCRS, (48, 49) : 43 – 75.

BDMEP: INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.** Brasília. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> Acesso em: janeiro de 2014.

BIANCHINI JR., I. **Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas**. In: Thomaz, S. M.; Bini, L.M. (eds.). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. EDUEM, Maringá. p. 85-126, 2003.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. São Carlos: RIMA, 2006.

BOLLMANN, H. A., MARQUES, D. M. Gestão Ambiental Integrada de Bacias Hidrográficas: Bacia do Rio Cachoeiras - São Mateus do Sul – PR. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v 6, n.3, p. 45-65, jul./set 2001. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/c82f851b78e48655e4b79b1e5db6ab65_580a69102d59bd995eb58bb92f01211e.pdf> Acesso em: setembro de 2013.

BONETTO, A. A. 1963. **Investigaciones sobre migraciones de pecesenlos rios de lacuencadel Plata.** Ciencia e Investigación, 19 (1-2):12-26.

BOVELL-BENJAMIN A. C.; GINARD J. **Novel approaches and application of contemporary sensory evaluation practices in Iron Fortification Programs**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 43, n. 4, p. 79-400, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357. **Classificação dos corpos de água e diretrizes para o enquadramento dos corpos de água superficiais e estabelecimento das condições e padrões de lançamentos de efluentes**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 53, 18 de março de 2005. Seção 1, p. 58-63, 2005.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. **Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP)**. Ambi-Agua, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

CABIANCA, M. A. A.; SENDACZ, S. **Limnologia do reservatório do Borba (Pindamonhangaba, SP)**. II - Zooplâncton. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 1985. v. 12, n. 3, p. 86-95.

CALLISTO, M., GOULART, M., BARBOSA, F. A. R., ROCHA, O**. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco river (northeastern Brazil)**. *Braz. J. Biol., vol. 65, n.* 2 p: 229-240, 2005.

CALLISTO, M.; GONÇALVES JR, J. F. **A vida nas águas das montanhas**. Ciência Hoje, v. 31, p. 68-71, 2002.

CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F. A. R. **Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil**. Revista Brasileira de Biologia, v. 61, n. 2, p. 259-266, 2001b.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. D. C. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramentas para avaliar a saúde dos riachos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 6, n. 1 p. 71-82, 2001a.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Org). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. p. 1-33. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/> Acesso em: novembro de 2013.

CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M. HENRY-SILVA, G. G. **Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas**. In: Thomaz, S.M.; Bini, L.M. (eds.) Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. EDUEM, Maringá. p. 59-84. 2003.

CAMPANELLA, L.; BEONE, T.; SAMMARTINO, M.P.; TOMASSETTI, M. **Determination of phenol in wastes and water using an enzyme sensor**. Analyst, v. 118, p. 979-986, 1993.

CANÇADO, R.D. **Tratamento da anemia ferropênica: alternativas ao sulfato ferroso**. Rev. Bras. Hematol. Hemoter. v. 31, n. 3, p. 121-122, 2009.

CASATTI, L. **Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna.** Biota Neotrop., v. 10, n. 4, p. 31-34, 2010.

CASTRO, R.M.C.; CASATTI, L. **The fish fauna from a small forest stream of the upper Paraná river basin, southeastern Brazil**. Ichthyol. Explor. Freshwaters, v. 7, n. 4, p.337-352. 1997.

CARNEIRO, C., PEGORINI, E., ANDREOLI, C. V.; NETTO, O. S. M. **Caracterização de sedimentos límnicos no reservatório de abastecimento**

público do Irai, Curitiba-PR. In: IX Congresso Brasileiro de Limnologia, Juiz de Fora. Resumos. (CDRom) Juiz de Fora, 2003.

CARRERA, C.; FIERRO, K**. Manual de monitoreo: los macro-invertebrados acuáticos como indicadores de La calidad del água.** EcoCiência, Quito. 2001.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2008.

CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina e dá outras providências**. RESOLUÇÃO CERH Nº 001/2008.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Compilação de padrões ambientais.** São Paulo, Folheto, 1991.

_____. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. Série relatórios, 2009.

_____. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo**. (Série Relatórios/Secretaria de Estado do Meio Ambiente, ISSN 0103-4103), São Paulo, 2 v. 30 cm. 2005.

CHALAR, G. **Composición y abundancia del zoobentos del Arroyo Toledo (Uruguay) y su relación con la calidad de agua**. Rev. Chil. Hist. Nat., Montevideo, v. 67, 1994.

CHEREN, J, J., KAMNMERS, M. 2008. **A fauna das áreas de influência da Usina Quebra Queixo.** Erechim RS, Habilis.192p

CHORUS, I.; BARTHRAM, J. **Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management**. E & FN Spon, London, 1999.

CODD, G.A.; MORRISON, L.F.; METCALF, E.J.S. **Cyanobacterial toxins: risk management for health protection**. Toxicology and Applied Pharmacology, v. 203, p. 264-272, 2005.

CUMMINS, K. W. Trophic **relations of aquatic insects**. Anual Rev. of Entomol., v. 18, p. 183-206, 1973.

CUMMINS, K. W.; WILZBACH, M.A.; GATES, D.M.; PERRY, J.B.; TALIAFERRO, W.B. Shredders and riparian vegetation. **Leaf litter that falls into streams influences communities of stream invertebrates**. BioScience, v. 39, n. 1, p. 24-30, 1989.

CONSÓRCIO ENERGÉTICO FOZ DO CHAPECÓ - CEFC. 2003. **Projeto Básico Ambiental**. UHE Foz do Chapecó.

DAL MAGRO, J., FRANCO, R. M.;SOUZA-FRANCO, G. M. **A influência antrópica na qualidade da água na bacia do alto rio Uruguai.** In: Souza-Franco, G.M.; Renk, A. (Org.). Região, sociedade e ambiente. 1ª ed.Chapecó: Argos, 2013, p. 121-146.

DEFLANDRE, G. **Le genre Centropyxis Stein. Archiv fur Protistenkunde**, v. 67, p. 322-375, 1929.

DE PISCOYA, R. C. C. C.; MARTINEZ, J. M.; NOGUEIRA, M. G.; LOPES, W. T. A; COCHONNEAU G.; VENTURA, D.; VIEIRA, M. R.; OLIVEIRA, E.; GUIMARÃES, V. S. **Avaliação do impacto dos reservatórios em cascata sobre o fluxo de sedimentos no rio Paranapanema.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.

DESCY, J.P.; LEITÃO, M.; EVERBECQ, E.; SMITZ, J.S.; DELIEGE, J.F. **Phytoplankton of the River Loire, France: a biodiversity and modelling study. Journal of Plankton Research,** v. 34, n. 2, p. 120–135, 2012.

DESENVIX. **Monitoramento da qualidade da água da área de influência da barragem da PCH Santa Laura**: Relatório Consolidado 2006 a 2013. Relatório apresentado à FATMA, 2013.

DESTEFANI, Edilaine Valéria. **Regime hidrológico do rio Ivaí – PR**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá. 95 p. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/teses_geografia2008/dissertacaouemedilainevaleriodestefani.pdf> Acesso em: julho de 2014.

ELMOOR-LOUREIRO, M. L. A. **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Brasília: Editora Universa. 47 p. 1997.

ENGEVIX. 1999. **UHE Quebra Queixo**. RIMA - Relatório de Impacto ao Meio Ambiente. 65 p.

_____. 2002. **AHE Foz do Chapecó**. Informações Complementares. Meio Físico, Biótico e Socioeconômico. Vol. I - textos. 338 p.

ESPÍNDOLA, Marco Aurélio; NODARI, Eunice Sueli. **As estiagens no Oeste Catarinense sob a perspectiva da história ambiental.** In: 2ª Simpósio Internacional de História Ambiental e Migrações. Anais. Florianópolis, 2012. Disponível em: <http://www.academia.edu/2454447/AS_ESTIAGENS_NO_OESTE_CATARINENSE_SOB_A_PERSPECTIVA_DA_HIST%C3%93RIA_AMBIENTAL_Droughts_in_western_Santa_Catarina_Brazil_from_the_perspective_of_environmental_history> Acesso em: setembro de 2014.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

_____. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

ESTEVES, F. A.; LEAL, J. J. F.; CALLISTO, M. **Comunidade Bentônica**. In: Esteves, F. A. Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

ETS – ENERGIA, TRANSPORTE E SANEAMENTO. **Monitoramento limnológico e da qualidade da água reservatório da UHE/Quebra-Queixo**, no estado de Santa Catarina – 2006-2009. Relatório apresentado à FATMA, 2009.

FAÇANHA, M. A., MAZZETO, S. A., CARIOCA, J. O.; BARROS, G. G, 2007, **Evaluation of antioxidant properties of a phosphorated cardanol compound on mineral oils (NH10 and NH20)**. Fuel, v. 86, p. 2416-2421.

FERNÁNDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. **Guia para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos**. Tucumán, Argentina: EudeT. 2001.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E A. Alelopatia: **Uma área emergente da Ecofisiologia**. R. Bras. Fisiol. Veg., 12 (Edição Especial), p.175-204, 2000.

FERREIRA, P. C.; ALMEIDA PIAI, K.; TAKAYANAGUI, A. M. M.; SEGURA-MUÑOZ, S.I. **Alumínio como fator de risco para a doença de Alzheimer**. Rev Latino-am Enfermagem, v. 16, n. 1, p. 2008. Disponível em: <file:///C:/Users/Gilzamaria/Downloads/16931-20178-1-PB.pdf> Acesso em: julho de 2014.

FERREIRA-PERUQUETTI, P. S.; DE MARCO JR., P. **Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais**, Brasil. Revta bras. Zool., vol. 19, n. 2, p. 317 - 327, 2002.

FERREIRA, WR.; PAIVA, LT; CALLISTO, M. **Development of a benthic multimetric index for biomonitoring of a neotropical watershed.** ***Brazilian Journal of Biology*** [online]. vol.71, n.1, pp. 15-25, 2011.

FONTELES Filho, A. A. 1989. **Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional**. Fortaleza: Imprensa Oficial de Ceará, 269 p.

FONTES, Andrea. **Impactos sobre o regime hidrológico**: alterações hidrológicas devido à presença de barramento. 2011. UFRB. Disponível em: <http://www.sicm.ba.gov.br/vs-arquivos/imagens/revista-pdf-3981.pdf> Acesso em: julho de 2014.

FONTOLAN, Conceição Aparecida. **Classificação Climática de Santa Catarina segundo Arthur Strahler**. 2012. Disponível em: < http://geoconceicao.blogspot.com.br/2012/05/classificacao-climatica-de-arthur.html> Acesso em janeiro de 2014.

FREITAS, M. B., BRILHANTE, O. M., ALMEIDA, L. M. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de**

Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 17, n.3, p. 651-660, 2001.

FREITAS, M. A. de; CAYE, B. R.; MACHADO, J. L. F. **Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do oeste do Estado de Santa Catarina - Projeto Oeste de Santa Catarina.** Porto Alegre: CPRM/SDM-SC/SDA-SC/EPAGRI. 2002.100 p.

FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA DO DESENVOLVIMENTO DO OESTE – FUNDESTE, 2010 - **Relatório Programa 12 – Produtividade Pesqueira e Qualidade do Pescado** – UHE Foz Do Chapecó

_____. 2013 - **Relatório Programa 12 – Produtividade Pesqueira e Qualidade do Pescado** – UHE Foz Do Chapecó

GAUTHIER-LIEVRE, L.; THOMAS, R. **Le genres Difflugia, Pentagonia, Maghrebia et Hoogenraadia (Rhizopodes Testacès) en Afrique. Archiv fur Protistenkunde**, v. 103, p. 1-370, 1958.

GÉRY, J. 1977. **Characoids of the World**. T.F.H. Publ., Neptune City, 672 p.

GLOYD, L. K.; WRIGHT, M. Odonata, **In: Freshwater biology**. p. 917-940. 2nd ed. Edmondson, W.T. (ed.). John Wiley & Sons, N.Y. 1248 pp. 1959.

GODOY, M. P. de. 1987. **Peixes do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, Editora da UFSC, Co-edição ELETROSUL e FURB. 571 p.

GOODYEAR, K. L.; MCNEILL, S. **Bioaccumulation of heavy metals by aquatic macro-invertebrates of different feeding guilds: a review**. The Science of the Total Environment, v. 229, p.1-19, 1999.

HAHN, N. S.; FUGI, R.; ALMEIDA, V. L. L.; RUSSO, M. R.; LOUREIRO, V. E. 1997. **Dieta e atividade alimentar de peixes do reservatório de Segredo**. In: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. (eds.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM: Nupélia, p. 141-162.

HAPPEY-WOOD, C. M. **Ecology of freshwater planktonic green algae**. In: Sandgren, C. D. (ed.). Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press, p. 175-226. 1988.

HARE, L. **Aquatic insects and trace metals: bioavailability, bioaccumulation and toxicology**. Critical Reviews in Toxicology, v. 22, p. 327-369, 1992.

HARE, L.; CAMPBELL, P.G.C. **Temporal variations of trace metals in aquatic insects**. Freshwater Biology, v. 27, p. 13-27, 1992.

HENRY, R; NOGUEIRA, M.G.A **Represa de Jurumirim (São Paulo): primeira síntese sobre o conhecimento limnológico**. In: Henry, R. (ed.) Ecologia

de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: Fundibio/Fapesp, p. 651 – 686, 1999.

HEMPEL, G. 1973. **On the use of ichthyoplankton surveys**. FAO Fisheries Techinical Paper, Rome, v. 122, p. 1-2.

HIDROWEB. **Dados Hidrológicos.** Brasília. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/> Acesso em: janeiro de 2014.

HUSZAR, V. L. M.; GIANI, A. **Amostragem da comunidade fitoplanctônica em águas continentais: reconhecimento de padrões espaciais e temporais**. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (Org.). Amostragem em limnologia. São Carlos: Rima, 2004. cap. 8, p. 133-147.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php#> Acesso em: fevereiro de 2014.

KER, J. C. **Latossolos do Brasil: Uma revisão**. Geonomos, v. 5, p. 17-40, 1997.

KERIMOGLU, O.; STRAILE, D.; PEETERS, F. **Role of phytoplankton cell size on the competition for nutrients and light in incompletely mixed systems**. Journal of Theoretical Biology, v. 300, p. 330–343, 2012.

KLEIN, R. M. **Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Flora Ilustrada Catarinense, Itajaí, 24 p. 1978.

KOBAYASHI, T.R.J. et al. **Freshwater zooplankton in the Hawkesbury-Nepean River: comparison of community structure with other rivers**. Hydrobiologia, v. 377, p. 133-145, 1998.

KOSTE, W. Rotatoria. **Die Rädertiere Mitteleuropas. Bestimmungswerk begründet von Max Voigt.** 2 vols. Borntraeger, Sttutgart, 1978.

KÖPPEN, W. & GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologie**. v. 1, Part C, Berlin: Gerbrüder Borntraeger. 1936.

KRUK, C.; HUSZAR, V. L. M.; PEETER, E. T. H. M.; BONILLA, S.; COSTA, L.; LÜRLING, M.; REYNOLDS, C. S.; SCHEFFER, M. **A morphological classification capturing functional variation in phytoplankton**. Freshwater Biology, v. 55, p. 614–627, 2010.

KÜIPER-GOODMAN, T.; FALCONER, I.R; FITZGERALD, D.J. Human health aspects. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Ed.) **Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management**. London: E & FN Spon, p. 114-153. 1999.

LACERDA, L. D. **Contaminação por mercúrio no brasil: fontes industriais vs garimpo de ouro**. Química Nova, v. 20, n. 2, p. 196-199, 1997.

LACERDA, L. D.; MALM, O. Mercury **Contamination in aquatic ecosystems: an analysis of the critical áreas**. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 175-190, 2008.

LANSAC-TÔHA, F. A. et al. **Estrutura da comunidade zooplanctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá-GO**. In: Henry, R. (ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: Fundibio/Fapesp. Cap. 12, p. 347-74, 1999.

_____. **Estrutura da comunidade zooplanctônica em reservatórios.** In: Rodrigues, L. et al. (Eds.). Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais. São Carlos: RIMA, p. 115-128, 2005.

_____. **Zooplankton in the upper Paraná river floodplain: richness, abundance and relationships with the hydrological level and the connectivity. In: Agostinho, A.A. et al. (Org.)**. Structure and Function of the Paraná River and its floodplain. Eduem, Maringá: p. 75-84, 2004.

LAPAD - LABORATÓRIO DE BIOLOGIA E CULTIVO DE PEIXES DE ÁGUA DOCE. **Relatório técnico parcial do monitoramento da ictiofauna do reservatório da UHE Itá.** Florianópolis, 2005 a. 118 p.

_____. **Relatório técnico final da ictiofauna UHE Quebra-Queixo.** Florianópolis, 2005 b.

LAYR, N.; REYES-MARCHANT, P. **The potamoplankton of the midlle Loire and the role of moving litoral in downstream transfer of algae and rotifers**. Hydrobiologia, v. 356, p. 33-52, 1997.

LIMA, W. P. **Relações hidrológicas los Matas Ciliares**. In: Henry, R. (Org). Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. 349 p. São Carlos: Ed. Rima., p.: 293-300, 2003.

LIMA, S., BATISTA, G. Impact of the reservoir of Paraibuna Hydroelectric Power Plant, SP, Brazil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, 5, dec. 2010. Available at: http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/485. Date accessed: 21 Sep. 2013.

LIND, O. T., TERREL, T. T; KIMMEL, B. L. **Problems in reservoir trophic-state classification and implications for reservoir management.** In: Straskraba, M.; Tundisi, J. G.; Ducan, A. (eds.). Comparative reservoir limnology and water quality management. Netherlands: Kluwer Academic Press, p. 57-67, 1993.

LOPES, R. M. et al. (1997). **Comunidade zooplanctônica do Reservatório de Segredo**. In: Agostinho, A. A.; Gomes L. C. (eds.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: Eduem. Cap. 3, p. 39-60.

LOUREIRO, Diego Dozzi Tezza, et al. **Estudo hidrossedimentológico e estimativa de vida útil do reservatório de Barra Bonita** – SP. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais.** João Pessoa, 2005. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/9dec323fd0383c207c2cb3556850cd43_ae76f143c0b9c102d9b6c85a9ab171e6.pdf> Acesso em: setembro de 2014.

LOURENÇO, M.H; IKEDA, A.K; MARTINS, R.M.S; ROCHA, N.M; SANTOS, C.L; SILVA, H.P. **Ocorrência de Eichhornia azurea (Sw.) Kunth e Eichhornia crassipes (Mart.) Solms em três pontos da baia do Malheiros, Cáceres-MT, alto Pantanal, Brasil**. IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômico do Pantanal, Corumbá, 2004.

LYNCH, T. R.; POPP, C. J.; JACOBI, G. Z. **Aquatic insects as environmental monitors of trace metal contamination: Red River, New Mexico**. Water, Air, & Soil Pollution, v. 42, p.19-31, 1988.

LUCENA, C. A. S. de e S. O. KULLANDER. **The Crenicichla (Teleostei: Cichlidae) species of the Uruguai River drainage in Brazil. Ichthyol.** Explor. Freshwaters, 3 (2) : 1992. 97 – 160.

MANSUR, M. C. D.; CALLIL, C. T.; CARDOSO, F. R.; IBARRA, J. A. A. **Uma retrospectiva e Mapeamento da Invasão de Espécies de Corbicula (Mollusca, Bivalvia, Veneroida, Corbiculidae) oriundas do Sudeste Asiático, na América do Sul.** In: Silva, J. S. V. de; Souza, R.C.C.L. (orgs). Água de Lastro e Bioinvasão. Cap. 5, p. 39-58. Rio de Janeiro: Interciência. 2004.

MANSUR, M. C. D.; SANTOS, C. P.; DARRIGAN, G.; HEYDRICH, I.; CALLIL, C. T.; CARDOSO, F. R. **Primeiros dados qualiquantitativos do mexilhão-dourado, Limnoperma fortunei (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente**. Rev. Bras. Biol., v. 20, n.1, p. 75-84. 2003.

MANSUR, M. C. D.; SHULTZ, C.; GARCES; C.; PARES, L.M.M. **Moluscos Bivalves de água doce: Identificação dos gêneros do Sul e Leste do Brasil**. Act. Biol. Leopol., n. 2, p. 181-202. 1987.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Escala Beaufort.** Disponível em: <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/refer/escala_beaufort.htm> Acesso em: junho de 2014.

MARTELLO, J. et. al. **Quantitative fidelity of Recent freshwater mollusk assemblages from the Touro Passo River, Rio Grande do Sul, Brazi**l. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, v. 96, n. 4, p.453-465, 2006.

MARTINS, S. L. **Sistemas para a transposição de Peixes**. 2004. 91p.

MATSUMURA-TUNDISI, T. **Latitudinal distribution of Calanoida copepods in freshwater aquatic systems of Brazil**. Revista Brasileira de Biologia, v. 46, p. 527-553, 1986.

MENEZES, N. A. 1987. **Três espécies novas de Oligosarcus Günther, 1864 e redefinição taxonômica das demais espécies do gênero (Osteichthyes, Teleostei, Characidae).** Bolm. Zool., Univ. S. Paulo, 11: 1 – 39.

MMA – MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE. **Programa de estruturação institucional para a consolidação da política nacional de recursos hídricos-BRA/OEA/01/002. (2005)**. Disponível em: <http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/docs/rh_uruguai/texto/Uruguai.pdf 2005>. Acesso em: 11 de agosto de 2008

MORAIS FILHO, M. B. de; SCHUBART, O. **Contribuição ao estudo do dourado (*Salminus maxillosus* Val.) do Rio Mogi Guassu (Pisces, Characidae). Ministério da Agricultura, Divisão de caça e Pesca.** São Paulo. 1955.

MORETTO, D. L.; PANTA, R. E.; COSTA, A. B.; LOBO, E. A. **Calibration of water quality index (WQI) based on Resolution nº 357/2005 of the Environment National Council (CONAMA)**. *Acta Limnol. Bras.*[online]. vol.24, n.1, pp. 29-42, 2012.

MOZETO, A. A. **Sedimentos e particulados lacustres: amostragem e analise biogeoquímica**. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (Org.). Amostragem em limnologia. São Carlos: Rima, 2004. cap. 8, p. 133-147.

MYSLINSKI, E.; GINSBURG, W. **Macro-invertebrates as indicators of pollution. Journal of the American Water Works Association**, v. 69, p. 538-544, 1977.

NAIMAN, R.J.; DÉCAMPS H.; POLLOCK., M. **The role of a riparian corridors in maintaining regional biodiversity**. Ecol. Appl. v. 3, n. 2, p.209-212. 1993.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. 2001. **Ovos e larvas de peixes de água doce**. Desenvolvimento e manual de identificação. Maringá: EDUEM.

NATIONAL SANITATION FOUNDATION - NSF. **Water Quality Index (WQI)**. Disponivel em: <http://www.nsf.org/consumer/earth_day/wqi.asp>. Acesso em: 05 de junho 2013.

NISTOR, C.; EMNÉUS, J.; GORTON, L.; CIUCU, A. **Improved stability and altered selectivity of tyrosinase based graphite electrodes for detection of phenolic compounds**. Anal. Chim. Acta, v. 387, p. 309-326, 1999.

NOGUEIRA, M. G. **Zooplankton composition dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir**

(Paranapanema River), São Paulo, Brasil. Hydrobiologia, Dordrecht, v. 455, p. 1-18, 2001.

NOGUEIRA, M. G.; JORCIN, A.; VIANNA, N. C.; BRITTO, Y. C. T. **Reservatórios em cascata e os efeitos na limnologia e organização das comunidades bióticas (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos) – um estudo de caso no rio Paranapanema (SP/PR)**. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, R.; JORCIN, A. (Eds.). Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. São Carlos: RiMa, 2005. p. 83-125.

OBERHAUS, L.; GELINAS, M.; PINEL-ALLOUL, B.; GHADOUANI; A.;.HUMBERT, J.F. **Grazing of two toxic Planktothrix species by Daphnia pulicaria: potential for bloom control and transfer of microcystins**. Journal of Plankton Research, v. 29, p. 827-838, 2007.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**, Ed 5°. São Paulo: Thompson Learning, 2007.

OLIVEIRA, A.; MORGAN, F.L.; MORENO, P.; CALLISTO, M. **Inventário da fauna de insetos aquáticos na estação Ambiental de Peti (CEMIG)**. In: Silveira, F. (eds.). Anais da ANEEL - Projeto Peti/UFMG. Belo Horizonte, EDUFMG, p. 25-30, 2005.

OLIVEIRA, R. D. de e NOGUEIRA, F. M. de B. 2000. **Characterization of the fishes and of subsistence fishing in the Pantanal of Mato Grosso.** Brazil. Revista Brasileira de Biologia, São Carlos, 60(3):435-445.

OLIVER, L. R.; MITROVIC, S. M.; REES, C. **Influence of salinity on light conditions and phytoplankton growth in a turbid river**. River Research and Applications, v. 26, p. 894–903, 2010.

ONS. Operador Nacional do Sistema. **Séries Históricas de Vazões - Séries de Vazões Médias Mensais Naturais.** Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ons.org.br/operacao/vazoes_naturais.aspx> Acesso em: janeiro de 2014.

ONS - Operador Nacional do Sistema. **Estimativa das Vazões Para Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional - SIN - Relatório Final - Metodologia e Resultados Consolidados.** Brasil, dezembro de 2005.

PADISÁK, J.; CROSSETTI, L.O.; NASELLI-FLORES, L. **Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with update**s. Hydrobiologia, v. 621, p. 1-19, 2009.

PANDOLFO, C., et al. **Atlas climatológico digital do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. CD-ROM.

PEREIRA, R. C. 2002 **Nécton marinho.** In: Soares Gomes, A. (org.) Biologia Marinha. Interciência, Rio de Janeiro. Cap. 9. 158-193p.

PÉREZ, G. R. **Guia para Estúdio de los Macroinverebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia**. Colombia: Presencia Ltda. 1988.

PIELOU, E. C. **The measurement of diversity in different types of biologicalk collection**. J. Theoret. Biol., v. 13, p. 131-144, 1966.

PIMENTEL, M. F. P.; LIMA, D. P.; MARTINS, L. B.; BEATRIZ, A.; SANTAELLA, S. T.; COSTA-LOTUFO, L. V. **Ecotoxicological analysis of cashew nut industry effluents, specifically two of its major phenolic components, cardol and cardanol. Panamjas**, v. 4, p. 363-368, 2009.

POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, P. **Macrófitas aquáticas e perifíton: aspectos ecológicos. O que é um rio?** In: Ciência & Ambiente. Gestão das Águas 21. Revista Ciência & Ambiente. Governo do Rio Grande do Sul. Julho/Dezembro 2000.

POMPEU, P. S.; AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M. 2012. **Existing and future challenges: the concept of successful fish passage in South America**. River Research and Applications, 28: 504–512

PONKA P. Iron **Metabolism: Physilogy and Pathophysiology**. The J Trace Elements. In Experimental Medicine, v. 13, p. 73-83. 2000

POOLE, G. C. **Stream hydrogeomorphology as a physical science basis for advances in stream ecology**. Journal of the North American Ben- thological Society, v. 29, n.1, p.12-25, 2010.

POTT, V. J.; POTT, A. **Plantas aquáticas do Pantanal**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2000.

REID, J. W. **Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda**. Boletim de Zoologia, v. 9, p. 17-143, 1985.

REIS, R. E.; C. WEBER; L. R. MALABARBA. 1990. **Review of the genus Hypostomus Lacépède, 1803 from Southern Brazil, with descriptions of three new species (Pisces, Siluriformes, Loricariidae)**. Revue Suisse Zool., 97 (3) : 729 – 766.

REYNOLDS, C. S.; DESCY, J. P. T**he production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. Arch**. Hydrobiol. Suppl., v. 113, p.161-187, 1996.

REYNOLDS, C. S. **Phytoplankton assemblages in reservoirs**. In: Tundisi, J.G.; Straškraba, M. (eds.). Theorical Reservoir Ecology and its applications. International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers, São Carlos, p. 439-456, 1999.

REYNOLDS, C. S.; HUSZAR, V.L.M.; KRUK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. **Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton**. Journal of Plankton Research, v. 4, p. 417-428, 2002.

RICHARDS, W. J. 1985. **Status of the indentification of the early life stages of fishes**. Bulletin of Marine Science, Miami, v 37, n 2, p 757 – 760

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza.** Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2003.

ROCHA, L. R. **Diagnóstico Geral das Bacias Hidrográficas do estado de Santa Catarina**– Secretaria do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SC. 1997.

RODRIGUES, L. C.; TRAIN, S.; BOVO-SCOMPARIN, V. M.; JATI, S.; BORSALLI, C. C. J.; **Marengoni. Interannual variability of phytoplankton in the main rivers of the upper Paraná River floodplain, Brazil: influence of upstream reservoirs.** Brazilian Journal of Biology, v. 69, n. 2, p. 51-516, 2009.

RODRIGUES, L. C.; TRAIN, S.; PIVATO, B. M.; BOVO, V. M.; BORGES, P. A. F.; JATI, S. **Assembléias fitoplanctônicas de 3 reservatórios do Estado do Paraná.** In: Rodrigues, L.; Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. (eds.). Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais. São Carlos: RIMA, p. 57-72, 2005.

ROGERS, M. A.; SIMON, D. G. **A preliminary study of dietary aluminium intake and risk of Alzheimer's disease**. Age Ageing, v. 28, n. 2, p.2205-2209. 1999

ROQUE, F.O., PAPINELLI, M., FRAGOSO, E.N., FERREIRA, W.A., BARILLARI, P.R., YOSHINAGA, M.Y., TRIVINHO-STRIXINO, S., FENERICH-VERANI, N.; LIMA, M.I.S. **Ecologia de macroinvertebrados, peixes e vegetação ripária de um córrego de primeira ordem em região de Cerrado, do estado de São Paulo (São Carlos, SP).** In: Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos. In: Henry, R. (org.).Editora Rima, São Paulo. p.: 313-338, 2003. 349 p.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993. 488 p.

ROSENBERG, D. M.; WIENS, A. P. **Community and species responses of Chironomidae (Diptera) to contamination of freshwaters by crude oil and petroleum products, with special reference to the trail river, Northwest Territories**. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, v. 33, p. 1955-1963, 1976.

ROUND, F. E. **Biologia das Algas.** 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois. 1983.

SALMASO, N.; NASELLI-FLORES, L.; PADISAK, J. Impairing **the largest and most productive forest on our planet: how do human activities impact phytoplankton?** Hydrobiologia, v. 698, n. 1, p. 375-384, 2012.

SAMPAIO, E. V. et al. **Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River, Brazil**. Braz. J. Biol., São Carlos, v. 62 n. 3, p. 525-545, 2002.

SANCHES, P. V; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C; LUIZ, E. A. **Flow regulation by dams affecting itch thy o plankton: the case of the Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. River Research and Applications, Chic ester**, v.22, n.5, p.555-565, 2006.

SANTA CATARINA. Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Estado de Santa Catarina - SDS-SC. **Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó - Etapas A, B e C - Relatório Final.** Santa Catarina, setembro de 2009.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS. Diretoria De Recursos Hídricos – DRHI. **Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó Diagnóstico e Prognóstico dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica.** Etapa A - Relatório Final. 295 pg. Setembro de 2009.

SANTA CATARINA – TURISMO. **Estâncias Termominerais**. Disponível em: <http://www.santacatarinaturismo.com.br/segmentos.php?id=35> Acesso em: maio de 2014.

SCHERWASS, A.; BERGFEL, T.; SCHÖL, A.; WEITERE, M.; ARNDT, H. **Changes in the plankton community along the length of the River Rhine: Lagrangian sampling during a spring situation.** Journal of Plankton Research, v. 32, n. 4, p. 491–502, 2010.

SCHWARZBOLD, A. **O que é um rio? In: Ciência & Ambiente. Gestão das Águas 21**. Revista Ciência & Ambiente. Governo do Rio Grande do Sul. Julho/Dezembro 2000.

SEGERS, H. The Lecanidae (Monogononta). In: Nogrady T.; Dumont H. (eds.). Rotifera **2. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 6**. SPB Academic Publishing, The Hague: p. 1-226, 1995.

SENDACZ, S. et al. **Limnologia de reservatórios do sudeste do Estado de São Paulo, Brasil. VIII.** Zooplâncton. Boletim do Instituto de Pesca, v. 12, p. 187-207, 1985.

SERAFIM-JUNIOR, M. **Efeitos do represamento em um trecho do rio Iguaçu sobre a estrutura e dinâmica da comunidade zooplanctônica**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.

SHAFER, A. **Fundamentos da ecologia e biogeografia das águas continentais**. Porto Alegre-RS. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 532p. 1985.

SHANNON, C. E.; WEAVER, E. W. **The mathematical theory of communication**. Illinois University Press, Urbana, 1963.

SILVA, Pedro José da. **Usinas Hidrelétricas do século XXI**: empreendimentos com restrição à hidroeletricidade. Disponível em: <http://www.brasilengenharia.com/portal/artigos/8781-usinas-hidreletricas-do-seculo-21-empreendimentos-com-restricoes-a-hidroeletricidade> Acesso em: setembro de 2014.

SIMÕES, L. B. A **importância das matas ripárias no controle da poluição difusa**. In: Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos. In: Henry, R. (org.). Editora Rima, São Paulo. p.: 339-349, 2003. 349p.

SIOLI, H. **Introdução ao Simpósio Internacional sobre grandes rios latino-americanos.** Volume sobre grandes rios sul-americanos. Interciência, v. 15, n. 6, p. 331-333, 1990.

SMIRNOV, N. N. **The Macrothricidae of the world. The Hague: The Netherlands: SPB Academics. Guides to the identification of the macroinvertebrates of the continental waters of the world**, v. 1, 42p. 1992.

SOROKOVIKOVA, L. M.; POPOVSKAYA, G. M.; BELYKN, O. I.; TOMBERG, I. V.; MAKSIMENKO, S. Y.; BASHENKHAEVA, N. V.; IVANOV, V. G.; ZEMSKAYA, T. I. **Plankton composition and water chemistry in the mixing zone of the Selenga River with Lake Baikal**. Hydrobiologia, v. 695, n. 1, p. 329-341, 2012.

SOUZA-FRANCO, G. M., ANDRIAN, I. F.; FRANCO, R. M. **Comunidade de insetos aquáticos associados à Eichhornia azurea (Schwartz) Kunth, em uma lagoa de várzea na planície de inundação do alto Rio Paraná, Estado do Mato Grosso do Sul**. Biológico, v. 71, n. 1, p. 83-91, 2009.

SOUZA-FRANCO, G. M.; TAKEDA, A. M. **Invertebrates associated with Paspalum repens (Poaceae) at the mouth of Caracu stream (1991-1992), affluent of the Paraná River, Porto Rico–PR – Brazil**. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 43, n. 3, p. 317-325, 2000.

_____. **Larvae of Odonata associated with Eichhornia azurea, in three channels in the flood plain of the upper Paraná river, Brazil.** Acta Ambiental Catarinense, v. 1, n. 1, p. 87-98, 2002a.

_____. **Spatio-temporal variation of Odonata larvae associated with macrophytes in two flood plain lakes from the upper Paraná River, Brazil**. Acta Scientiarium, v. 24, n. 2, p. 345-351, 2002b.

STATSOFT, Inc. **STATISTICA (data analysis software system),** version 6.0, 2001. www.statsoft.com

STEINBLUMS, I. J.; FROEHLICH, H.A.; LYONS, J.K. **Designing stable buffer strips for stream protection. Jour**. Forestry, v. 82, n. 1, p. 49-52. 1984.

STRASKRABA, M. **Limnological particularities of multiple reservoir series**. Arch. Hydrobiol. Beith Ergebn. Limnol., vol. 33, p: 677-678, 1990.

STRAŠKRABA, M., TUNDISI J. G. **Reservoir Ecosystem Functioning: Theory and Application. In: Tundisi, J.; Straškraba, M. (eds.). Theorical Reservoir Ecology and its Applications.** International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers, São Carlos, p. 565-597. 1999.

STRAHLER, A. M. **Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography**. Geological Society of America Bulletin, v. 63, p.1117-1142, 1952.

_____. **Physical Geography**. New York, London, Sydney, Toronto. John Wiley and sons, Inc. 3ª edição. 1969.

STRAYER, D. L. **The ecology of freshwater mollusks.** Nature, v. 406, p.126-126, 2000.

SUN, J.; LIU, D. **Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton**. Journal of Plankton Research, v. 25, n. 2, p. 1331-1346, 2003.

SUZUKI, H. I.; AGOSTINHO, A. A. 1997. **Reprodução de peixes do reservatório de Segredo.** In: Agostinho, A.A.; Gomes, L.C. (eds.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: EDUEM: Nupélia, p. 163-182.

TEODORO, Valter Luiz Iost. et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, Araraquara, v 11, n. 20, p. 137-155, jan./jun. 2007. Disponível em: <http://www.uniara.com.br/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11.pdf> Acesso em: janeiro de 2014.

TERNUS, R. et al. **Influence of urbanisation on water quality in the basin of the upper Uruguay River in western Santa Catarina, Brazil**. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 23, n. 2, p.189-199, 2011.

THEMAG ENGENHARIA LTDA (1998). **Usina Hidrelétrica de Lajeado, Projeto Básico Ambiental, Conservação da Fauna de Peixes**, relatório n 6156-01-830- RT-0034-A4-R00. São Paulo.

THOMAZ, S. M. **Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 20, p. 21-33, 2002.

_____. **Fatores que afetam a distribuição e desenvolvimento de macrófitas aquáticas em reservatórios: uma análise em diferentes escalas. In: Nogueira, M.G.; Henry, R.; Jorcin, A. Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata**. 2. ed. São Carlos: Rima, 459 p. 2006.

THOMAZ, S.; ESTEVES, F.A. **Comunidade de macrófitas aquáticas. In: Esteves, F.A. Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

THORP, J.P.; CLASPER, A.F. **Importance of biotic interations in large rivers: na experiment with planktivorus fish, dreissened mussels and zooplankton in the St Lawrence river**. River Researches and Applications, v. 19, v. 265-279, 2003.

TREVISAN, M.T.S.; PFUNDSTEIN, B.; HAUBNER, R.; WURTELE, G.; SPIEGEDHALDER, B.; BARTSCH, H.; OWEN, R.W. **Characterization of alkyl phenols in cashew (Anacardium occidentale) products and assay of their antioxidant capacity**. Food Chem. Toxicol., v. 44, p. 188-197, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Apliação**. 3ª ed., primeira reimpressão. Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH, 2004.

TUNDISI, J. G. **Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: Henry, R. (Org.). Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu**: Fapesp/Fundibio, p.:19-38, 1999.

TUNDISI, J. G.; BARBOSA, F. A. R., **Conservation of aquatic ecosystems: present status and perspectives. In: Limnology in Brazil.** Tundisi, J.G.; Bicudo, C.E.M.; Matsumura-Tundisi, T. (ed.), pp. 365-376, Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Ciências/Sociedade Brasileira de Limnologia. 1995.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. M. **Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. Biota Neotropical**., v. 10, n. 4, p. 67-76, 2010.

_____. **Limnologia.** São Paulo. Oficina de textos. 2008.

UFRGS – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Impacto Ambiental no Aquífero Guarani**. 2010. Disponível em: <http://www.passeiweb.com/estudos/sala_de_aula/geografia/brasil_aquifero_4> Acesso em: maio de 2014.

ULRICH, T. D.; FRANCO, R. M.; DAL MAGRO, J.; MANSUR, M. C. D.; SOUZA FRANCO, G. M. **Ocorrência e distribuição de Bivalvia (Mollusca) no rio Irani**, Santa Catarina, Brasil. Em preparação.

USINAS HIDRELÉTRICAS (Manual de Projetos). Disponível em: <http://www.eng.uerj.br/~luciene/hidraulica_aplicada/usinas_hidreletricas.pdf> Acesso em: setembro de 2014.

UTERMÖHL, H. **Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodic. Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte**. Limnologie, v. 9, p. 1-38, 1958.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C.E., **The River Continuum Concept**. Can. J. Fish. Aquat. Sci., vol. 37 p:130-137, 1980.

VAZZOLER, A. E. 1996. **Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática.** SBI / UEM, 169 p.

VAZZOLER, A. E. M.; SUZUKI, H. I.; MARQUES, E. E.; LIZAMA, M. A. P. 1997. **Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução**. In: Vazzoler A. E. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (eds.) A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos, Maringá: EDUEM: Núpelia, p. 249-265.

VEERESH, G. S.; KUMAR, P.; MEHROTA, I. **Treatment of phenol and cresols in upflowanaerobic sludge blanket (UASB) process: a review. Water Res**., v. 39, p.154-170, 2005.

VELHO, L. F. M. et al. **Distribuição longitudinal da comunidade zooplanctônica em reservatórios. In: Rodrigues, L. et al. (eds.). Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos: RIMA, p. 129-140, 2005.

_____. **Spatial and temporal variation in densities of testate amoebae in the plankton on the Upper Paraná River floodplain, Brazil**. Hydrobiologia, Dordrecht, v. 411, p. 103-113, 1999.

VELHO, L. F. M.; LANSACTOHA, F. A. **Testate amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the high Parana river floodplain, state of Mato Grosso do Sul, Brazil.** 2. Family Difflugidae. Studies on Neotropical Fauna and Environment, v. 31, p. 179-192, 1996.

VILELLA, F. S.; BECKER, F. G.; HARTZ, S. M. 2002. **Diet of Astyanax species (Teleostei, Characidae) in an AtlanticForestRiver in Southern Brazil**. Braz. Arch. Biol. Technol., vol. 45, n. 2, p. 223-232.

VUCETICH, M.C. **Estudio de tecamebianos argentinos, en especial los del dominio pampasico**. Rev. Mus. la Plata, sér. Zool., v. 11, n. 108, p. 287-332, 1973.

WALKER, G.W.; PAN, Y. **Using diatom assemblages to assess urban streamconditions**. Hydrobiologia, v. 561, p. 179-189, 2006.

WILLIAMS, J. G. 1995. **Fish Passage Problems in Columbia River, USA, and Tributaries, Proceedings of the International Symposium on Fishways 95.** October, Gifu, Japão.

WORLD COMMISSION ON DAMS (WCD).Dams and development: a new frameworkfor decision-making. **The report of the World Commission on Dams**. London;Sterling: EarthscanPublishing, 2000. 404 p.,ill

WU, N.; SCHMALZ, B.; FOHRER, N. **Distribution of phytoplankton in a German lowland river in relation to environmental factors**. Journal of Plankton Research, v. 33, n. 5, p. 807–820, 2011.

ZAGATTO, P.A et al. **Aperfeiçoamento de um índice de qualidade de águas**. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 11, n. 2, p. 111-126, 1999.

ZANIBONI, E. 2000. UHE de ITÁ. **Monitoramento e manejo da ictiofauna**. Florianópolis. Relatório. UFSC, Gerasul. 183 p.

ZANIBONI-FILHO, E.; MEURER, S.; NUÑER, A. P. O. 2000. **Monitoramento e manejo da ictiofauna do alto rio Uruguai - Espécies migradoras**. Relatório final. Gerasul. Florianópolis, SC.

ZANIBONI-FILHO, E.; SCHULZ, U. H. 2003. **Migratory fishes of Uruguay river.** In: Carosfeld, J.; Harvey, B.; Ross, C.; Baer, A. (Eds.) Migratory fishes of the South América: Biology, fisheries and conservation status. Ottawa. IDRC. World Bank. World Fisheries Trust. p. 157 – 194.

ZANIBONI-FILHO, E. ;MEURER, SAMIRA ; SCHIBATTA, OSCAR AKIO ; NUÑER, ALEX PIRES DE OLIVEIRA . **Catálogo ilustrado de peixes do alto Rio Uruguai**. Florianópolis, SC: Editora da UFSC, 2004. 128 p.

TERBRAAK, C. J. F. 1986. **Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis.** Ecology, 67:1167-1179.

TERBRAAK, C. J. F. 1987. **The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis.** Vegetatio, 64:69-77.

WEITHMAN, A. S.; HAAS, M. A. 1982. **Socio-economic value of the trout fishery in lake Taneycomo, Missouri.** Transactionofthe American Fisheries Society, 111:223-230.

Socioeconomia

ABRAMOVAY, R; SILVESTRO, M. L; CORTINA, N; BALDISSERA, I.T; FERRARI, D. L; TESTA, V.M. **Juventude e agricultura familiar: desafio dos novos padrões sucessórios.** Brasilia: Edições Unesco, 1998, 2ª ed.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br>. Acesso em: novembro de 2013.

ALBA, Rosa S. **Espaço urbano: os agentes da produção em Chapecó**. Chapecó: Argos, 2002.

ALMEIDA, Mauro. **Quem são os povos da floresta?**. Cadernos SBPC 30. Povos da Floresta: Cobertura jornalística feita a partir de conferências e mesas-redondas apresentadas na 59 Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). 2007.

ARRUDA, Rinaldo. **Populações Tradicionais e a proteção de recursos naturais em Unidades de Conservação**. In: Ambiente & Sociedade, ano II, n 5, 1999.

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO OESTE CATARINENSE. Disponível: <http://www.amosc.org.br/home>. Acesso em: janeiro de 2014

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES FERROVIÁRIOS. Disponível em: <http://www.antf.org.br>. Acesso em: novembro de 2013.

BARÉA, NMM dos S.; MIORIN, Vera Maria Favila. **Produção rural: redes que atuam na configuração territorial do Oeste Catarinense**. São Paulo, 2009.

BARON, Sadi; RENK, Arlene. UHE Foz do Chapecó: estratégias dos agentes envolvidos e o desenvolvimento regional. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, 2012.

BARROS, Karina Fabíola Glins, NEU, Vania, ROCHA, Cinthia Creatini. **Etnoconhecimento Utilizado pelos Indios Kaingang da Região Sul do Brasil.** Anais do 9º Seminário Anual de Iniciação Cientifica, 2011.

BIESDORF, Marta & AMADOR, Milton C. P. **A agricultura moderna em Ipumirim (1970-1980)**. Artigo publicado em Cadernos do CEOM – Ano 22, n° 31 – Espaço de memória: abordagens e práticas. 2008.

BOAMAR, P. F. DE AZAMBUJA. **A História e as Estratégias Empresariais dos Empreendimentos Hidrelétricos na Bacia do Rio Uruguai**. Florianópolis: Ed. Insular. 2002.

BOURDIEU, P. **O campo econômico: dimensão simbólica da dominação**. Campinas: Papirus, 2000.

BRIGHENTI, Clóvis Antônio. **Estrangeiros na própria terra: presença Guarani e Estados Nacionais.** Chapecó: ARGOS: Ed. Da UFSC, 2010.

CABRAL, Josélia Fontenele Batista. **Olhares sobre a Realidade do Ribeirinho: Uma contribuição ao tema**. Artigo apresentado como pré-requisito parcial à aprovação na disciplina de Populações Tradicionais, ministrada pelo Prof. Josué da Costa Silva. Publicado em Presença Revista de Educação, Cultura e Meio Ambiente – maio N° 24, vol VI, 2002.

CERBASI, Gustavo P. **Como construir cenários macroeconômicos**. Disponível em: <http://www.cavalcanteassociados.com.br/>. Acesso em: agosto de 2014

CLICK RBS. Disponível em: http://wp.clicrbs.com.br/chapeco/2012/08/24/a-descobrir-o-grande-oeste-e-cheio-de-surpresas. Acesso em : abril de 2014.

COMIM, Flavio. **A construção de indicadores amplos IDH ou as Metas do Milênio**, Revista online COMCIENCIA nº 96, publicado em 10/03/2008. SBPC. Entrevista: Flávio Comim por Luiz Paulo Juttel. Disponível em: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=33&tipo=entrevista>. Acesso em: agosto de 2014.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. Disponível: <http://www.casan.com.br/#0> Acesso em: janeiro de 2014.

COSTA, Reginaldo Vieira da. **Percepção ambiental de pescadores do rio Teles Pires em Alta Floresta-MT: Um diálogo com a educação ambiental**. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais, 112 p. Cáceres: UNEMAT, 2009.

CRUZ, Jussara Cabral. **Agronegócio e o uso dos recursos Hídricos**. Revista online Holambra a Voz do Produtor. CMDR. Publicado em 01/01/2014. Disponível em: <http://cmdrholambra.wordpress.com/2014/01/01/agua-agronegocio-e-o-uso-dos-recursos-hidricos/>. Acesso em: agosto de 2014.

CUNHA, Manoela Carneiro da; ALMEIDA, Mauro W. B. **Populações Tradicionais e Conservação Ambiental.** In: CAPOBIANCO, João Paulo Ribeiro et al. Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios. São Paulo, Estação Liberdade: Instituto Socioambiental, 2001.

DARELLA, Maria Dorothea Post. **Ore Roipota Yvy Porã**. Territorialização Guarani no litoral de Santa Catarina. Tese (Doutorado em Antropologia) apresentada ao PPG em Antropologia Social da Pontifícia Universidade de São Paulo. PUC/SP, 2004.

DIEGUES, Antônio Carlos. Aspectos sócio-culturais e políticos do uso da água. **MMA, Plano Nacional de Recursos Hídricos. Disponível: http://www. usp. br/nupaub/agua. pdf. Acesso em**, v. 10, n. 12, p. 2008, 2005.

DILLEHAY, Tom D. Profiles in Pleistocene History. In: SILVERMAN, H. e ISBELL, W. H. **Handbook of South American Archaeology**. New York: Springer, 2008.

DIOCESE CHAPECÓ. Disponível em: http://www.diocesechapeco.org.br/2011. Acesso: Abril de 2014.

EPAGRI. Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br> Acesso em: 26 de setembro de 2013.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2022**. Brasília. MME/EPE, 2013.

_____. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília. MME/EPE, 2007.

FAESC. Disponível em: <http://www.faesc.com.br> Acesso em: 02 de outubro de 2013.

FAESC. Disponível em: <http://www.faesc.com.br/portal/faesc/portal.php> Acesso em: 03 de outubro de 2013.

FARIAS, D. S. E.; KNEIP. A. **Panorama Arqueológico de Santa Catarina**. Palhoça: E. Unisul, 2010. 306 p.

FELLENBERG, G. **Introdução aos problemas da poluição ambiental**. São Paulo: Springer,1980.

FEPESE. Disponível em: <http://www2.fepese.org.br/portaldeeconomia-sc/index.php?c=economia> Acesso em: 8 de outubro de 2013.

FIESC. Disponível em: <http://www2.fiescnet.com.br/web/pt/site_topo/pei/info/alimentar-e-bebidas> Acesso em: 16 de outubro de 2013.

FILHO, Altino Ventura. **Energia Elétrica no Brasil: Contexto Atual e Perspectivas.** In: Revista Interesse Nacional. Ed. 21, ano 06, 2013

FOGOLARI, Everson Paulo; BRUHNS, Katianne. **Projeto Educação Patrimonial do Sítio Arqueológico Ponta das Almas - Lagoa da Conceição - Florianópolis/SC.** 2005.

FREITAS, M. A; CAYE, B. R; MACHADO, J. L. F; ANTUNES R. B; JUNIOR G. X. M. **Água Subterrânea: Um recurso vital para o Oeste Catarinense**. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.

FUNAI – FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. **Relatório do GT Terra Indígena Guarani de Araçaí/2001**.

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. Disponível em: <www.palmares.gov.br>. Acesso em: novembro de 2013.

G1.GLOBO.COM. VERÃO SANTA CATARINA. Disponível em: http://g1.globo.com/sc/santa-catarina/verao/2013/noticia/2013/01/cascata-smanella-e-opcao-para-quem-visita-oeste-catarinense.html. Acesso em: ABRIL DE 2014.

GARCEZ, Danielle Sequeira; SÁNCHEZ-BOTERO, JORGE IVÁN. Comunidades de pescadores artesanais no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Atlântica**, v. 27, n. 1, p. 17-29, 2005.

GOULART, Marilandi (Coord.). **Projeto Salvamento Arqueológico Uruguai: Barragem Itá.** Florianópolis: ELETROSUL, Universidade do Vale do Itajaí. 1997. 5 Volumes.

HAVERROTH, Moacir. **Kaingang um Estudo Etnobotânico – O Uso e a Classificação das Plantas na Área Indígena Xapecó (Oeste de Santa Catarina).** Dissertação de Mestrado submetida ao PPG em Antropologia Social – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, junho de 1997.

HOELTZ, S. E. **Tecnologia Lítica: uma proposta de leitura para a compreensão das indústrias do Rio Grande do Sul, Brasil, em tempos remotos**. Tese de Doutorado. Porto Alegre: Pontífica Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010: dados preliminares.** Brasília, 2010. Disponível: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php> Acesso em: novembro, dezembro de 2013 e janeiro de 2014.

INCRA. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/>. Acesso em: novembro de 2013.

IPHAN. Disponível em: < www.iphan.gov.br>. Acesso em: novembro de 2013.

JACOBUS, André Luiz. Alimentos usados pelo homem pré-histórico. In.: SCHMITZ, Pedro Inácio. Pré-história do Rio Grande do Sul. **Documentos 05**. São Leopoldo, Instituto Anchietano de Pesquisas, 1991.

KERN, Arno (org.). **Arqueologia pré-histórica do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1991.

LEITE, Sergio. Impactos regionais da reforma agrária no Brasil: aspectos políticos, econômicos e sociais. **Reforma agrária e desenvolvimento sustentável. Brasília: Paralelo**, v. 21, 2000.

LISBOA, Teresa Kleba. **A luta dos sem terra no oeste catarinense**. Editora da UFSC, 1988.

MAB – MOVIMENTO DOS ATINGIDOS POR BARRAGENS. Disponível em: http://www.mabnacional.org.br. Acesso em: maio de 2014.

MAPA INTERATIVO DE SANTA CATARINA. Disponível em: http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br. Acesso em: novembro de 2013.

MARX, K. **A ideologia alemã**. São Paulo: Hucitec, 1979a.

MATIAS, Fátima Elizabete dos Reis. **Utilização de exaustores eólicos como fonte geradora de energia elétrica**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, 2013.

MELIÀ, Bartomeu. A Experiência Religiosa Guarani. In: MARZAL, Manuel M. **O Rosto Índio de Deus.** Petrópolis: Vozes, 1988. P.293-357. (Col. Teologia da Libertação, série VII, v.1).

_____. A Experiência Religiosa Guarani. In: **O Rosto Índio de Deus.** Tomo I. Série VII. Desafios da Religião. São Paulo: Vozes, 1989. Tradução Jaime A Clasem. p. 293-347.

MELLO, M. A. **Transformações sociais recentes no espaço rural do oeste de Santa Catarina: migração, sucessão e celibato**. Grupo de Pesquisa: Agricultura Familiar. Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Fortaleza CE, Julho de 2006.

MENTZ RIBEIRO, Pedro Augusto. A Tradição Ceramista Tupiguarani no sul do Brasil. In.: PROUS, André e LIMA, Tânia A. **Os ceramistas Tupiguarani.** Volume 1 – Sínteses Regionais. Belo Horizonte: Sigma, 2008.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Assessoria de Gestão Estratégica. **Projeções do Agronegócio**. 3ª edição. Ano 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/PROJECOES-web.pdf> Acesso em: dezembro de 2014.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <http://www.mec.gov.br/> Acesso em: janeiro de 2014.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/> Acesso em: janeiro de 2014.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/>. Acesso em: julho de 2014.

MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/>. Acesso em: maio de 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/plano-nacional-de-recursos-hidricos>. Acesso: Julho de 2014

MORAES, Sérgio Cardoso de. **Colônias de pescadores e a luta pela cidadania.** Trabalho apresentado ao X Congresso Brasileiro de Sociologia, Fortaleza. 2001.

MST – MOVIMENTO DOS SEM TERRA. Disponível em: <http://www.mst.org.br>. Acesso em: maio de 2014.

OLIVEIRA, Diogo de. **Arandu Nhembo'ea: Cosmologia, Agricultura e Xamanismo entre os Guarani – Chiripá no Litoral de Santa Catarina.** Dissertação de Mestrado submetida ao PPG em Antropologia Social – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 2011.

PAIM, E. A. Aspectos da Constituição Histórica da Região Oeste de Santa Catarina. In: **Seculum – Revista de História.** João Pessoa, 2006. p. 121-138.

PIAZZA, Walter. As grutas de São Joaquim e Urubici (Notas de pesquisa). **Revista do Instituto de Antropologia**, vol. 1. Florianópolis, UFSC, 1966.

PORTO BORGES, Paulo Humberto. **Ymã, Ano Mil e Quinhentos: Relatos e Memórias Indígenas Sobre a Conquista**. Campinas: Mercado de Letras. Cascavel: Unipar, 2000.

_____. **Povos Indígenas no Brasil, 1991-1995**. Carlos Alberto Ricardo (ed.). São Paulo: Instituto Sócio-Ambiental, 1996.

_____. **Povos Indígenas no Brasil, 1996-2000**. Carlos Alberto Ricardo (ed.). São Paulo: Instituto Sócio-Ambiental, 2000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO DOMINGOS. Disponível em: http://www.saodomingos.sc.gov.br. Acesso: Abril de 2014.

PRESIDENCIA DA REPÚBLICA CASA CIVIL – Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: janeiro de 2014.

_____. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto n° 6040, de 07 de Fevereiro de 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm> Acesso: fevereiro de 2014.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/arquivos/RDH2014es.pdf>. Acesso em: agosto de 2014.

PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO – PAC 2. Disponível em: http://www.pac.gov.br/. Acesso: Novembro de 2013

PROJETO CHAPECÓ 2030. Disponível em: <http://projetochapeco2030.com.br>. Acesso em: setembro de 2014.

PROUS, André. **Pré-História Brasileira.** Brasília: Ed. Universidade de Brasília. 1992.

RADIN, J. C. **Italianos e Ítalo-Brasileiros na Colonização do Oeste Catarinense.** – Joaçaba: UNOESC, 2001.

RAMMÉ, Juliana. **Desenvolvimento municipal: análise populacional da mesorregião do oeste catarinense**. Revista Estudos do CEPE, Santa Cruz do Sul, n° 34, p.241-262, jul/dez.2011.

REIS, Maria José. **O Movimento dos Atingidos por Barragens: atores, estratégias de luta e conquistas**. Florianópolis: UFSC/UNIVALI, 2001.

_____. **Problemática arqueológica das estruturas subterrâneas do Planalto Catarinense.** USP/São Paulo, Tese de Doutorado, 1980.

RICARDO RIBAS FOTOGRAFIA. Disponível em: http://ricardoribas.photoshelter.com. Acesso: Abril de 2014.

ROHR, João Alfredo. Sítios arqueológicos de Santa Catarina. **Anais do Museu de Antropologia da UFSC**, 17. Florianópolis, 1984.

ROSA, Wedmo Teixeira. **A Influência da Religiosidade Popular e da Igreja Católica na Formação e (Re)Organização Espacial das Cidades no Recôncavo Sul da Bahia: o Caso de Milagres.** CIENTEC · Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE - Recife PE, Ano II, Nº 1 · Fevereiro/2010.

SECRETARIA DE ESTADO DA FAZENDA – SEF. Disponível em: <http://www.sef.sc.gov.br/servicos-orientacoes/cae> Acesso em: 22 de outubro de 2013.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA – SENAR. Disponível em: <http://www.senar.com.br/portal/senar/portal.php>. Acesso em: novembro de 2013.

SECRETARIA DO ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc>. Acesso em: julho de 2014.

SCIENTIA CONSULTORIA CIENTÍFICA**. Projeto de Arqueologia Preventiva na UHE Foz do Chapecó – SC/RS. Relatório 7 – Levantamento Arqueológico da Área de Inundação do Reservatório.** 2005 – 2006.

SCHMITZ, P. I. **Pré-história do Rio Grande do Sul. Documento 05**. São Leopoldo, Instituto Anchietano de Pesquisas, 1991.

SCHMITZ, P. I.; BASILE BECKER, I. I.; LA SÁLVIA, F.; LAZZAROTTO, D. & MENTZ RIBEIRO, P. A. Pesquisas sobre a tradição Taquara no Nordeste do Rio Grande do Sul. Arqueologia do Rio Grande do Sul, Brasil. **Documentos 02**, 1988.

SCHMITZ, P. I.; CARBONERA, M. **Antes do Oeste Catarinense. Arqueologia dos povos indígenas.** Chapecó: Argos, 2011. 364 p.

SILVA, Josué da Costa e SOUZA FILHO, Theóphilo Alves de. **O viver ribeirinho**. In: **Nos Banzeiros do Rio: Ação Interdisciplinar em busca da sustentabilidade em Comunidades Ribeirinhas da Amazônia**. Porto Velho/RO: EDUFRO, 2002.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA – SIDRA. Disponível em: < http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: novembro de 2013.

SOARES, André Luis R. e NOELLI, Francisco. S. **Para uma História das epidemias entre os Guarani.** Revista Diálogos, Maringá, v. 01, 1997.

TESTA, V. M. **O desenvolvimento sustentável do oeste catarinense**. Florianópolis: EPAGRI, 1996.

VITORINO, J.,BENATO H. **Cooperativismo: encontros e desencontros**. São Paulo : IAC, 1994.

WORLD COMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED) (1987). **Our common future (Relatório Brundtland)**. Nova York, Oxford University Press.