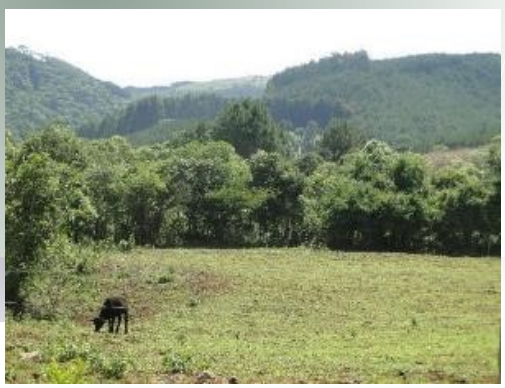
Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó - Trecho Alto Rio Chapecó







Volume 1 de 5

TERRA AMBIENTAL
Consultoria em Meio Ambiente Ltda.
Rua Hermes Zapelini, 437 - CEP.: 88110-050
Barreiros - São José / SC
Fone: (48) 3244-1502
E-mail: terra@terraambiental.com.br
www.terraambiental.com.br

Março/2020

APRESENTAÇÃO

O presente documento reúne os resultados da Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do alto rio Chapecó, trecho da nascente até a casa de força da PCH Rondinha, dado que a jusante deste trecho já há AIBHs aprovadas pelo IMA, e sendo realizadas revisões da AIBH do Médio Chapecó. O rio Chapecó é um dos principais afluentes da margem direita do rio Uruguai, situado no oeste do Estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil, e sua bacia na totalidade abrange aproximadamente as seguintes coordenadas: 51º26' W a 53º00' W e 26º46' S a 27º05' S.

O referido curso d'água faz parte da sub-bacia 73 (Código ANA – Agência Nacional de Águas). Sua nascente situa-se na Serra do Chapecó. Em sua extensão (trecho de estudo até a casa de força da PCH Rondinha), o rio Chapecó atravessa os seguintes Municípios: Macieira, Água Doce, Passos Maia e Vargeão.

Este presente estudo visa atender o TR - Termo de Referência da bacia hidrográfica do Rio Chapecó, o qual baseou-se no modelo contido em anexo à Portaria FATMA n° 068/2014 de 14/05/2014, bem como atender as diretrizes ao Termo de Referência contidas no anexo único do Decreto Estadual n° 365 de 10/09/2015.

Na data de 22/04/2019 foi protocolado junto ao IMA-SC o ofício TA-014-2019 com proposição do trecho de estudo, com aprovação do IMA-SC através da Informação Técnica nº 82/2019/GELRH. Na data de 30/10/2019 protocolou-se o TR - Termo de Referência para fins de avaliação ambiental integrada contemplando a região aprovada no ofício do IMA-SC supracitado do alto Chapecó, com limite na casa de força da PCH Rondinha, o qual teve aprovação através Ofício DIRA/GELOP nº 3496 de 20 de dezembro de 2019 e Informação Técnica nº 91/2019/GELRH do IMA-SC (Anexo 1).

Destaca-se que o rio Chapecó, no trecho de estudo da nascente até a casa de força da PCH Rondinha, possui atualmente 06 PCHs já implantadas integralmente em sua calha principal, e 02 CGHs em afluentes. Além destes, há duas PCHs, entre estas já implantadas, que tem seus Projetos Básicos aprovados junto a ANEEL, os quais já deram entrada no licenciamento ambiental junto ao IMA-SC.

A lista a seguir apresenta os AHEs de montante para jusante:

1. CGH Tonet – rio da Roseira, afluente do rio Chapecó – implantada e em operação;
2. PCH Contestado – rio Chapecó – implantada e em operação;
3. PCH Coronel Araújo – rio Chapecó – implantada e em operação;
4. PCH das Pedras – rio Chapecó – implantada e em operação;
5. PCH Salto Santo Antônio – rio Chapecó – implantada e em operação;
6. PCH Amparo – rio Chapecó – Projeto Básico aprovado pela ANEEL e estudos ambientais protocolados no IMA-SC;
7. PCH Victor Baptista Adami (antiga Passos Maia) – rio Chapecó – implantada e em operação;
8. PCH Goiabeiras – rio Chapecó – Projeto Básico aprovado pela ANEEL e estudos ambientais protocolados no IMA-SC;
9. CGH Taborda – rio Taborda, afluente do rio Chapecó – implantada e em operação;
10. PCH Rondinha – rio Chapecó – implantada e em operação;

Visando atender às orientações metodológicas presentes nos termos de referência supracitados, este documento consolida as seguintes etapas de estudo: i) Caracterização Socioambiental da Bacia Hidrográfica do alto rio Chapecó; ii) Modelagem Ambiental; iii) Avaliação Ambiental Distribuída e Análise dos Conflitos Atuais; iv)

Avaliação Ambiental Integrada, Cenários e Análise de Conflitos Futuros e v) Proposição de Diretrizes e Recomendações Socioambientais.

Conforme recomendação do Ministério de Minas e Energia (MME), esta AAI ou AIBH foi realizada sob a perspectiva da sustentabilidade e conservação dos recursos naturais, contemplando o conjunto dos empreendimentos hidrelétricos inventariados em um horizonte de planejamento de curto, médio e longo prazo. Áreas protegidas, biodiversidade aquática e vegetação nativa foram consideradas temas prioritários para a gestão ambiental nesse contexto. Sendo assim, esta Avaliação Ambiental Integrada ou Avaliação Integrada de Bacia Hidrográfica (AAI ou AIBH) permitiu avaliar as sensibilidades da bacia hidrográfica do alto rio Chapecó, os impactos positivos e negativos, bem como os efeitos cumulativos e sinérgicos que serão gerados pela implantação dos empreendimentos, em diferentes cenários temporais e prognosticá-los, visando assim, contribuir para a minimização dos impactos e o aproveitamento de oportunidades relacionadas à expansão energética no país.

Estruturação do Estudo

Este documento é apresentado em 14 capítulos, Caderno de Anexos e Documentação, Caderno de Mapas e Desenhos, os quais foram divididos em 5 volumes, a saber:

- Capítulo 1: Introdução, justificativa e objetivos gerais e específicos do estudo.
- Capítulo 2: Panorama do Setor Energético.
- Capítulo 3: Aspectos legais incidentes.
- Capítulo 4: Abrangência espacial e temporal do Estudo, o que inclui a descrição da área de estudo, as escalas de avaliação e descrição dos cenários.
- Capítulo 5: Caracterização dos empreendimentos hidrelétricos.
- Capítulo 6: Aspectos metodológicos.
- Capítulo 7: Diagnóstico Socioambiental, que compreende os tópicos referentes ao meio físico, biótico e socioeconômico e que, em seguida foram sintetizados nos componentes: i) Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, ii) Meio Físico e Ecossistemas Terrestres e iii) Socioeconômica.
- Capítulo 8: Modelagem Ambiental: Estudo Hidrodinâmico e de Qualidade da Água.
- Capítulo 9: Avaliação Ambiental Distribuída, que compreende a análise de sensibilidade no cenário atual.
- Capítulo 10: Avaliação Ambiental Integrada dos impactos positivos e negativos previstos, sendo identificados os efeitos cumulativos e sinérgicos. Cenários temporais e respectivas análises de fragilidades e potencialidades. Conflitos potenciais decorrentes da implantação dos empreendimentos hidrelétricos.
- Capítulo 11: Diretrizes e recomendações socioambientais.
- Capítulo 12: Considerações Finais.
- Capítulo 13: Equipe Técnica Responsável.
- Capítulo 14: Referências.
- Caderno de Anexos e Documentação.

- Caderno de Mapas e Desenhos.

Os Volumes desta AIBH do Alto Rio Chapecó foram divididos da seguinte forma:

Volume 1: Capítulos 1 a 6

Volume 2: Capítulos 7 e 8

Volume 3: Capítulos 9 a 14

Volume 4: Caderno de Anexos e Documentação

Volume 5: Caderno de Mapas e Desenho

DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE DO ESTUDO E DA EMPRESA DE CONSULTORIA AMBIENTAL

Empresa Contratante

Adami S/A – Madeiras

CNPJ 83.054.478/0008-06

Endereço: Rodovia SC350, nº 7100, km 172-1, CEP 89.511-340. Bairro Industrial, Caçador-SC

Responsável: Edson de Assis Pereira

Telefone: (49) 3561-3200

E-mail: edson.pereira@adami.com.br

Empresa de Consultoria Ambiental

Nome ou Razão Social: Terra Consultoria em Meio Ambiente Ltda.

CNPJ: 03.815.913/0001-54

Registro no Ibama: 1225962

Inscrição Estadual: Isento

Endereço: R: Hermes Zapelini, 437. Barreiros, São José – SC

CEP: 88110 - 050

Telefone: (48) 3244-1502 Fax: (48) 3034-4439

Endereço Eletrônico: www.terraambiental.com.br

Responsáveis Técnicos

Nome: Dr. Paulo César Leal

Área profissional: Geógrafo

Número do registro no respectivo Conselho de Classe: CREA/SC 054.589-7

Número do Cadastro Técnico Federal do IBAMA: 181.505

RPN/CONFEA: 2502680620

Nome: MSc. João Sérgio de Oliveira

Área profissional: Geógrafo

Número do registro no respectivo Conselho de Classe: CREA/SC 050757-0

Número do Cadastro Técnico Federal do IBAMA: 31.214

RPN/CONFEA: 2503047190

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Local do Arranjo Geral da CGH Tonet. 45
Figura 2 – Foto de autoria de Leonardo Facin, obtida no Google Earth, no local da CGH Tonet, mostrando sua queda natural, estrutura de toma d'água e ausência de barramento. 46
Figura 3 – Localização da PCH Contestado. 47
Figura 4 – Localização da PCH Cel. Araújo. 51
Figura 5 – Localização da PCH das Pedras. 56
Figura 6 – Alterações da PCH das Pedras – Como Construído. 60
Figura 7 – Localização da PCH Salto Santo Antônio. 62
Figura 8 – Localização da PCH Amparo. 71
Figura 9 – Localização da PCH Victor Baptista Adami. 84
Figura 10 – Localização da PCH Goiabeiras. 91
Figura 11 – Localização da CGH Taborda. 95
Figura 12 – Localização da PCH Rondinha. 97

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Projeção de Carga do Mercado de Referência (Fonte PDE 2029 – EPE) ..15

Gráfico 2 – Capacidade Instalada no SIN no final de maio de 2019 *(Fonte PDE 2029 – EPE).* 16

Gráfico 3 – Expansão contratada até 2019 – Incremento anual de capacidade *(Fonte PDE 2029 – EPE).* 16

Gráfico 4 – Matriz energética de Santa Catarina (2015) - Fonte: http://www.mme.gov.br/ 18

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – AHEs Aprovados no DSP ANEEL nº 949 do Inventário Hidroenergético do Alto Rio Chapecó.....41
Quadro 2 – Características da Proposta de Sumário Executivo da PCH Amparo.....42
Quadro 3 – Parâmetros de Garantia Física Homologados – PCH Amparo.....42
Quadro 4 – Características da Proposta de Sumário Executivo da PCH Goiabeiras. ...42
Quadro 5 – Parâmetros de Garantia Física Homologados – PCH Goiabeiras. 43
Quadro 6 – Resumo das Principais Características dos AHEs no Trecho de Estudo. ..44
Quadro 7 – DSP ANEEL nº 3.103/2007 de Revisão do Projeto Básico 46
Quadro 8 – DSP ANEEL nº 3.104/2007 de Revisão do Projeto Básico.....50
Quadro 9 – DSP ANEEL nº 656/2017 Aprovação do Projeto Básico. 55
Quadro 10 – DSP ANEEL nº 093/2017 Aprovação do Projeto Básico. 60
Quadro 11 – DSP ANEEL nº 010/2016 Aprovação do Projeto Básico. 70
Quadro 12 – DSP ANEEL nº 2.003/2011 Aprovação do Projeto Básico. 83
Quadro 13 – DSP ANEEL nº 3.010/2016 Aprovação do Projeto Básico. 90
Quadro 14 – DSP ANEEL nº 3.536/2013 Aprovação da Revisão Projeto Básico. 96
Quadro 15 – Fonte de Dados, Escalas Originais e Alterações/Adaptações. 106

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10

1.1 Justificativa 11

1.2 Objetivos 11

1.3 Empresa de Consultoria Ambiental e Equipe Técnica 12

2 PANORAMA ATUAL DO SETOR ELÉTRICO (2019/2020) 14

2.1 Projeção de Crescimento da Demanda Energética e Estruturação da Matriz Energética 14

2.2 Panorama Energético e de Linhas de Transmissão de Santa Catarina 18

3 ASPECTOS LEGAIS 20

3.1 Esfera InternAcional e Federal 21

3.1.1 Política, Licenciamento Ambiental e Biodiversidade 21

3.1.2 Setor Energético e Segurança de Barragens 25

3.1.3 Recursos Hídricos e Qualidade de Água 27

3.1.4 Fauna 27

3.1.5 Flora, Vegetação e Unidades de Conservação 29

3.1.6 Atividade Pesqueira 31

3.1.7 Socioeconomia 31

3.2 Esfera estadual 33

3.2.1 Política, Licenciamento Ambiental e Biodiversidade 33

3.2.2 Setor Elétrico e Segurança de Barragens 34

3.2.3 Recursos Hídricos e Qualidade da Água 34

3.2.4 Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó 34

3.2.5 Fauna 35

3.2.6 Flora, Vegetação e Unidades de Conservação 35

4 ABRANGÊNCIA ESPACIAL E TEMPORAL 36

4.1 Abrangência Espacial 36

4.1.1 Justificativa de Delimitação do Trecho da Bacia do Rio Chapecó Apresentada e Aprovada pelo IMA-SC na IT 082/2019/GELOP e TR SGPe IMA/53479/2019 36

4.2 Abrangência Temporal 40

4.2.1 Cenário 1 – Cenário Atual 40

4.2.2 Cenário 2 – Cenário Futuro – Horizonte de 5 a 10 anos 40

4.2.3 Cenário 3 – Cenário Futuro – Horizonte de 10 a 20 anos 40

5 CARACTERIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS 41

5.1 Histórico dos AHEs na ANEEL 41

5.2 CGH Tonet 45
5.3 PCH Contestado 46
5.3.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH Contestado 47
5.3.2 Principais Alterações do Projeto Básico para Como Construído 50
5.4 PCH Coronel Araújo 50
5.4.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH Coronel Araújo 51
5.4.2 Principais Alterações do Projeto Básico para Como Construído 54
5.5 PCH das Pedras 55
5.5.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH das Pedras 56
5.5.2 Principais Alterações do Projeto Básico para Como Construído 59
5.6 PCH Salto Santo Antônio 60
5.6.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH Salto Santo Antônio 62
5.7 PCH Amparo 70
5.7.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH Amparo 71
5.8 PCH Victor Baptista Adami 83
5.8.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH Victor Baptista Adami 84
5.9 PCH Goiabeiras 90
5.9.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH Goiabeiras 91
5.10 CGH Taborda 95
5.11 PCH Rondinha 95
5.11.1 Descrição Geral do projeto Básico da PCH Rondinha 97
6 ASPECTOS METODOLÓGICOS 101
6.1 Etapas do Estudo 101
6.2 Cartografia 103
6.2.1 Etapas do Trabalho 104
6.2.1.1 Definição de padrões e área de mapeamento 104
6.2.1.2 Pesquisa, coleta e elaboração de dados 106
6.2.1.3 Elaboração de mapas temáticos 107

1 INTRODUÇÃO

Em Santa Catarina, as Avaliações Ambientais Integradas ou Avaliações Integradas de Bacias Hidrográficas são instrumentos obrigatórios para fins de licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos, instituídas pela Lei N° 14.652 de 13 de janeiro de 2009, posteriormente modificada pela Lei N° 16.344 de 21 de janeiro de 2014 e pela Lei 17.451 de 10 de janeiro de 2018. As avaliações são orientadas pelo "Termo de Referência para elaboração de Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica" instituído em maio de 2014 pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), antiga Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (FATMA), por meio da Portaria N° 68 de 14 de maio de 2014.

As AAI ou AIBH visam avaliar globalmente a situação socioambiental numa escala espacial e temporal adequada à análise específica de uma determinada política ou estratégia para uma bacia hidrográfica.

Para tanto, são considerados os efeitos cumulativos e sinérgicos decorrentes dos impactos a serem causados quando da implantação de aproveitamentos hidrelétricos previstos no âmbito da bacia no horizonte atual e futuro de planejamento (PORTO e TUCCI, 2009).

Conforme estabelecido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) do Ministério de Minas e Energia (MME), a AAI ou AIBH leva em consideração a necessidade de compatibilizar a geração de energia com a conservação da biodiversidade e a manutenção dos fluxos gênicos, da sociodiversidade e a tendência de desenvolvimento socioeconômico da área de estudo, a luz da legislação e dos compromissos internacionais assumidos pelo governo federal. Ainda, a AAI ou AIBH também tem como objetivo orientar um posterior processo de licenciamento ambiental de tais aproveitamentos.

Além disso, a AAI ou AIBH intenciona a prognosticar e mitigar os impactos. Deve também ampliar o diálogo com setores variados da sociedade, dar publicidade aos seus resultados e disponibilizar informações à sociedade em geral, órgãos ambientais e outras instituições interessadas.

Neste sentido, esta AAI ou AIBH dedicou-se primeiramente em diagnosticar a situação socioambiental atual da área de estudo: bacia hidrográfica do rio Chapecó - trecho alto rio Chapecó/SC. Em seguida, o estudo avaliou as fragilidades e potencialidades identificadas na bacia em questão, levando em consideração cenários de curto, médio e longo prazo. Para tanto, foi utilizada uma série de indicadores e metodologias de projeção que possibilitaram não só calcular o grau de ocorrência das fragilidades e potencialidades, mas também a espacialização das mesmas (Avaliação Ambiental Distribuída).

Por fim, foi realizada a avaliação dos impactos socioambientais a fim de identificar, quantificar e espacializar os efeitos cumulativos e sinérgicos decorrentes da implantação dos empreendimentos, para assim, propor diretrizes e recomendações a fim de mitigá-los. Para isto, foram também utilizadas, como subsídio, informações advindas da identificação dos conflitos presentes no trecho e da Modelagem Ambiental (Modelo de Hidrodinâmica e de Qualidade da Água) de toda a extensão do trecho em estudo no alto rio Chapecó, em diferentes cenários de vazão. Por fim, também foram identificados potenciais conflitos que possam surgir ao longo dos cenários de curto, médio e longo prazo em decorrência da implantação dos 2 empreendimentos, PCH Amparo e PCH Goiabeiras, no alto rio Chapecó.

1.1 JUSTIFICATIVA

A Avaliação Ambiental Integrada ou Avaliação Integrada de Bacia hidrográfica se justifica por ser um efetivo instrumento de gestão, pois sua escala de análise permite avaliar a operação de um conjunto de projetos hidrelétricos e seus efeitos e com isto rejeitar as opções claramente incompatíveis com a proteção ambiental.

A AAI ou AIBH é um instrumento de gestão capaz de:

- Promover uma decisão com base em outros parâmetros que não somente os tradicionais da Análise Custo Benefício – ACB;
- Assegurar que os valores ambientais não quantificáveis monetariamente fossem considerados no processo decisório, juntamente com aspectos técnicos e econômicos;
- Prevenir e mitigar danos ao meio ambiente, enfocando assim um controle da degradação ambiental;
- Promover o desenvolvimento sustentável (manutenção do crescimento econômico, equidade social no desenvolvimento, a proteção do meio ambiente e pelo uso racional dos recursos naturais);
- Incorporar a variável ambiental nos mais altos níveis de decisão, antes que a alocação de recursos para o orçamento seja fechada ou o orçamento executado.
- Possibilidade de reversão de uma decisão com menor custo para a administração;
- Identificar possíveis conflitos decorrentes da implantação dos empreendimentos, de modo a assegurar equilíbrio e compensação dos mesmos.

Assim, no momento em que a AAI ou AIBH é desenvolvida as opções ainda estão abertas à discussão, e estas não são somente sobre alternativas locacionais e tecnológicas, mas sim “Alternativas de abordagem”, ou seja, alternativas para o desenvolvimento e não para o projeto já concebido. Assim, uma efetiva AAI ou AIBH pode, numa futura perspectiva dos projetos:

- Possibilitar futuramente a avaliação individual dos projetos, pois propicia todo um contexto socioambiental para os mesmos;
- Possibilitar a elaboração do Termo de Referência para futuros estudos, especificando as informações que devem ser enfatizadas;
- Reduzir tempo e esforço para a realização de suas respectivas Avaliações de Impacto Ambiental;
- Reduzir potenciais conflitos, uma vez que questões estratégicas já foram resolvidas.

1.2 OBJETIVOS

A referida AAI ou AIBH teve como objetivo geral a avaliação das condições socioambientais atuais e suas tendências evolutivas, explicitando as relações de dependências e/ou de sinergia entre os fatores socioambientais, de forma a compreender a estrutura e a dinâmica ambiental da bacia rio Chapecó – trecho alto rio Chapecó, contemplando os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar os efeitos cumulativos e sinérgicos dos empreendimentos hidrelétricos na bacia hidrográfica rio Chapecó – trecho alto rio Chapecó sobre os recursos naturais e sobre as populações humanas;

- Identificar e avaliar os usos atuais e potenciais dos recursos hídricos no horizonte atual e futuro de planejamento, tendo em vista compatibilizar a geração de energia elétrica com a conservação da biodiversidade;
- Estabelecer as diretrizes e recomendações socioambientais para a gestão da área de estudo e para possíveis processos de licenciamento ambiental.

1.3 EMPRESA DE CONSULTORIA AMBIENTAL E EQUIPE TÉCNICA

Empresa de Consultoria Ambiental

Nome ou Razão Social: Terra Consultoria em Meio Ambiente Ltda.

CNPJ: 03.815.913/0001-54

Registro no Ibama: 1225962

Inscrição Estadual: Isento

Endereço: R: Hermes Zapelini, 437. Barreiros, São José – SC

CEP: 88110 - 050

Telefone: (48) 3244-1502 Fax: (48) 3034-4439

Endereço Eletrônico: www.terraambiental.com.br

Nome: Dr. Paulo César Leal – Responsável Técnico

Área profissional: Geógrafo

Número do registro no respectivo Conselho de Classe: CREA/SC 054.589-7

Número do Cadastro Técnico Federal do IBAMA: 181.505

RPN/CONFEA: 2502680620

Nome: MSc. João Sérgio de Oliveira

Área profissional: Geógrafo

Número do registro no respectivo Conselho de Classe: CREA/SC 050757-0

Número do Cadastro Técnico Federal do IBAMA: 31.214

RPN/CONFEA: 2503047190

Nome: Felipe Carvalho da Costa

Área profissional: Eng. Ambiental/Especialista em Gerenciamento de Projetos

Número do registro no respectivo Conselho de Classe: CREA/SC 114459-5

Número do Cadastro Técnico Federal do IBAMA: 5.527.547

RPN/CONFEA: 2510892452

Nome: Rafael Pasold

Área profissional: Biólogo

Número do registro no respectivo Conselho de Classe: CRBIO/SC 81404-03/D

Número do Cadastro Técnico Federal do IBAMA: 608707

Nome: Heiko Budag

Área profissional: Engenheiro Florestal

Número do registro no respectivo Conselho de Classe: CONFEA 2501357370

Número do Cadastro Técnico Federal do IBAMA: 1.536.254

Nome: Eduarda Piaia

Área profissional: Engenheira Sanitarista e Ambiental

Número do registro no respectivo Conselho de Classe: 151394-3

Número do Cadastro Técnico Federal do IBAMA: 7074081

As ARTs dos Profissionais encontram-se no Caderno de Anexos e Documentação (Anexo 2).

2 PANORAMA ATUAL DO SETOR ELÉTRICO (2019/2020)

Para descrição do Panorama atual e futuro do setor elétrico, que vem mudando rapidamente nas duas últimas décadas para uma matriz energética alternativa e renovável, não só baseada na fonte hídrica, mas com um crescimento exponencial das fontes eólica e solar, apesar da recessão econômica brasileira da última década, valeu-se do Plano Decenal de Expansão de Energia 2019-2029 (PDE), elaborado pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética).

O PDE (2019-2029) é um documento informativo elaborado anualmente pela EPE sob as diretrizes e o apoio da equipe da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético (SPE/MME) e da Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (SPG/MME).

Seu objetivo primordial é indicar, e não propriamente determinar, as perspectivas, sob a ótica do Governo da expansão do setor de energia no horizonte de dez anos, dentro de uma visão integrada para os diversos energéticos. Tal visão permite extrair importantes elementos para o planejamento do setor de energia, com benefícios em termos de aumento de confiabilidade, redução de custos de produção e redução de impactos ambientais.

Para isto, o PDE é construído com base nas dimensões mais importantes associadas ao planejamento energético: econômica, estratégica e social.

No horizonte decenal, de acordo com PDE (2019-2029) elaborado pela EPE, é esperado um crescimento médio de 3,3% a.a. da economia mundial, impulsionado em grande parte pelos países em desenvolvimento.

2.1 PROJEÇÃO DE CRESCIMENTO DA DEMANDA ENERGÉTICA E ESTRUTURAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA

Segundo o PDE (2019-2029) da EPE, os sistemas de energia elétrica em todo o mundo vêm passando por um momento de transição com foco principalmente, na descarbonização das matrizes energéticas. Apesar de o Brasil contar com um parque gerador de energia elétrica predominantemente renovável, de baixa emissão de gases causadores do efeito estufa, a transição energética também se faz presente no Sistema Elétrico Brasileiro (SEB). O principal motivador e que aproxima os desafios vividos no Brasil daqueles enfrentados por outros países é a maior participação das fontes não controláveis. No caso específico do SIN acrescenta-se a menor participação relativa das usinas hidrelétricas, tecnologia que embasou o desenho de mercado vigente por, historicamente, prestar diversos serviços adicionais (além da produção de energia) a baixo custo incremental.

Ainda o PDE 2029 da EPE esclarece que, diante das incertezas relativas ao crescimento do consumo de energia elétrica nos próximos anos, a expansão da oferta será realizada para duas alternativas distintas, uma de maior e outra de menor crescimento em relação ao caso de referência.

Diante das ações estratégicas do País relacionadas a exploração do Gás Natural Nacional, principalmente proveniente das bacias do pré-sal, será avaliada a atratividade e impactos para o sistema elétrico de um montante maior de oferta de gás a baixo custo variável e maior nível de inflexibilidade operativa. Nesse contexto é importante avaliar os benefícios fornecidos por tecnologias flexíveis e inflexíveis, relacionando os custos e

benefícios de cada um. Esse tema será abordado em diversos momentos ao longo do capítulo e consiste em uma das mais importantes discussões para o horizonte decenal.

De acordo com o PDE 2029 da EPE, o crescimento médio anual da carga do SIN (sem abatimento da geração distribuída), no horizonte decenal, é de aproximadamente 2.903 MW médios, representando uma taxa média de 3,6% a.a.. O Gráfico a seguir apresenta a projeção de carga do SIN (energia e ponta) do Mercado de Referência do PDE, sem abater a parcela de geração distribuída (GD). A demanda máxima apresenta a mesma taxa de crescimento da carga de energia, mantendo assim o fator de carga ao longo do horizonte.

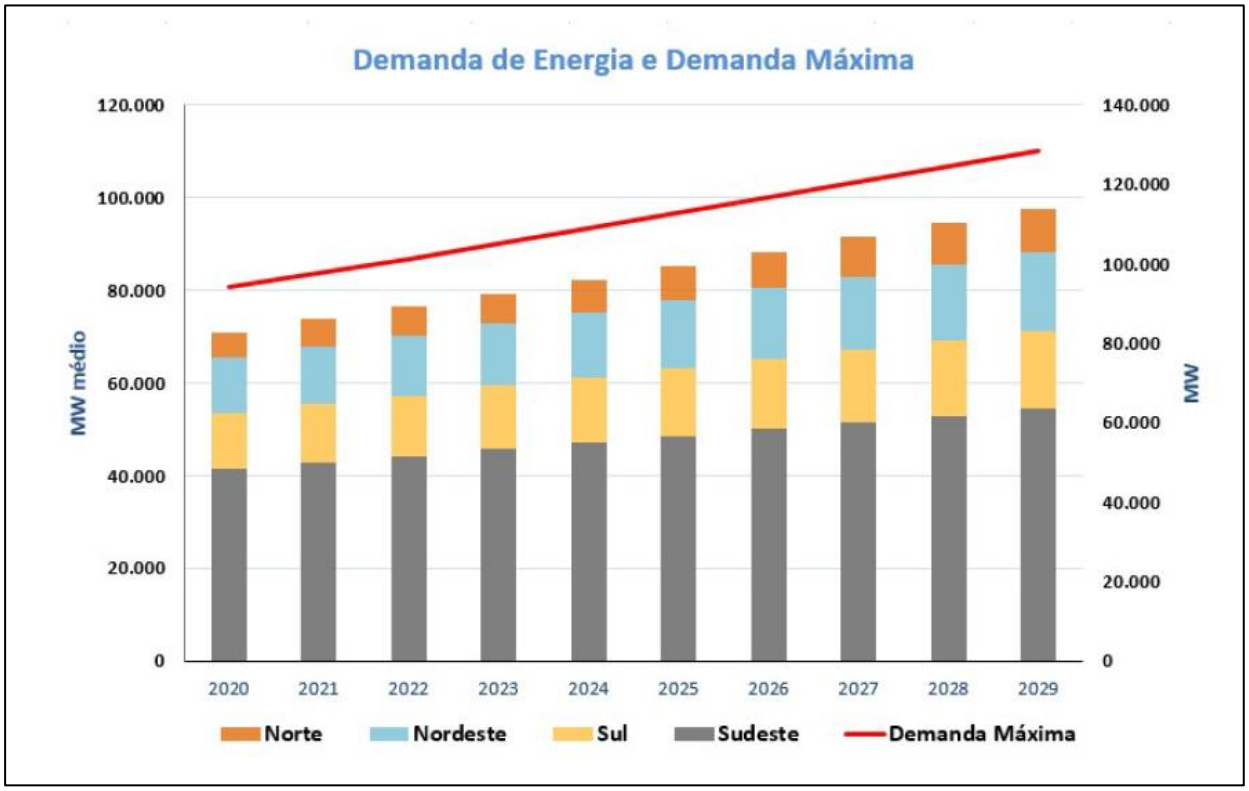


Gráfico 1 – Projeção de Carga do Mercado de Referência (Fonte PDE 2029 – EPE)

O PDE 2019 da EPE descreve que, os estudos para o planejamento da expansão utilizam como base a configuração do sistema existente e a expansão contratada até abril de 2019. Em maio de 2019, o SIN contava com uma capacidade instalada de cerca de 164 GW, com participação das diversas fontes de geração. Os leilões realizados até abril de 2019 resultaram na contratação de capacidade instalada com entrada em operação comercial prevista no horizonte decenal, agregando nova oferta ao sistema. O SIN conta com um acréscimo de 14.000 MW de capacidade instalada já contratada, dos quais aproximadamente 50% será de fontes renováveis.

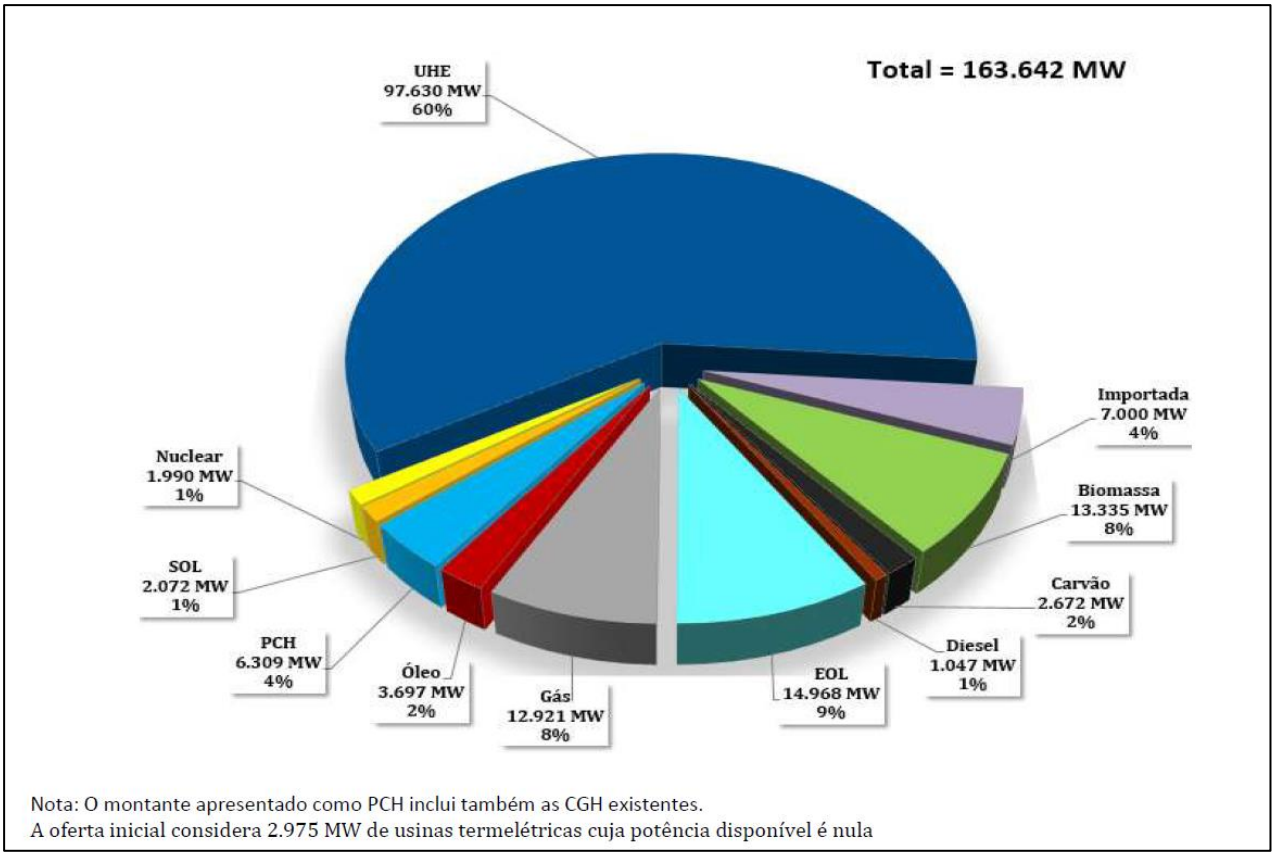
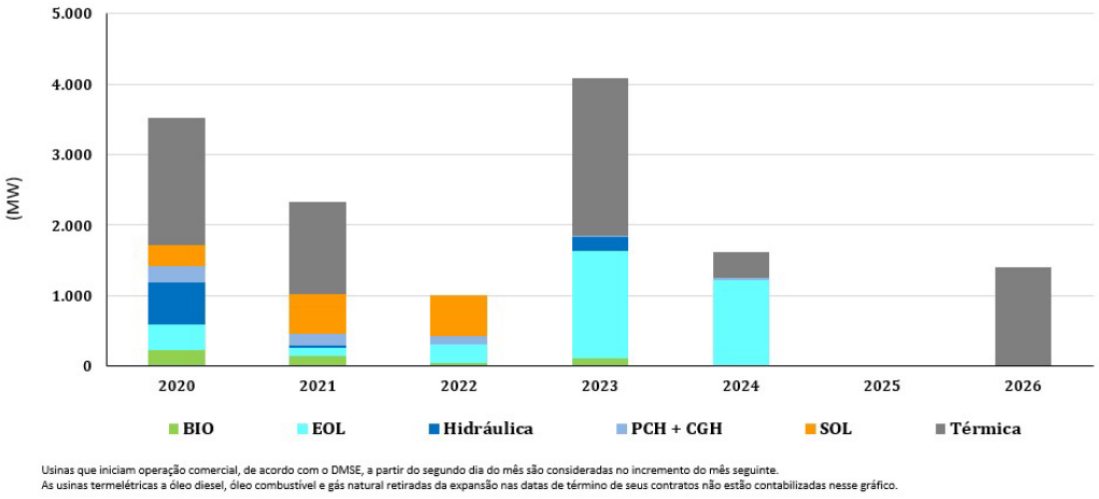


Gráfico 2 – Capacidade Instalada no SIN no final de maio de 2019 *(Fonte PDE 2029 – EPE).*



Fontes	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Biomassa	231	147	50	115	0	0	0	0	0	0
Eólica	353	107	264	1.521	1.212	0	0	0	0	0
Hidráulica	611	36	0	204	0	0	0	0	0	0
PCH + CGH	225	177	111	10	38	0	0	0	0	0
Fotovoltaica	298	557	585	0	0	0	0	0	0	0
Térmica	1.802	1.305	0	2.238	363	0	1.405	0	0	0

Gráfico 3 – Expansão contratada até 2019 – Incremento anual de capacidade *(Fonte PDE 2029 – EPE).*

Tabela 1 – Indicadores: consumo final de energia *(Fonte PDE 2029 – EPE)*

Discriminação		2019	2024	2029	Variação média anual		
					2019 a 2024	2024 a 2029	2019 a 2029
População Residente	(10^6 hab)	211	218	224	0,7%	0,5%	0,6%
PIB	(10^9 reais de 2017)	4.143	4.765	5.526	2,8%	3,0%	2,9%
	per capita (10^3 R$/hab)	19,6	21,8	24,6	2,1%	2,5%	2,3%
Oferta interna de energia	(10^6 tep)	295	332	380	2,3%	2,8%	2,6%
	por PIB (tep/10^3 R$)	0,071	0,070	0,069	-0,5%	-0,2%	-0,4%
	per capita (tep/hab)	1,40	1,52	1,70	1,6%	2,2%	1,9%
Oferta interna de eletricidade	(TWh)	649	794	942	4,1%	3,5%	3,8%
	por PIB (kWh/10^3 R$)	157	167	171	1,2%	0,5%	0,8%
	per capita (kWh/hab)	3.077	3.637	4.200	3,4%	2,9%	3,2%
Consumo final de energia	(10^6 tep)	247	278	318	2,4%	2,7%	2,6%
	por PIB (kWh/10^3 R$)	0,060	0,058	0,058	-0,4%	-0,3%	-0,3%
	per capita (kWh/hab)	1,17	1,27	1,42	1,7%	2,2%	1,9%

Tabela 2 – Evolução da oferta interna de energia no horizonte decenal *(Fonte PDE 2029 – EPE)*

	2019		2024		2029		2019-2029
	mil tep	%	mil tep	%	mil tep	%	Variação Média (% a.a.)
Energia Não Renovável	157.293	53	171.778	52	196.652	52	2,3
Petróleo e Derivados	101.439	34	110.256	33	122.323	32	1,9
Gás Natural	34.709	12	38.679	12	46.842	12	3,0
Carvão Mineral e Derivados	15.454	5	17.022	5	18.404	5	1,8
Urânio (U_3O_8) e Derivados	4.071	1	3.974	1	6.959	2	5,5
Outras Não renováveis	1.620	1	1.847	1	2.124	1	2,7
Energia Renovável	138.150	47	160.051	48	183.844	48	2,9
Hidráulica e Eletricidade	36.180	12	44.572	13	46.896	12	2,6
Lenha e Carvão Vegetal	24.591	8	26.251	8	28.311	7	1,4
Derivados da Cana-de-Açúcar	55.019	19	56.384	17	64.719	17	1,6
Outras Renováveis	22.360	8	32.844	10	43.919	12	7,0
Total	295.444	100	331.829	100	380.496	100	2,6

Percebe-se que há uma forte tendência de crescimento das fontes eólicas e solares, apesar que a crise hídrica tem alertado para a necessidade de termos reservatórios com capacidade de armazenamento de água, e pode haver uma mudança de tendência nos próximos anos. A matriz energética que já foi de 90% de fonte hídrica, hoje beira os 60%, além de que a capacidade de armazenamento que era de 60% do total, hoje está perto dos 40%, com isso a capacidade de regularização intra-anual está cada vez menor, e as mudanças climáticas, que afetam a disponibilidade, criando mais eventos extremos, tanto de secas como de enchentes, fazem com se necessite rever as estratégias futuras para atendimento da demanda.

2.2 PANORAMA ENERGÉTICO E DE LINHAS DE TRANSMISSÃO DE SANTA CATARINA

As características de cada região brasileira devem ser levadas em conta no processo de renovação e incentivo das fontes alternativas e renováveis de energia, neste contexto, como pode-se observar no gráfico de 2015 do MME (Ministério de Minas e Energia) da figura a seguir (Gráfico 4), percebe-se que Santa Catarina continua com a predominância da fonte hídrica, e o crescimento das fontes eólicas e solares não se mostrou tão forte quanto as regiões norte e nordeste, apesar do estado ter um potencial interessante para estas fontes, porém inferior as demais regiões brasileiras citadas.

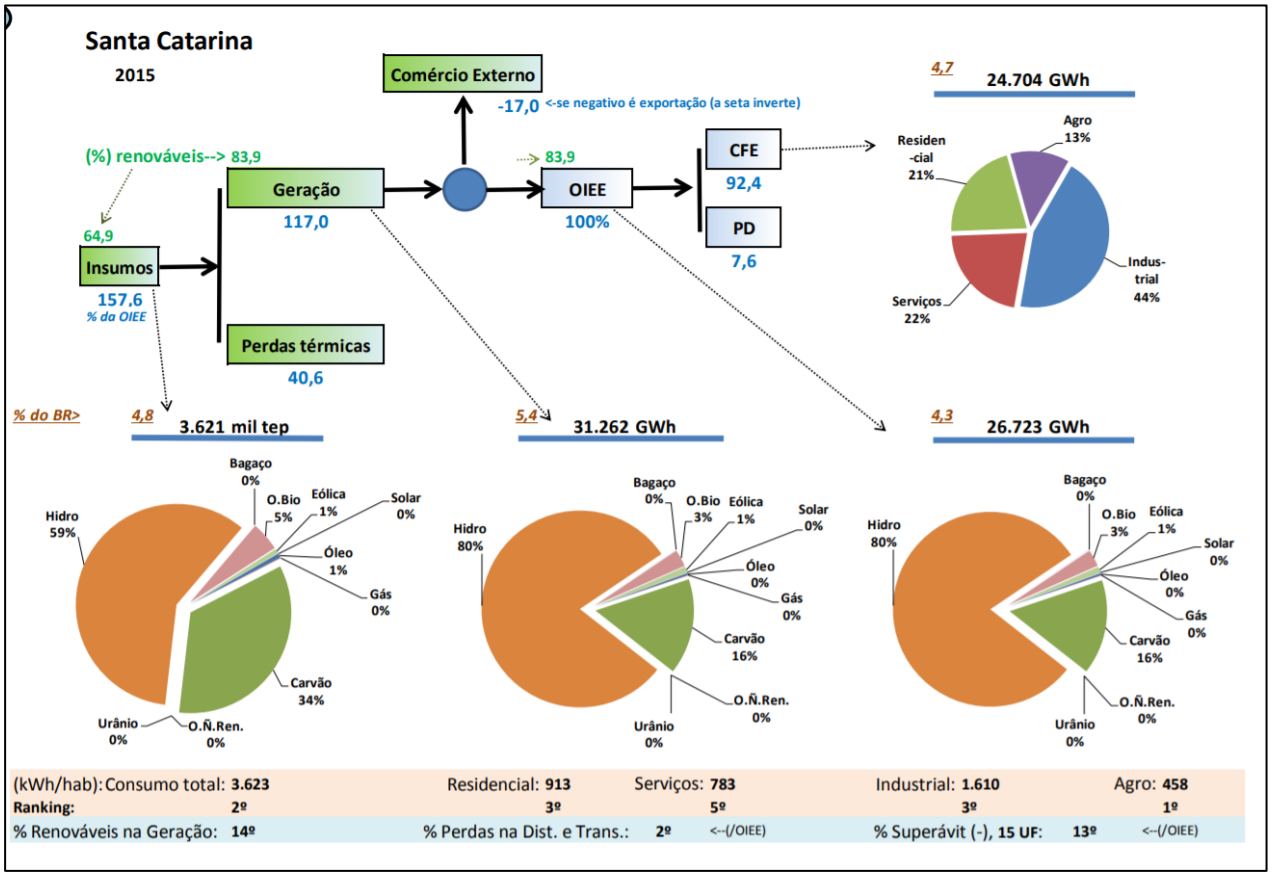


Gráfico 4 – Matriz energética de Santa Catarina (2015) - Fonte: http://www.mme.gov.br/

Em relação ao sistema de transmissão, o sistema elétrico da região Sul atende aos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. De forma geral, esse sistema é constituído por instalações de Rede Básica nas tensões de 525 kV e 230 kV, e por Demais Instalações de Transmissão (DIT) nas tensões 138 kV e 69 kV. Para os próximos anos, a rede da região tende a crescer, tendo em vista as obras de transmissão já recomendadas, as obras em fase de planejamento, além das obras que serão planejadas em estudos futuros.

Em Santa Catarina, para solucionar os problemas de subtensões e sobrecargas previstos no sistema elétrico nas Regiões Sul e Extremo Sul do estado, bem como para eliminar a dependência da região em relação ao despacho de geração da UTE Jorge Lacerda (carvão) foi realizado um estudo de planejamento, finalizado em 2013. Esse estudo recomendou a implantação de um número expressivo de instalações em 525 kV na região, dentre elas, a SE 525/230 kV Siderópolis 2. Essas obras foram licitadas no

Leilão de Transmissão 005/2016, estando previstas para entrar em operação em dezembro de 2020.

Quanto aos problemas de subtensões e sobrecargas esperados para o sistema elétrico das regiões norte do estado e do Vale do Itajaí, foi realizado um estudo de planejamento que recomendou a implantação de um número significativo de instalações de transmissão em 525 kV e 230 kV na região, dentre elas, as novas SE 525/230/138 kV Joinville Sul, SE 525/230/138 kV Itajaí e SE 525 kV Gaspar 2. Essas obras foram licitadas no Leilão de Transmissão 004/2018 e deverão entrar em operação em março de 2024.

Em 2016, foi reavaliado o estudo originalmente realizado para garantir o suprimento de energia elétrica da região metropolitana de Florianópolis frente ao esgotamento do sistema elétrico responsável pelo atendimento à ilha de Florianópolis, que é suprida por apenas uma única subestação de fronteira. Essa reavaliação resultou na recomendação da implantação de uma nova subestação na região, a SE 230/138 kV Ratones, e da LT 230 kV Biguaçu - Ratones C1 e C2, que possuirá trechos aéreos, submarinos e subterrâneos. Essas obras foram licitadas no Leilão de Transmissão 002/2018, estando previstas para entrar em operação em setembro de 2023.

Com o objetivo de solucionar os problemas de tensão e de carregamento previstos em diversas instalações de transmissão do sistema da região oeste do estado, foi realizado um estudo de planejamento, finalizado em 2017. Esse estudo recomendou:

- A implantação de uma fonte 525/230 kV na região, a partir do estabelecimento de um pátio de 230 kV na SE 525 kV Itá;
- A implantação das novas SE 230/138 kV Chapecoense, SE 230/138 kV Concórdia, SE 230/138 kV Descanso e SE 230/138 kV Videira Sul.

Destaca-se que a maior parte dessas obras foi licitada no Leilão de Transmissão 004/2018, tendo a entrada em operação prevista para março de 2024.

Atualmente, encontra-se em andamento um estudo de planejamento que tem o objetivo de solucionar problemas elétricos previstos na Região Sul do estado. As obras a serem recomendadas nesse estudo deverão ser licitadas em 2021, estimando-se a sua entrada em operação para o início de 2026.

3 ASPECTOS LEGAIS

Este capítulo dedica-se à apresentação e análise dos principais dispositivos legais, definidos pelas esferas Federal e Estadual, considerados para a presente Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica.

A legislação ambiental brasileira foi construída a partir dos dispositivos da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, que instituem a proteção do meio ambiente como princípio que deve nortear todas as relações sociais, inclusive as econômicas e, em especial, aquelas voltadas à exploração de recursos naturais (Artigo 170). A Constituição Federal estabelece, no Artigo 225, que é dever do poder público e da coletividade defender e preservar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras.

Para concretizar esses dispositivos, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Nº 6.938/81), Resolução CONAMA Nº 01/86 e a Política Nacional de Biodiversidade (Decreto Nº 4339/2001) previram a realização de avaliação ambiental que deve considerar o acúmulo e a sinergia de impactos para empreendimentos potencialmente poluidores, os quais devem preceder os estudos de impactos ambientais isolados de cada aproveitamento hidrelétrico previsto e considerar os impactos dos projetos no rio Chapecó.

Considera-se também o Princípio da Precaução, indicado como princípio 15 da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1992, segundo o qual "quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental. "

Em 2007 foi publicada por parte do Ministério de Minas e Energia (MME) a revisão do Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas realizado inicialmente pela Eletrobrás em 1997, na qual foi incorporada a Avaliação Ambiental Integrada como um capítulo final do Inventário. Na edição de 2007 do manual consta a metodologia a qual este estudo se baseia.

Entretanto, cabe ressaltar que apesar do Decreto Nº 8.975 de janeiro de 2017 prescrever dentro do quadro do Ministério do Meio Ambiente (MMA) a quem compete regulamentar devidamente as Avaliações Ambientais, ainda não há uma regulamentação definida pelo órgão que sirva de modelo para as avaliações.

Em Santa Catarina, o Ministério Público Estadual através da Recomendação MPSC Nº 07 de 2008 recomendou a AAI para fins de licenciamento ambiental, inclusive para as PCHs.

A partir daí, a Lei Estadual Nº 14.652 de 2009 instituiu a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências. "O licenciamento ambiental das Pequenas Centrais Hidroelétricas no Estado fica dispensado da obrigação prevista no art. 1º, exceto quando houver: I - necessidade de desmatamento da vegetação nativa em estágio avançado de regeneração superior a 150 hectares; e II - área alagada superior a 300 hectares. "

Esta lei foi revogada em 2014 pela Lei Estadual Nº 16.344 de 2014 com a seguinte redação: "O licenciamento ambiental das Pequenas Centrais Hidroelétricas no Estado de Santa Catarina, definidas nos estudos de inventário hidroelétrico e nos projetos básicos aprovados pela Agência Nacional de Energia Elétrica, fica dispensado da obrigação prevista no art. 1º desta Lei, exceto quando houver: I - necessidade de

desmatamento da vegetação nativa em estágio avançado de regeneração superior a 100 (cem) hectares; II - área total alagada superior a 200 (duzentos) hectares.”

Os critérios para dispensa da avaliação integrada nos casos de licenciamento ambiental de PCHs foram novamente alterados pela Lei n° 17.451/2018, onde cita no Artigo 2º: “I - necessidade de desmatamento da vegetação nativa em estágio avançado de regeneração superior a 100 (cem) hectares, por empreendimento; II - área total alagada superior a 200 (duzentos) hectares, por empreendimento. ”

Conforme esta Lei, a AAI deve ser realizada pelo empreendedor e a análise é de competência do órgão de meio ambiente do Estado de Santa Catarina, o IMA, precedida de audiência pública.

Em maio de 2014, o IMA, por meio Portaria N° 68 de 2014, instituiu o “Termo de Referência para Elaboração de Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica” no qual esta avaliação se insere.

A seguir são apresentadas as principais legislações federais e estaduais por temáticas e por ordem cronológica, concernentes a esta Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica.

3.1 ESFERA INTERNACIONAL E FEDERAL

3.1.1 Política, Licenciamento Ambiental e Biodiversidade

A Constituição Federal de 1988 – Em seu Artigo 225, postula que:

[...] todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Estabelece, também, que é de competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios preservarem as florestas, a flora e a fauna, sendo vedadas as práticas ou atividades que coloquem em risco a sobrevivência destes recursos ou que provoquem sua extinção.

No que se refere à competência, é dada autoridade aos estados e governos locais para estabelecer uma legislação em quase todos os assuntos associados ao meio ambiente, de acordo com as suas necessidades específicas. O órgão ambiental estadual pode estabelecer os requerimentos gerais e definir padrões específicos de exigência mais rigorosos, porém não menos detalhados e restritivos do que aqueles estabelecidos pelo governo federal.

Convenção de Washington de 1940 – Dispõe sobre belezas cênicas, que expressa os compromissos para proteção da flora, fauna e belezas cênicas dos países da América.

Decreto-Lei Nº 3.914/41– Lei de introdução do Código Penal (Decreto-Lei Nº 2.848/40) e da Lei das Contravenções Penais (Decreto-Lei Nº 3.688/41).

Lei Nº 6.902/81 – Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências.

Lei Nº 6.938/81 – Dispõe sobre Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Esta Lei estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação,

constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e institui o Cadastro de Defesa Ambiental.

Lei Nº 7.347/85 – Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências.

Resolução CONAMA Nº 001/86 – Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Dispõe, em seu Artigo 6º, II, que o estudo de impacto ambiental conterá:

[...] análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais (Resolução alterada pela Resolução CONAMA Nº 011/86 e complementada pela Resolução Nº 237/97).

Resolução CONAMA Nº 006/86 – Aprova os modelos de publicação de pedidos de licenciamento. Estabelece instruções para publicação de pedidos de licenciamento, da renovação e da concessão das licenças em periódicos e Diários Oficiais do Estado ou da União.

Resolução CONAMA Nº 006/87 – Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia elétrica. Estabelece que as concessionárias de exploração, geração e distribuição de energia elétrica, ao submeterem seus empreendimentos ao licenciamento ambiental, deverão prestar as informações técnicas sobre os mesmos, conforme estabelecem os termos da legislação ambiental e os procedimentos definidos nesta resolução (Art. 1º).

Resolução CONAMA Nº 009/87 – Dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental.

Resolução CONAMA Nº 001/88 – Estabelece critérios e procedimentos básicos para implementação do Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, previsto na Lei Nº 6.938/81.

Lei Nº 7.735/89 – Cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências.

Decreto Nº 99.274/90 – Regulamenta a Lei Nº 6.902/81, e a Lei Nº 6.938/81, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.

Lei Nº 8.171/91 e alterações posteriores – Dispõe sobre a Política Agrícola do País.

Decreto Nº 001/91 – Regulamenta o pagamento da compensação financeira instituída pela Lei Nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências.

Convenção sobre a Diversidade Biológica de 1992 – Eco 92 – Estruturada sobre três bases principais – a conservação da diversidade biológica, o uso sustentável da biodiversidade e a repartição justa e equitativa dos benefícios provenientes da utilização dos recursos genéticos – e se refere à biodiversidade em três níveis: ecossistemas, espécies e recursos genéticos. Funciona como um arcabouço legal e político para diversas outras convenções e acordos ambientais mais específicos, como o Protocolo

de Cartagena sobre Biossegurança; o Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para a Alimentação e a Agricultura; as Diretrizes de Bonn; as Diretrizes para o Turismo Sustentável e a Biodiversidade; os Princípios de *Addis Abeba* para a Utilização Sustentável da Biodiversidade; as Diretrizes para a Prevenção, Controle e Erradicação das Espécies Exóticas Invasoras; e os Princípios e Diretrizes da Abordagem Ecossistêmica para a Gestão da Biodiversidade. A Convenção foi aprovada pelo Decreto Legislativo Nº 2/94.

Lei Nº 8.625/93 – Institui a Lei Orgânica Nacional do Ministério Público, dispõe sobre normas gerais para a organização do Ministério Público dos Estados e dá outras providências.

Decreto Legislativo Nº 2/94 – Aprova o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada na Cidade do Rio de Janeiro, no período de 5 a 14 de junho de 1992.

Resolução CONAMA Nº 237/97 – Dispõe sobre os critérios e regulamenta os processos de licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional de Meio Ambiente.

Decreto Nº 2.519/98 – Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992.

Lei Nº 9.605/98 – Lei dos Crimes Ambientais - dispõe e regulamenta as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Alterado pela Medida Provisória Nº 2.163-41/01.

Lei Nº 10.165/00 – Altera a Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Resolução CONAMA Nº 281/01 – Dispõe sobre modelos de publicação de pedidos de licenciamento.

Resolução CONAMA Nº 347/04 – Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico.

Decreto Nº 4.339/02 – Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade.

Decreto Nº 4.703/03 – Dispõe sobre o Programa Nacional da Diversidade Biológica - PRONABIO e a Comissão Nacional da Biodiversidade, e dá outras providências.

Resolução CONAMA Nº 371/06 – Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental.

Resolução CONAMA Nº 378/06 – Define os empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional para fins do disposto no inciso III, § 1ª, art. 19 da Lei N° 4.771/65 (antigo código florestal) e dá outras providências.

Alterada pela Resolução CONAMA Nº 428/10 – que dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o artigo 36, § 3º, da Lei N° 9.985/00, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.

Instrução Normativa IBAMA Nº 154/07 – Instituir o Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBio, na forma das diretrizes e condições previstas nesta IN.

Decreto Nº 6.514/08 – Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.

Lei Nº 14.601/08 – Institui o Cadastro Técnico Estadual de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Naturais, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, a Taxa de Fiscalização Ambiental e estabelece outras providências.

Instrução Normativa IBAMA Nº 184/2008 – Estabelece os procedimentos de licenciamento ambiental, alterada pela Instrução Normativa IBAMA Nº 14/2011.

Instrução Normativa ICMBio Nº 05/09 – Estabelece procedimentos para a análise dos pedidos e concessão da Autorização para o Licenciamento Ambiental de atividades ou empreendimentos que afetem as unidades de conservação federais, suas zonas de amortecimento ou áreas circundantes.

Instrução Normativa IBAMA Nº 31/09 – Nova IN do Cadastro Técnico Federal (Revoga IN N.º 96/06), alterada pela IN IBAMA Nº 06/13 – Nova IN do Cadastro Técnico Federal (revoga os Artigos 2º, 7º, 8º, 9º, 11, 12, 14, 17 e 18, e os Anexos II e III da IN Nº 31/2009); e alterada pela IN IBAMA Nº 10/13 – Nova IN do Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (revoga os Artigos 1º, 3º e 4º da IN Nº 31/2009).

Lei Nº 12.187/09 – Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Regulamentada pelo Decreto Nº 7.390/10.

Portaria Conjunta MMA/IBAMA Nº 259/09 – Inclui no EIA/RIMA alternativas de tecnologias mais limpas, no PBA programa específico de Segurança, Meio Ambiente e Saúde - SMS do trabalhador, no Programa de Gestão Ambiental, informar e esclarecer as condicionantes estabelecidas na LI.

Portaria Conjunta MMA/IBAMA Nº 297/10 - Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de Aproveitamentos Hidrelétricos na Bacia do Uruguai.

Lei Complementar Nº 140/11 – Fixa normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativa à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera os Arts. 10 e 11 da Lei Nº 6.938/81 referentes às atividades utilizadoras de recursos naturais e pedidos de licenciamento.

Instrução Normativa IBAMA Nº 6/13 – Regulamenta o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais - CTF/APP.

Portaria Interministerial Nº 60/15 – Renova as regras do licenciamento ambiental no Brasil. Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do IBAMA. Esta Portaria substitui a Portaria Interministerial Nº 419/2011, que foi revogada.

Lei Nº 13.123/15 – Regulamenta o inciso II do § 1º e o §4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto

nº 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade.

3.1.2 Setor Energético e Segurança de Barragens

Resolução CONAMA Nº 002/85 – Inclui as construções de barragens como atividades potencialmente poluidoras.

Resolução CONAMA Nº 023/86 – Dispõe sobre estudos das alternativas e possíveis consequências ambientais dos projetos de hidrelétricas.

Lei Nº 7.990/89 – Institui o percentual de 6% (seis por cento) sobre o valor da energia gerada, a ser pago aos estados, municípios e órgãos da administração direta da União, como compensação financeira pelo resultado da exploração de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica. Porém, as instalações geradoras com capacidade nominal igual ou inferior a 10.000 kW (dez mil quilowatts) ficam isentas do pagamento de compensação financeira.

Lei Nº 8.001/96 – Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências, incluindo a distribuição dos royalties do setor elétrico.

Lei Nº 9.074/95 e alterações posteriores – Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos, e dá outras providências.

Lei Nº 9.427/96 – Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.

Lei Nº 9.478/97 – Dispõe sobre a política energética nacional e dá outras providências ao tema.

Decreto Nº 2.335/97 – Constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções de Confiança e dá outras providências.

Decreto Nº 2.364/97 – Altera o Decreto Nº 2.335, de 6 de outubro de 1997, que constituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

Decreto Nº 2.410/97 – Dispõe sobre o cálculo e o recolhimento da Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica instituída pela Lei Nº 9.427/96 e dá outras providências.

Resolução ANEEL Nº 395/98 – Estabelece os procedimentos para o registro e aprovação de estudos de viabilidade e projeto básico de empreendimentos de geração hidrelétrica, assim como a autorização para exploração de centrais de geração de energia com potência de até 30 MW.

Lei Nº 9.993/00 – Destina recursos da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e pela exploração de recursos minerais para o setor de ciência e tecnologia.

Decreto Nº 3.739/01 – Dispõe sobre o cálculo da tarifa atualizada de referência para compensação financeira pela utilização de recursos hídricos, de que trata a Lei Nº

7.990/89 e da contribuição de reservatórios de montante para a geração de energia hidrelétrica, de que trata a Lei Nº 8.001/90, e dá outras providências.

Resolução CONAMA Nº 279/01 – Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. Relatório Ambiental Simplificado (RAS) / Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais (RDPA).

Lei Nº 10.438/02 – Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis Nº 9.427/96, 9.648/98, 3.890-A/61, 5.655/71, 5.899/73, 9.991/00 e dá outras providências.

Lei Nº 10.847/04 – Autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE e dá outras providências.

Decreto Nº 5.025/04 – Regulamenta o inciso I e os §§ 1º, 2º, 3º, 4º e 5º do Art. 3º da Lei Nº 10.438/02, no que dispõem sobre o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, primeira etapa, e dá outras providências.

Portaria MME Nº 21/08 – Registro na Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e posterior Habilitação Técnica pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE.

Decreto Nº 7.154/10 – Sistematiza e regulamenta a atuação de órgãos públicos federais, estabelecendo procedimentos a serem observados para autorizar e realizar estudos de aproveitamentos de potenciais de energia hidráulica e sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica no interior de unidades de conservação bem como para autorizar a instalação de sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica em unidades de conservação de uso sustentável.

Lei Nº 12.334/10 – Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do Art. 35 da Lei Nº 9.433/97, e do Art. 4º da Lei Nº 9.984/00.

Resolução ANEEL Nº 412/10 – Estabelece procedimentos para registro, elaboração, aceite, análise, seleção e aprovação de projeto básico e para autorização de aproveitamento de potencial de energia hidráulica de 1.000 até 50.000 kW, sem características de PCH.

Resolução ANEEL Nº 414/10 – Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada.

Portaria MMA Nº 421/ 11 – Dispõe sobre o licenciamento e a regulamentação ambiental federal de sistemas de transmissão de energia elétrica e dá outras providências.

Resolução ANEEL Nº 482/12 – Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências, alterada pela Resolução ANEEL Nº 681/15 e Resolução ANEEL Nº 786/17.

Resolução ANEEL Nº 672/15 – Estabelece os procedimentos para a realizar estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas.

Resolução ANEEL Nº 673/15 – Estabelece os requisitos e procedimentos para a obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamento de potencial hidráulico com características de Pequena Central Hidrelétrica – PCH.

Resolução ANEEL Nº 765/17 – Estabelece os requisitos e procedimentos para a obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamento de potencial hidráulico de 5.000 até 50.000 kW, sem características de Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCH.

Portaria Nº 396/19 – Aprova o Plano Decenal de Expansão de Energia 2029.

3.1.3 Recursos Hídricos e Qualidade de Água

Decreto Nº 24.643/34 – Institui o Código de Águas, modificado pelo Decreto-Lei Nº 852/38 e consolidado pelo Decreto-Lei Nº 3.763/41.

Lei Nº 9.433/97 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, alterando parcialmente o Código das Águas, de 1934.

Lei Nº 9.984/00 – Cria a Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

Resolução CNRH Nº 012/2000 – Estabelece os procedimentos para o enquadramento de corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes.

Resolução CONAMA Nº 274/00 – Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras.

Resolução CNRH Nº 32/03 – Define a divisão hidrográfica nacional em regiões hidrográficas.

Resolução CONAMA Nº 357/05 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Estabelece parâmetros relacionados com os padrões de qualidade e classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional.

Resolução CONAMA Nº 430/11 – Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes; complementa e altera a Resolução CONAMA Nº 357/05.

3.1.4 Fauna

Decreto Legislativo Nº 3/48 – Aprovou a convenção para a proteção da flora, fauna e das belezas cênicas naturais da América Latina.

Lei Nº 5.197/67 – Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.

Tendo o Artigo 2º, § 3º - Incluído pela Lei Nº 9.111/95; o Artigo 5º - Revogado pela Lei Nº 9.985/00 e o Artigo 27º, 33º, 34º - Redação e inclusão dada pela Lei Nº 7.653/88 em relação ao ambiente aquático, inserindo nela instrumentos legais referentes à fauna ictiológica e definindo punições para ações agressivas à fauna como um todo.

Decreto Nº 97.633/89 – Dispõe sobre o Conselho Nacional de Proteção a Fauna – CNPF, e dá outras providências.

Portaria IBAMA Nº 1.522/89 – Dispõe sobre a Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, alterada pela Portaria IBAMA Nº 221/90 que altera grafia de nomes da portaria IBAMA Nº 1.522/89 (atualizada em 2003 e posteriormente em 2014).

Resolução CONAMA Nº 009/96 – Dispõe sobre a definição de "corredores de vegetação entre remanescentes" como área de trânsito para fauna.

Instrução Normativa MMA Nº 03/03 – Define a lista de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção (considerando apenas os seguintes grupos de animais: anfíbios, aves, invertebrados terrestres, mamíferos e répteis).

Deliberação CONABIO Nº 5/04 e Portaria MMA Nº 290/04 – Criam e disciplinam a Câmara Técnica Permanente de Espécies Ameaçadas de Extinção e de Espécies Sobreexplotadas ou Ameaçadas de Sobreexplotação.

Instrução Normativa MMA nº 05, de 21 de maio de 2004 – Define a lista de espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçados de Extinção e Sobreexplotados ou Ameaçados de Sobreextplotação, alterada pela Instrução Normativa Nº 05/04.

Instrução Normativa IBAMA Nº 146/07 – Estabelece critérios e padroniza os procedimentos relativos à fauna (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que causam impactos sobre a fauna silvestre, alterada pela Portaria Normativa IBAMA Nº 10/09 – Sem prejuízo dos dispositivos da legislação de tutela à fauna, a aplicação da Instrução Normativa Nº 146/07 fica restrita ao licenciamento de empreendimentos de aproveitamento hidrelétrico.

Portaria IBAMA Nº 28/08 – Revoga a Instrução Normativa IBAMA Nº 03/99, que estabelece os critérios para o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que envolvem o manejo de fauna silvestre exótica e de fauna silvestre brasileira em cativeiro pelo IBAMA, considerando o disposto no Art. 10 da Lei Nº 6.938/81 e Resolução CONAMA Nº 237/97.

Instrução Normativa MMA Nº 05/08 – Publica as listas das espécies incluídas nos Anexos I, II e III da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção - CITES, com as alterações estabelecidas em 13 de setembro de 2007 na XIV Conferência das Partes da referida Convenção.

Resolução CFBio Nº 301/12 – Dispõe sobre os procedimentos de captura, contensão, marcação, soltura e coleta de animais vertebrados *in situ* e *ex situ*, e dá outras providências.

Portaria MMA Nº 43/14 – Institui o Programa Nacional de Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção - Pró-Espécies, com o objetivo de adotar ações de prevenção, conservação, manejo e gestão, com vistas a minimizar as ameaças e o risco de extinção de espécies.

Portaria MMA Nº 444/14 – Reconhece como espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção", trata de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e invertebrados terrestres e indica o grau de risco de extinção de cada espécie.

Portaria MMA Nº 445/14 – Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos, alterada pela Portaria MMA Nº 98/2015 e pela Portaria MMA Nº 163/2015.

3.1.5 Flora, Vegetação e Unidades de Conservação

Portaria IBAMA Nº 122-P/85 – Preconiza sobre a necessidade de autorização do IBAMA para coleta, transporte, comercialização e industrialização de plantas ornamentais, medicinais, aromáticas e tóxicas, oriundas de floresta nativa.

Portaria IBAMA Nº 37-N/92 – Reconhece como Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção a relação que se apresenta.

Resolução CONAMA Nº 010/93 – Estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão de Mata Atlântica.

Resolução CONAMA Nº 004/94 – Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais em Santa Catarina.

Resolução CONAMA Nº 012/94 – Aprova o Glossário de Termos Técnicos elaborado pela Câmara Técnica Temporária para Assuntos da Mata Atlântica.

Resolução CONAMA Nº 003/96 – Esclarece que vegetação remanescente de Mata Atlântica abrange a totalidade de vegetação primária e secundária em estágio inicial, médio e avançado de regeneração, com vistas à aplicação do Decreto Nº 750/93.

Resolução CONAMA Nº 249/99 – Estabelece Diretrizes para a Política de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Mata Atlântica.

Lei Nº 9.985/00 – Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), o qual, em seu Art. 36, dispõe que, nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral. Regulamentado pelo Decreto Nº 4.340/02, e alterado e acrescido de dispositivos pelo Decreto Nº 6.848/09, para regulamentar a compensação ambiental.

Resolução CONAMA Nº 278/01 – Dispõe contra corte e exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica, alterada pela Resolução CONAMA Nº 300/02 que complementa os casos passíveis de autorização de corte previstos no Art. 2º da Resolução Nº 278/01.

Resolução CONAMA Nº 302/02 – Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente - APP de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno, bem como da elaboração do plano de usos múltiplos.

Resolução CONAMA Nº 303/02 – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

Lei Nº 10.650/03 – Dispõe sobre o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades integrantes do SISNAMA.

Lei Nº 11.428/06 – Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências, regulamentada pelo Decreto Nº 6.660/08.

Lei Nº 11.284/06 – Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para produção sustentável, institui o Serviço Florestal Brasileiro - SFB, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, e cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal – FNDF, regulamentada pelo Decreto Nº 6.063/07.

Resolução CONAMA Nº 369/06 - Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente - APP.

Resolução CONAMA Nº 379/06 – Cria e regulamenta sistema de dados e informações sobre a gestão florestal no âmbito do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA.

Instrução Normativa MMA Nº 06/06 – Dispõe sobre a reposição florestal e o consumo de matéria-prima florestal, e dá outras providências.

Decreto Nº 5.975/06 – Regulamenta as Leis Nº 6.938/81, Nº 10.650/03, altera e acrescenta dispositivos aos Decretos Nº 3.179/99 e Nº 3.420/00.

Resolução CONAMA Nº 388/07 – Dispõe sobre a convalidação das Resoluções que definem a vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica para fins do disposto no Art. 4º § 1º da Lei Nº 11.428/06.

Lei Nº 11.516/07 – Dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes.

Instrução Normativa MMA Nº 06/08 – Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes do Anexo I a esta Instrução Normativa.

Resolução CONABIO Nº 05/09 – Dispõe sobre a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras.

Resolução CONAMA Nº 428/10 – Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do Artigo 36 da Lei Nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.

Resolução Nº 423/10 – Dispõe sobre parâmetros básicos para identificação e análise da vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária nos Campos de Altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica.

Resolução CONAMA Nº 429/11 – Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs.

Lei Nº 12.651/12 e alterações da Lei Nº 12.727/12 – Institui o novo Código Florestal Brasileiro, dispondo sobre a proteção da vegetação nativa. Altera as Leis N° 6.938/81, 9.393/96, e 11.428/06; revoga as Leis N° 4.771/65, e 7.754/89, e a Medida Provisória Nº 2.166-67/01; e dá outras providências.

Portaria MMA Nº 443/14 – Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção".

3.1.6 Atividade Pesqueira

Decreto-Lei Nº 221/67 – Dispõe sobre a proteção e estímulo à pesca, alterado pelo Decreto-Lei Nº 2.467/88.

Portaria SUDEPE Nº 001/77 – Estabelece normas de proteção à fauna aquática para as empresas construtoras de barragens em todo território brasileiro.

Lei Nº 9.537/97 – Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências, regulamentada pelo Decreto Nº 2.596/98.

Instrução Normativa MMA Nº 05/04 – Reconhece como espécies ameaçadas de extinção e espécies sobreexploradas, os invertebrados aquáticos e peixes constantes do anexo desta instrução.

Instrução Normativa IBAMA Nº 193/08 – Estabelece normas de pesca para o período de defeso na área de abrangência da bacia hidrográfica do rio Uruguai, nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Lei Nº 11.959/09 – Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei Nº 7.679/88 e dispositivos do Decreto-Lei Nº 221/67, e dá outras providências.

3.1.7 Socioeconomia

Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) – o Artigo 6° define que:

> 1. Ao aplicar as disposições da presente Convenção, os governos deverão:
>
> a) consultar os povos interessados, mediante procedimentos apropriados e, particularmente, através de suas instituições representativas, cada vez que sejam previstas medidas legislativas ou administrativas suscetíveis de afetá-los diretamente;
>
> b) estabelecer os meios através dos quais os povos interessados possam participar livremente, pelo menos na mesma medida que outros setores da população e em todos os níveis, na adoção de decisões em instituições efetivas ou organismos administrativos e de outra natureza responsáveis pelas políticas e programas que lhes sejam concernentes;
>
> c) estabelecer os meios para o pleno desenvolvimento das instituições e iniciativas dos povos e, nos casos apropriados, fornecer os recursos necessários para esse fim;
>
> 2. As consultas realizadas na aplicação desta Convenção deverão ser efetuadas com boa fé e de maneira apropriada às circunstâncias, com o objetivo de se chegar a um acordo e conseguir o consentimento acerca das medidas proposta (CONVENÇÃO 169 DA ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO).

Decreto–Lei Nº 25/37 - Organiza a proteção do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, tornando obrigatório o levantamento dos bens eventualmente localizados na área a ser afetada.

Lei Nº 3.924/61 – Dispõe sobre monumentos arqueológicos e pré-históricos.

Lei Nº 4.132/62 – Define os casos de desapropriação por interesse social, disponibilizando instrumentos ao setor elétrico para as efetivas medidas de proteção dos

reservatórios e correções dos impactos provocados na Área de Influência de hidrelétricas.

Lei Nº 4.504/64 – Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências, alterada pela Lei Nº 7.647/88. Regulamentado pelo Decreto Nº 59.428/66.

Lei Nº 6.513/77 – Dispõe sobre a obrigatoriedade do setor elétrico de considerar, na seleção de seus empreendimentos, as áreas especiais e os locais de interesse turístico; acrescenta inciso ao Art. 2º da Lei Nº 4.132/62; altera a redação e acrescenta dispositivo à Lei Nº 4.717/65; e dá outras providências.

Decreto Nº 95.733/88 – Dispõe sobre a inclusão, no orçamento dos projetos e obras federais, de recursos destinados a prevenir ou corrigir os prejuízos de natureza ambiental, cultural e social decorrente da execução desses projetos e obras.

Lei Nº 9.795/99 – Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

Lei Nº 10.257/01 do Estatuto das Cidades – Dispõe sobre a regulamentação dos Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, referentes à política de desenvolvimento urbano, estabelecendo diretrizes de desenvolvimento territorial municipal. Sendo o principal instrumento indutor da política de descentralização e participação publica no processo decisório de modificação do ambiente natural, cultural, urbano e econômico social do município.

Decreto Nº 3.551/00 – Institui o Registro de Bens Culturais de Natureza Imaterial que constituem patrimônio cultural brasileiro, cria o Programa Nacional do Patrimônio Imaterial e dá outras providências.

Decreto Nº 4.281/02 – Regulamenta a Lei Nº 9.795/99 que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências.

Decreto Nº 5.051/04 - Promulga a Convenção Nº 169 da Organização Internacional do Trabalho - OIT sobre Povos Indígenas e Tribais.

Lei Nº 13.558/05 – Dispõe sobre a Política Estadual de Educação Ambiental - PEEA - e adota outras providências.

Decreto N° 3.385/05 – Institui a Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental de Santa Catarina, e dá outras providências.

Decreto Nº 5.758/06 – Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências.

Decreto Nº 6.040/07 – Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais.

Decreto Nº 7.342/10 – Institui o Cadastro Socioeconômico para identificação, qualificação e registro público da população atingida por empreendimentos de geração de energia hidrelétrica, o qual cria o Comitê Interministerial de Cadastramento Socioeconômico, no âmbito do Ministério de Minas e Energia.

Portaria Interministerial Nº 340/12 – Estabelece as competências e procedimentos para a execução do Cadastro Socioeconômico para fins de identificação, quantificação, qualificação e registro público da população atingida por empreendimentos de geração de energia elétrica.

Decreto Nº 7.747/12 – Institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI, e dá outras providências.

Decreto Nº 7.830/12 – Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o qual estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei Nº 12.651/12, e dá outras providências.

Resolução Normativa ANEEL Nº 501/12 – Estabelece os procedimentos para o mapeamento dos bens imóveis e das áreas vinculados à concessão de usinas hidrelétricas.

Portaria IPHAN Nº 07/88 – Estabelece os procedimentos necessários à comunicação prévia, às permissões e às autorizações para pesquisas e escavações arqueológicas em sítios arqueológicos previstas na Lei Nº 3.924/61.

Instrução Normativa IPHAN Nº 001/15 - Esta nova Instrução Normativa revoga a Portaria Nº 230/02 que determina os procedimentos para obtenção de licenças ambientais referentes à apreciação e acompanhamento de pesquisas arqueológicas, e dá outras providências. O Anexo I e II classifica o empreendimento e os procedimentos exigidos para cada tipo de empreendimento conforme porte e área.

Essa IN visa à adequação à Portaria Interministerial Nº 60/15. Instrução Normativa FUNAI Nº 02/15 – Estabelece os procedimentos administrativos a serem observados pela Fundação Nacional do Índio – FUNAI nos processos de licenciamento ambiental federal, estadual e municipal dos quais participe. Ficam revogadas a Instrução Normativa Nº 01/12 e a Instrução Normativa Nº 04/12. Essa nova IN visa à adequação à Portaria Interministerial Nº 60/15.

3.2 ESFERA ESTADUAL

3.2.1 Política, Licenciamento Ambiental e Biodiversidade

Constituição do Estado de Santa Catarina – 1989 – Capítulo VI, do Meio Ambiente - estabelece no Artigo 181 que "*todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações*". No Artigo 182, Capítulo V, fica estabelecido que é dever do Estado exigir a publicação de estudos prévios de impacto ambiental antes da instalação de obra ou atividade potencialmente causadoras de degradação ambiental.

Resolução CONSEMA SC Nº 001/06 – Aprova a Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental passíveis de licenciamento ambiental pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA e a indicação do competente estudo ambiental para fins de licenciamento. Alterada pela Resolução CONSEMA Nº 13/12 e Nº 98/17.

Lei Estadual SC Nº 14.652/09 - Institui a avaliação integrada da bacia hidrográfica para fins de licenciamento ambiental e estabelece outras providências.

Modificada pela Lei Nº 6.344/14 e pela Lei Nº 17.451/18.

Lei Estadual SC Nº 14.675/09 – Institui o Código Ambiental de Santa Catarina e dá novas providências. Alterada pela Lei 16.342/14 Lei Estadual SC Nº 15.133/10 – Institui a Política Estadual de Serviços Ambientais e regulamenta o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais no Estado de Santa Catarina, instituído pela Lei Nº 14.675/09, e estabelece outras providências.

Decreto Estadual SC Nº 3.094/10 – Disciplina o cadastramento ambiental das atividades não licenciáveis, mas consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental.

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

Portaria FATMA Nº 174/15 – Estabelece os procedimentos para fins de cumprimento do compromisso de compensação ambiental decorrente do licenciamento ambiental de significativo impacto ambiental.

3.2.2 Setor Elétrico e Segurança de Barragens

Instrução Normativa FATMA Nº 44 – Cria normas para o licenciamento de empreendimentos de produção de energia hidrelétrica.

Instrução Normativa FATMA Nº 45 – Cria normas para o licenciamento de Linhas e redes de transmissão de energia elétrica.

3.2.3 Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Portaria Nº 024/79 – Enquadra os cursos d'água do Estado de Santa Catarina.

Lei Estadual SC Nº 6.739/85 e alterações posteriores – Cria o Conselho Estadual dos Recursos Hídricos.

Lei Estadual SC Nº 9.748/94 – Dispõe sobre a Política Estadual dos Recursos Hídricos, e dá outras providências.

Lei Estadual SC Nº 10.949/98 – Dispõe sobre a caracterização do Estado de Santa Catarina em 10 (dez) Regiões Hidrográficas.

Portaria SDS Nº 36/08 – Estabelece os critérios de natureza técnica para outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água superficial, em rios de domínio do Estado de Santa Catarina e dá outras providências, alterada pela Portaria SDS Nº 51/08.

Resolução CERH Nº 001/08 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina e dá outras providências.

Portaria FATMA Nº 312/16 – Estabelece a vazão mínima (Q7,10) que deve ser considerada como vazão ecológica.

3.2.4 Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó

Decreto Nº 3.498 de 08 de setembro de 2010 – Criação do Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas dos Rios Chapecó e Irani e Bacias Hidrográficas Contíguas.

3.2.5 Fauna

Resolução CONSEMA Nº 002/11 – Reconhece a Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina, e dá outras providências.

Instrução Normativa FATMA Nº 62 – Define a documentação necessária à autorização ambiental para captura, coleta, transporte e destinação de fauna silvestre e estabelece critérios relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas ao licenciamento ambiental.

3.2.6 Flora, Vegetação e Unidades de Conservação

Resolução CONSEMA Nº 08/12 – Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina e dá outras providências.

Portaria FATMA Nº 018/08 – Regulamenta o cômputo da Área de Preservação Permanente no cálculo da área destinada à Reserva Legal, com vistas à resolução dos passivos.

Instrução Normativa FATMA Nº 23 – Define a documentação necessária à autorização de supressão da vegetação nativa em área rural.

Instrução Normativa FATMA Nº 46 – Define a documentação necessária à Reposição Florestal e estabelece critérios para a apresentação do projeto florestal.

4 ABRANGÊNCIA ESPACIAL E TEMPORAL

4.1 ABRANGÊNCIA ESPACIAL

A área de delimitação do estudo é a bacia hidrográfica do rio Chapecó – trecho alto rio Chapecó, desde a nascente até a casa de força da PCH Rondinha (já implantada e em operação). O rio Chapecó é um afluente da margem direita do rio Uruguai, (Sub-bacia 73 – Código da Agencia Nacional de Águas – ANA). A bacia do rio Chapecó tem suas nascentes na Serra do Chapecó, com altitudes máximas nos seus divisores, da ordem de 1.250 m, no seu limite leste.

A bacia do rio Chapecó situa-se, em sua totalidade, no estado de Santa Catarina (Região Oeste do Estado), compreendendo os municípios, no trecho de estudo até a casa de força da PCH Rondinha, de Macieira, Água Doce, Passos Maia e Vargeão, e possui uma área de drenagem total de aproximadamente 8300 km², e no trecho de estudo de 1140 km². A extensão total do rio Chapecó, possui aproximadamente 89,2 km, e do trecho do alto rio Chapecó que será objeto de estudo, é de aproximadamente 52,0 km.

As demais características da bacia encontram-se no item de fisiografia, no capítulo do Meio Físico (Cap. 7).

Ressalta-se que o rio Chapecó, no trecho de estudo até a casa de força da PCH Rondinha, fica em uma área predominantemente rural, e nenhuma das sedes urbanas dos municípios é atravessada pelo rio Chapecó, nem os empreendimentos em estudo promoveram impactos em áreas urbanas.

O Caderno de Desenhos apresenta os desenhos de localização, delimitação da bacia, aproveitamentos hidrelétricos e municípios atingidos.

4.1.1 Justificativa de Delimitação do Trecho da Bacia do Rio Chapecó Apresentada e Aprovada pelo IMA-SC na IT 082/2019/GELOP e TR SGPe IMA/53479/2019

As PCHs Amparo e Goiabeiras, ainda não implantadas, como já descrito, estão situadas no trecho do alto rio Chapecó, entre usinas já existentes, conforme sequência (de montante para jusante) e mapa mostrado no Caderno de Desenhos.

1. CGH Tonet – rio da Roseira, afluente do rio Chapecó – implantada e em operação;
2. PCH Contestado – rio Chapecó – implantada e em operação;
3. PCH Coronel Araújo – rio Chapecó – implantada e em operação;
4. PCH das Pedras – rio Chapecó – implantada e em operação;
5. PCH Salto Santo Antônio – rio Chapecó – implantada e em operação;
6. PCH Amparo – rio Chapecó – Projeto Básico aprovado pela ANEEL e estudos ambientais protocolados no IMA-SC;
7. PCH Victor Baptista Adami (antiga Passos Maia) – rio Chapecó – implantada e em operação;
8. PCH Goiabeiras – rio Chapecó – Projeto Básico aprovado pela ANEEL e estudos ambientais protocolados no IMA-SC;
9. CGH Taborda – rio Taborda, afluente do rio Chapecó – implantada e em operação;
10. PCH Rondinha – rio Chapecó – implantada e em operação;

Na sequência destas usinas, foi realizada a AAI ou AIBH do Médio Chapecó (já aprovada pelo IMA), iniciada com a PCH Barreiros, a qual tem Projeto Básico aprovado logo a

jusante da PCH Rondinha, até a PCH Criciúma. Neste trecho foram estudadas a implantação de 4 PCHs. Ressalta-se que as PCHs Santa Rosa e Prainha, neste trecho do médio Chapecó, que não foram inseridas no mesmo, estão sendo estudas numa reavaliação da AIBH.

A jusante deste trecho, até a UHE Quebra-Queixo, não há estudo de Avaliação Ambiental Integrada. Posterior a UHE-Quebra-Queixo, há, aprovada pelo IMA, a AIBH do Baixo Chapecó, que vai até a foz no rio Uruguai, e também engloba o trecho final do rio Chapecozinho.

Estas duas AIBH já aprovadas pelo IMA são detalhadas na sequência.

AAI do Médio Chapecó:

Descrição a seguir retirada na íntegra da AAI do Médio Chapecó:

A AAI do médio Rio Chapecó foi elaborada pela empresa Desenvolver Engenharia e Meio Ambiente com apoio da empresa Engera Engenharia e Gerenciamento de Recursos Ambientais e tem como empreendedor a empresa Guandalina Construções Eireli-ME.

O trecho de estudo do médio Rio Chapecó encontra-se entre as coordenadas geográficas Long. UTM 370931.29 m E, Lat. UTM 7059424.06 m S, a montante e Long. UTM 391157.51 m E, Lat. UTM 7049038.20 m S, a jusante, nas cotas 829,96 m a 757,00 m, aproximadamente nas áreas dos municípios de Abelardo Luz, Ouro Verde e Vargeão no estado de Santa Catarina.

Neste trecho conforme o despacho n° 333, de 10 de fevereiro de 2015 da ANEEL, aprova os estudos de Inventário Hidrelétrico com um potencial total de 38,99 MW distribuídos em quatro Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), sendo elas, PCH Barreiros (22,14 MW), PCH Criciúma (6,45 MW), PCH Araçá (3,10 MW) e PCH Aparecida (7,30 MW).

Destes empreendimentos a PCH Barreiros está prevista em projeto para possuir um lago (reservatório) com área superior a 200 ha (sendo área alagada efetiva de 131,75 ha), característica que, conforme a Lei 16.344/2014 e decreto 365/2015, torna necessária a realização de Avaliação Ambiental Integrada neste trecho de rio do inventário aprovado e supracitado, onde esta exigência é reafirmada pela FATMA através do ofício DILIC/GELRH nº 001252 de 07 de maio de 2015, diante da resposta da solicitação de Licença Ambiental Prévia da PCH Barreiros na FATMA (processo: DIV/174667CRO).

A Avaliação Ambiental Integrada do médio Rio Chapecó foi elaborada conforme estabelecido e proposto no Termo de Referência elaborado em Maio de 2016 e readequado e protocolado novamente em outubro de 2016, conforme solicitação do Ofício DILIC/GELRH nº 2975, e tem como objetivo a avaliação dos impactos socioambientais cumulativos e sinergéticos do conjunto de aproveitamentos inventariados nas cotas 829,96 m a 757,00 m, Rio Chapecó.

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

Cenário 0 – Configuração atual

Esse cenário configura as condições atuais, sem a implantação de nenhum novo empreendimento hidrelétrico no médio Rio Chapecó.

Cenário 1 – Instalação de todos os aproveitamentos analisados

O cenário 1 prevê a instalação de todos os empreendimentos inventariados no médio rio Chapecó. Nesse cenário ocorre o aproveitamento integral de todo o potencial hidrelétrico no trecho desta AAI e pode-se avaliar o grau de interferência de cada aproveitamento nos critérios em análise.

Os empreendimentos que compõe esse cenário são:

1. PCH Barreiros

2. PCH Criciúma

3. PCH Araçá

4. PCH Aparecida

Cenário 2 – Empreendimento com maior interesse econômico e ecológico

Esse cenário prevê apenas a instalação da PCH Barreiros, por ser o empreendimento com a maior potência instalada e por possuir ÍNDICE CUSTO BENEFÍCIO - ICB R$ / MWH atrativos, por consequência, a melhor atratividade econômica dentre os aproveitamentos analisados. Além disso, esse cenário objetivou avaliar a influência do aumento do trecho livre na avaliação integrada para manutenção da diversidade e riqueza da fauna e flora, dependentes de ambientes naturais de rios, bem como a conservação de ambientes de beleza cênica.

Cenário 3 - Empreendimentos com interesse econômico

Esse cenário prevê a instalação das PCHs Barreiros e Aparecida, por serem os dois empreendimentos com os melhores ÍNDICES CUSTO BENEFÍCIO - ICB R$ / MWH, por consequência, a melhor atratividade econômica dentre os aproveitamentos analisados. Além disso, esse cenário objetivou avaliar a influência do aumento do trecho livre na avaliação integrada para manutenção da diversidade e riqueza da fauna e flora, dependentes de ambientes naturais de rios entre a casa de força da PCH Barreiros e lago da PCH Aparecida, bem como trecho livre de rio a jusante da PCH Aparecida no cenário atual, considerando apenas as PCHs e UHEs instaladas atualmente no médio Rio Chapecó.

AAI do Baixo Chapecó:

Descrição a seguir retirada na íntegra da AIBH do Baixo Chapecó:

O presente documento reúne os resultados da Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do rio Chapecó – Trecho Baixo Chapecó, compreendido a jusante da UHE Quebra Queixo1 (El. 430 m) até a foz do rio Chapecó no rio Uruguai (El. 211 m); e; no rio Chapecozinho, da jusante da PCH Salto Voltão2 (El. 424 m) até a sua foz no rio Chapecó, na região hidrográfica do Meio Oeste no Estado de Santa Catarina, Brasil.

Este estudo visa atender o Termo de Referência aprovado pela Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (FATMA), por meio de Ofício DILIC/GEAIA/GELRH N° 2.466 de 02 de agosto de 2012 (Anexos I e II) e ao "Termo de Referência para elaboração de Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica" no

estado de Santa Catarina aprovado pela Portaria N° 68 da FATMA de 14 de maio de 2014.

Neste sentido, esta Avaliação Ambiental Integrada dedicou-se primeiramente em diagnosticar a situação socioambiental atual da área de estudo rio Chapecó - trecho compreendido entre a jusante da UHE Quebra Queixo (El. 430 m) até a foz do rio Chapecó no rio Uruguai (El. 211 m); e; no rio Chapecozinho, da jusante da PCH Salto Voltão (El. 424 m) até a sua foz no rio Chapecó, na região hidrográfica do Meio Oeste no estado de Santa Catarina, Brasil.

Em seguida o estudo avaliou as fragilidades e potencialidades identificadas no Trecho Baixo Chapecó, no cenário atual e ao longo dos próximos 20 anos. Para isto, foi utilizada uma série de indicadores e metodologias de projeção que possibilitaram não só calcular o grau de ocorrência das fragilidades e potencialidades, mas também a espacialização das mesmas.

Em seguida, foi realizada a avaliação dos impactos socioambientais a fim de identificar, quantificar e espacializar os efeitos cumulativos e sinérgicos decorrentes da implantação dos 09 (nove) empreendimentos para assim, propor diretrizes e recomendações a fim de mitigá-los. Para isto, foram também utilizadas como subsídio informações advindas da identificação dos conflitos presentes no trecho e da Modelagem Ambiental (Modelo de Hidrodinâmica, de Qualidade da Água e de Sedimentologia) de toda a extensão do trecho em estudo nos rios Chapecó e Chapecozinho em dois cenários de vazão: vazão normal e vazão de estiagem. Por fim, também foram identificados potenciais conflitos que possam surgir ao longo dos cenários de médio e longo prazo em decorrência da implantação dos empreendimentos.

Proposta de Trecho de Estudo para AAI do Alto Chapecó

Levando em consideração essas premissas, assim como que já há um estudo aprovado no trecho logo a jusante da PCH Rondinha, estipulou-se o trecho de estudo até a casa de força da PCH Rondinha, pelos seguintes motivos:

1. Este trecho engloba a PCH Amparo e PCH Goiabeiras;
2. As usinas de montante da PCH Amparo já instaladas (PCHs Contestado, Cel. Araújo, das Pedras e Salto Santo Antônio) já tem um bom período de monitoramento, e já se sabe o impacto das mesmas, sendo estes dados utilizados na AIBH. A montante da PCH Contestado não há potencial hidroenergético.
3. Logo a jusante da PCH Amparo tem-se a PCH Victor Baptista Adami, com maior reservatório entre todas do trecho, também com um bom período de operação e dados de monitoramento ambiental. É uma tendência o reservatório desta PCH absorver os impactos das PCH de montante.
4. A jusante da PCH Victor Baptista Adami, tem-se o trecho livre da PCH Goiabeiras, sendo esta de mais difícil implantação imediata, dado o imbróglio por estar inserida no PARNA das Araucárias;
5. Em seguida está implantada a PCH Rondinha, a qual teve seu impacto computado nos estudos da AAI do médio Chapecó, dado que foi feito um levantamento dos dados de monitoramento durante a fase de operação desta usina.
6. A jusante da PCH Rondinha já foi realizado a AAI do Médio Chapecó, aprovada pelo IMA, e está sendo realizado um estudo de ajuste para inserção das PCHs

Santa Rosa e Prainha, que ficaram de fora da primeira AAI ou AIBH do Médio Chapecó.

4.2 ABRANGÊNCIA TEMPORAL

Conforme já descrito, esta AAI ou AIBH tem por objetivo avaliar a implantação da PCH Amparo e da PCH Goiabeiras no trecho do alto rio Chapecó, entre aproveitamentos já implantados e em operação, conforme lista a seguir:

1. CGH Tonet – rio da Roseira, afluente do rio Chapecó – implantada e em operação;
2. PCH Contestado – rio Chapecó – implantada e em operação;
3. PCH Coronel Araújo – rio Chapecó – implantada e em operação;
4. PCH das Pedras – rio Chapecó – implantada e em operação;
5. PCH Salto Santo Antônio – rio Chapecó – implantada e em operação;
6. PCH Amparo – rio Chapecó – Projeto Básico aprovado pela ANEEL e estudos ambientais protocolados no IMA-SC;
7. PCH Victor Baptista Adami (antiga Passos Maia) – rio Chapecó – implantada e em operação;
8. PCH Goiabeiras – rio Chapecó – Projeto Básico aprovado pela ANEEL e estudos ambientais protocolados no IMA-SC;
9. CGH Taborda – rio Taborda, afluente do rio Chapecó – implantada e em operação;
10. PCH Rondinha – rio Chapecó – implantada e em operação;

Desta forma serão avaliados três cenários da seguinte forma:

4.2.1 Cenário 1 – Cenário Atual

Este cenário objetiva o estudo da situação atual da bacia, sem a implantação de novas PCHs. Sendo assim, este cenário tem-se os 8 aproveitamentos hidrelétricos já instalados e em operação no trecho do alto rio Chapecó, objeto desta AIBH, conforme itemizado acima.

4.2.2 Cenário 2 – Cenário Futuro – Horizonte de 5 a 10 anos

Este Cenário 2 – Cenário Futuro, de horizonte de 5 a 10 anos, prevê somente a implantação da PCH Amparo, considerando a continuidade de todos AHEs do Cenário 1. Este cenário se deu pela PCH Amparo já ter Projeto Básico aprovado junto a ANEEL e ter dado entrada no processo de licenciamento junto ao IMA-SC, para obtenção da LAP. Não foi considerado nesse cenário a implantação da PCH Goiabeiras, dado que a mesma fica na área do PARNA das Araucárias, e possui maiores dificuldades quanto sua implantação, dado que terá que obter a anuência do Parque Nacional. Sendo assim, apesar da PCH Goiabeiras ter Projeto Básico aprovado na ANEEL e também ter dado entrada no licenciamento ambiental junto ao IMA-SC, espera-se um maior prazo para sua implantação, se ocorrer.

4.2.3 Cenário 3 – Cenário Futuro – Horizonte de 10 a 20 anos

Neste cenário estuda-se a implantação da PCH Goiabeiras, além de todas as usinas do Cenário 2.

5 CARACTERIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS

5.1 HISTÓRICO DOS AHES NA ANEEL

Como já descrito, atualmente há 8 usinas instaladas e em operação, e duas com Projeto Básico aprovado pela ANEEL, no trecho do alto rio Chapecó em estudo, sendo elas:

1. CGH Tonet – rio da Roseira, afluente do rio Chapecó – implantada e em operação;
2. PCH Contestado – rio Chapecó – implantada e em operação;
3. PCH Coronel Araújo – rio Chapecó – implantada e em operação;
4. PCH das Pedras – rio Chapecó – implantada e em operação;
5. PCH Salto Santo Antônio – rio Chapecó – implantada e em operação;
6. PCH Amparo – rio Chapecó – Projeto Básico aprovado pela ANEEL e estudos ambientais protocolados no IMA-SC;
7. PCH Victor Baptista Adami (antiga Passos Maia) – rio Chapecó – implantada e em operação;
8. PCH Goiabeiras – rio Chapecó – Projeto Básico aprovado pela ANEEL e estudos ambientais protocolados no IMA-SC;
9. CGH Taborda – rio Taborda, afluente do rio Chapecó – implantada e em operação;
10. PCH Rondinha – rio Chapecó – implantada e em operação.

Em 04 de dezembro de 2002, através do Despacho nº 775, com posterior alterações no Despacho nº 949, de 04 de abril de 2009, a ANEEL aprovou os estudos de Inventário Hidroenergético do Alto Rio Chapecó, desenvolvidos pela RTK Consultoria Ltda., atual RTK Engenharia Ltda., com 8 PCHs, conforme mostra o Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – AHEs Aprovados no DSP ANEEL nº 949 do Inventário Hidroenergético do Alto Rio Chapecó.

Aproveitamento	Coordenadas Geográficas do Eixo do Barramento	Posição (Dist. da Foz) [km]	Área de Drena-gem [km²]	N.A máximo normal de montante [m]	N.A normal de jusante [m]	Potência Instalada [MW]	Área do Reserva-tório [km²]
Rondinha	26°41'08" S 52°02'36" W	306	1.120	881,90	858,30	7,70	0,63
Goiabeiras	26°41'46" S 51°59'39" W	317	980	912,0	881,90	8,40	2,90
Passos Maia*	26°42'31" S 51°55'11" W	337	880	1012,00	929,00	23,10	1,63
Amparo	26°41'34" S 51°51'12" W	354	785	1041,50	1016,00	6,30	1,21
Salto Santo Antônio	26°41'55" S 51°49'26" W	360	750	1074,90	1041,90	5,90	0,37
Das Pedras	26°41'11" S 51°46'49" W	370	695	1097,90	1076,00	4,40	0,72
Cel. Araújo*	26°40'21" S 51°45'09" W	376	610	1129,00	1098,60	5,80	0,87
Contestado*	26°40'24" S 51°43'01" W	386	595	1159,00	1129,00	5,60	2,20

(*) Aproveitamentos Outorgados

Conforme já descrito, até a presente data, apenas as PCHs Amparo e Goiabeiras não estão instaladas e operando, porém ambas possuem DRS de aprovação dos Projetos Básicos, sendo estas respectivamente, DRS DSP ANEEL nº 010, em nome de Adami Madeiras S/A, de 05 de janeiro de 2016, e DRS DSP ANEEL nº 3.010, em nome de Goiabeiras Geradora de Energia Elétrica Ltda., de 18 de novembro de 2016. As principais informações dos despachos encontram-se nos quadros a seguir (Quadro 2 a Quadro 5).

Quadro 2 – Características da Proposta de Sumário Executivo da PCH Amparo.

PCH Amparo	Estudos de Inventário	Sumário Executivo
Localização do barramento	26°41'34"S 51°51'12"W	26°41'50"S 51°51'19,5"W
NA Montante (m)[3]	1041,5	1040,5
NA Jusante (m)	1016	1014,85
Queda Bruta (m)	25,5	25,65
Área do Reservatório (km²)	1,21	1,06
Potência (kW)	6300	7500
Vazão Qmlt[4] (m³/s)	22,9	27,25

Quadro 3 – Parâmetros de Garantia Física Homologados – PCH Amparo.

PCH Amparo	Sumário Executivo
Potência Instalada Total (kW)	7.500
Número de Unidades Geradoras	2
Potência por gerador (kVA)/fator de potência	4.167 / 0,9
Potência por turbina (kW)/ engolim. mínimo (m³/s)	3.866 / 5,30
Rendimento da turbina	93,00%
Rendimento do gerador	97,00%
TEIF: Taxa equivalente de indisp. forçada (%)	1,00%
IP: Indisponibilidade programada (%)	1,00%
h: Perdas hidraúlicas nominais (m)	1,74
H_b: Queda bruta nominal (m)	25,65
Perdas elétricas até o ponto de conexão (%)	0,64%
Consumo Interno (kW médio)	112,5
Vazão Remanescente do Aproveitamento (m³/s)	2,74
Vazão de Usos Consuntivos (m³/s)	0,25
Série de Vazões Médias Mensais	Conforme Anexo

Quadro 4 – Características da Proposta de Sumário Executivo da PCH Goiabeiras.

PCH Goiabeiras	Estudos de Inventário	Sumário Executivo
Localização do Barramento	26°41'46"S 51°59'39"W	26°41'53"S 51°59'45"W
NA Montante (m)	912	912
NA Jusante (m)	881,9	884
Queda Bruta (m)	30,1	28
Área do Reservatório (km²)	2,9	0,48
Potência (kW)	8.400	12.300
Energia Média (kWméd)	5.310	7.110
Vazão Q_{MLT}[2] (m³/s)	28,5	35,79

Quadro 5 – Parâmetros de Garantia Física Homologados – PCH Goiabeiras.

PCH GOIABEIRAS	Sumário Executivo
Coordenadas do eixo do barramento	26°41'53"S 51°59'45"W
Coordenadas da casa de força	26°41'20"S 52°0'30"W
Potência Instalada Total (kW)	12.300
Número de Unidades Geradoras	3
Potência instalada por gerador (kVA)	4556
Fator de potência por gerador (p.u.) (0,00 a 1,00)	0,9
Potência instalada por turbina (kW)	4227
Engolimento unitário mínimo por turbina (m³/s)	8,72
Rendimento nominal por turbina (%)	92,00%
Rendimento nominal por gerador (%)	97,00%
TEIF: Taxa equivalente de indisponibilidade forçada da usina (%)	2,00%
IP: Indisponibilidade programada da usina (%)	1,00%
h: Perdas hidráulicas nominais (m)	1,36
H_b: Queda bruta nominal (m)	28
$Perdas_{con}$: Perdas elétricas até o ponto de conexão (%)	1,60%
C_{int}: Consumo Interno do aproveitamento (kW médio)	23
qr: Vazão Remanescente do aproveitamento (m³/s)	1,2
qu: Vazão de Usos Consuntivos a montante (m³/s)	0
Série de Vazões Médias Mensais	Conforme Anexo

O Quadro 6 seguir apresenta o resumo dos AHEs no trecho estudo, com suas principais características e fase em que se encontram. Ressalta-se que a seguir são apresentadas em detalhes as características dos AHEs, descritos um a um, na sequência de montante para jusante. O Caderno de Desenhos apresenta os arranjos gerais com reservatórios de cada AHE (desenhos 3A a 3H do caderno de mapas e desenhos).

Quadro 6 – Resumo das Principais Características dos AHEs no Trecho de Estudo.

AHEs	Rio	Proprietário	Potência Instalada	NA Normal Montante	NA Normal Jusante	Área de Drenagem	Área do Reservatório	Vol. do Reservatório	Alt. Máx. do Barram.	Trecho de Vazão Reduzida	Coord. Barramento		Coord. Casa de Força		Aspecto Legal	Situação	Início da Operação
			MW	m	m	km²	km²	hm³	m	km	Sul	Oeste	Sul	Oeste			
CGH Tonet	da Roseira	Hidrelétrica Tonet Ltda.	0,76	1224,00	1196,50	127,30	0,00	0,00	0,00	0,00	26°42'24,65"	51°36'32,13"	26°42'24,65"	51°36'32,13"	DSP 2084/2015	Em operação	01/05/1975
PCH Contestado	Chapecó	Contestado Energética S.A.	5,60	1159,00	1130,45	595,00	1,78	1,75	3,00	3,75	26°40'30,18"	51°42'56,05"	26°40'36,24"	51°43'18,18"	REA ANEEL nº 1373/2008	Em operação	01/11/2007
PCH Cel. Araújo	Chapecó	Coronel Araújo Energética S.A.	5,80	1129,00	1098,18	610,00	0,86	1,79	5,00	0,38	26°40'34,07"	51°45'11,67"	26°40'37,39"	51°45'20,40"	REA ANEEL nº 1358/2008	Em operação	01/11/2007
PCH das Pedras	Chapecó	Euclides Maciel Energética S.A.	5,60	1097,90	1075,68	695,00	0,46	2,25	13,00	4,13	26°40'44,86"	51°46'52,48"	26°40'47,00"	51°47'09,18"	REA ANEEL nº 5208/2015	Em operação	23/12/2017
PCH Salto Santo Antônio	Chapecó	Chapecozinho energética S.A.	9,00	1071,90	1040,55	750,00	0,37	0,09	1,90	0,55	26°41'58,32"	51°49'27,80"	26°42'04,01"	51°49'35,61"	REA ANEEL nº 6583/2015	Em operação	23/03/2019
PCH Amparo	Chapecó	Adami S.A. - Madeiras	7,50	1040,50	1014,85	785,00	1,06	1,18	7,00	6,90	26°41'50,00"	51°51'19,50"	26°42'04,07"	51°52'08,41"	DSP-DRS - ANEEL - 10/2016	Projeto Básico	
PCH Victor Baptista Adami	Chapecó	Passos Maia Energética S.A.	25,00	1012,00	929,04	880,00	1,75	13,8	26,00	8,05	26°42'12,48"	51°55'07,65"	26°41'49,57"	51°56'05,44"	REA ANEEL nº 1880/2009	Em operação	18/02/2012
PCH Goiabeiras	Chapecó	Goiabeiras Geradora de Energia Elétrica Ltda.	12,30	912,00	884,00	980,00	0,48	2,39	14,00	4,25	26°41'53,00"	51°59'45,00"	26°41'20,00"	52°00'30,00"	DSP-DRS - ANEEL - 3010/2016	Projeto Básico	
CGH Taborda	Taborda	Madeira Stella Ltda.	0,080	ND*	ND*	ND*	ND *	ND *	ND *	0,15	26°40'34,08"	52°0'30,15"	26°40'39,20"	52°0'31,65"	Ofc. ANEEL nº 836/2016	Em operação	10/02/1969
PCH Rondinha	Chapecó	Rondinha Energética S.A.	9,60	881,90	858,00	1120,00	0,62	3,02	16,00	4,37	26°40'55,65"	52°02'43,76"	26°41'08,91"	51°02'54,22"	REA ANEEL nº 4252/2013	Em operação	04/06/2014

ND = Não disponível

5.2 CGH TONET

A CGH Tonet, com 0,76 MW de potência Instalada, de propriedade da Hidrelétrica Tonet Ltda., localizada no rio da Roseira, afluente pela margem esquerda do rio Chapecó, entrou em operação em 01 de maio de 1975. A CGH Tonet não possui barramento, em consequência não tem reservatório, apenas um desvio para o circuito de geração, que fica logo a jusante, aproveitando da queda natural (queda bruta de 27,50 m., com N.A. normal de montante na cota 1224,00 m. e N.A. normal de jusante na cota 1196,50 m.), conforme pode ser observado nas figuras a seguir (Figura 1 e Figura 2), obtidas no Google Earth (novembro/2019). Com isso sua influência na bacia é muito pequena e pontual.



Figura 1 – Local do Arranjo Geral da CGH Tonet.



Figura 2 – Foto de autoria de Leonardo Facin, obtida no Google Earth, no local da CGH Tonet, mostrando sua queda natural, estrutura de toma d'água e ausência de barramento.

5.3 PCH CONTESTADO

A PCH Contestado, da empresa Contestado Energética S.A., é a primeira PCH de montante para jusante implantada e em operação no rio Chapecó. Teve seu Projeto Básico aprovado pela ANEEL através do DSP nº 231, de 18 de março de 2004, e revisão aprovada pelo DSP nº 3.103 de 09 de outubro de 2007, conforme Quadro 7 a seguir.

Quadro 7 – DSP ANEEL nº 3.103/2007 de Revisão do Projeto Básico

Potência Instalada [MW]	Coordenadas Geográficas do Eixo do Barramento	N. A. máximo normal de montante [m]	N. A. normal de jusante [m]	Área do Reservatório [km^2]
5,60	26º 40' 24" S 51º 43' 01" W	1.159,00	1.130,45	1,777

A PCH Contestado entrou em operação em 01 de novembro de 2007, com Resolução Autorizativa da ANEEL – REA nº 234 de 05 maio de 2004 para sua implantação, e DSP ANEEL nº 3.267, de 31 de outubro de 2007, liberando as duas unidades geradoras. Ressalta-se que a REA ANEEL nº 1.373 de 20 de maio de 2008 regulamentou a ampliação da potência instalada para 5,60 MW, conforme Projeto Básico de revisão.

A Figura 3 a seguir, assim como em maiores detalhes no desenho 3A do Caderno de Desenhos, apresenta o circuito de geração da PCH Contestado já implantada e em operação no rio Chapecó.



Figura 3 – Localização da PCH Contestado.

5.3.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH Contestado

O reservatório da PCH Contestado, para o nível d'água normal de operação na El. 1.159,00 m apresenta uma área inundada de 1,28 km^2, obtida a partir da restituição 1:10.000. Nesta cota, o reservatório deverá acumular um volume de cerca de 1,25 hm^3.

As desapropriações deverão considerar a faixa ciliar mínima de 30 m. Não foram detectadas benfeitorias remanescentes ao longo do reservatório, que corresponde ao nível do reservatório para a cheia de 100 anos de recorrência.

O reservatório deverá alagar uma área de 1,28 km^2, dos quais, cerca de 0,54 km^2 correspondem à própria calha atual do rio. Assim, a área de desapropriação deverá ser de cerca de 0,74 km^2, mais a área de preservação, faixa ciliar, de 1,08 km^2 totalizando uma área de desapropriação de aproximadamente 1,82 km^2.

A concepção do desvio do rio tem com base:

- O porte do rio Chapecó;

- A existência de dois períodos hidrológicos distintos no rio Chapecó induz que o desvio do rio deva ser realizado com prioridade no início do período hidrológico seco, de modo a dimensionar a estrutura de desvio, vãos rebaixados, para uma vazão de apenas 139 m³/s;
- Possibilidade de galgamento da barragem pois o barramento será em concreto e terá apenas 2,5 m de altura máxima, sendo dividida em vinte e cinco blocos de 13 a 15 m.

O manejo do rio foi dividido em etapas, que reduzem riscos de danos na ocorrência de grandes enchentes.

As estruturas para o desvio são:

- Oito vãos rebaixados, com 4,5 m de largura (L). Os vãos estão situados na calha do rio, próximo a margem esquerda;
- Será necessária apenas a ensecadeira de enrocamento e terra de montante na El. 1.158,50 m.

A barragem concebida para o aproveitamento de Contestado, durante o Projeto Básico, é em concreto ciclópico. Entretanto, o arranjo apresentado é compatível com barragens de concreto a gravidade executadas por qualquer outro meio, como por exemplo, concreto convencional ou massa.

A estrutura em concreto a gravidade, com 3 m de altura máxima, apresenta paramento de jusante vertical e paramento de montante inclinado em 1,00H:1,00V.

A fundação da barragem/vertedouro se assenta sobre rocha basáltica sã.

Estão previstas injeções da fundação para consolidação e a complementação da vedação.

Em função da geometria e o baixo nível de carregamento, faz com que a estrutura fique submetida a baixos níveis de tensão, permitindo a simplificação do processo de injeção e drenagem.

O vertedouro da PCH Contestado foi projetado sobre o maciço da barragem de concreto, no alinhamento da calha natural do rio e tem comprimento total de 260 m, sendo 247,50 m adequado frente à vazão de projeto, 985 m³/s, o que resulta uma vazão específica de apenas 4 m³/s/m.

Devido às pequenas dimensões do reservatório, o que resulta em elevações muito rápidas do nível d'água em caso de cheias, foi concebido vertedouro de superfície sem controle de comportas, por ser mais seguro, não exigindo operação nem investimento em equipamentos e em manutenção.

O projeto apresenta crista na El. 1.159,00 m, correspondente ao nível normal de operação do reservatório, com perfil tipo USBR, seguido de calha em degraus em concreto convencional, sem qualquer dispositivo de dissipação além dos degraus, prevendo-se apenas o tratamento ou conformação da posição de impacto residual do escoamento.

Esta cota é suficiente para que a barragem / vertedouro tenha capacidade adequada frente à cheia de projeto de 985 m³/s (1:1.000), que atinge o seu nível máximo na El. 1.160,60 m.

Considerou-se a cheia de 100 anos como o limite da área de inundação. Esta cheia, com pico de 494 m³/s, é descarregada pelo vertedouro com nível máximo na El 1.160,00 m.

O sistema de adução está situado na margem direita sendo composto basicamente de canal de adução, tomada d'água dupla do tipo gravidade em concreto e condutos forçados metálicos.

O canal de adução tem seu início localizado logo a montante da barragem na margem direita e possui uma seção molhada retangular escavada em rocha basáltica, com 7 m de largura e com fundo na El. 1.155,00 m. O comprimento do canal é de 300 m.

A tomada d'água com a função de promover o controle do escoamento do canal de adução para o conduto forçado, tem coroamento na El. 1.161,50 m, mais um muro de 1,00 m para proteção de enchentes e a soleira das comportas na El. 1.162,50 m.

Isto permite a operação do reservatório desde o nível máximo normal, El. 1.159,00 m, até o nível d'água mínimo operacional, El. 1.158,50 m, em condições adequadas de submergência.

A estrutura da tomada d'água é em concreto armado a gravidade aliviada parcialmente engastada na rocha, apresentando 10,0 m de altura por 5,1 m de largura e comprimento de 9 m.

A tomada d'água apresenta uma comporta ensecadeira e grade a montante. Para a movimentação das comportas foi prevista uma talha sobre um pórtico fixo de concreto.

O conduto forçado metálico, com 2,50 m de diâmetro, possui extensão de 109 m até a turbina.

A perda de carga no circuito de adução foi estimada em 0,97 m para a potência nominal.

Projetada para abrigar uma (01) unidade hidrogeradora, do tipo Kaplan tubular, de 5,4 MW, a casa de força da PCH Contestado será do tipo abrigada.

O acesso principal, localizado na margem direita hidráulica, encontra o pátio de manobra implantado na El.1.133,90 m, a partir do qual será possível descarregar e movimentar os equipamentos, assim como o transformador elevador que ficará instalado neste mesmo pátio, em local dotado de bacia de coleta de óleo. Neste pátio, estão previstas a instalação das estruturas civis da saída de linha, o tanque separador de água/óleo, a fossa séptica, e a subestação.

Na plataforma de jusante, na El. 1.134,00 m encontra-se o acesso da bomba de esgotamento, assim como a ranhura da comporta do tubo de sucção, as quais serão movimentadas pela ponte rolante.

A área de descarga/montagem está localizada na plataforma de jusante na elevação 1.134,00 m. Nesta mesma elevação localiza-se o prédio anexo que abriga a sala de baterias, a sala do gerador diesel de emergência, os sanitários, a copa e a sala de controle, com visuais para a sala de máquinas.

Na El. 1.139,70 m está prevista a instalação da ponte rolante, cobrindo todo o comprimento da casa de força, inclusive a área de montagem/descarga.

Na El. 1.128,00 m, abaixo da plataforma de jusante e acima das estruturas do tubo de sucção, está prevista a instalação da Galeria Elétrica que concentra todos os painéis elétricos.

Na El. 1.122,70 m está prevista a instalação do grupo gerador e a bomba de drenagem.

O sistema de ventilação é composto por exaustores axiais instalados na parede esquerda hidráulica, e por venezianas instaladas na parede direita hidráulica, acima da cobertura do prédio anexo.

O edifício da casa de força apresenta uma largura de 15,15 m, por um comprimento total de 16,75 m. A superestrutura será em concreto armado.

As paredes de vedação do corpo principal serão executadas em alvenaria rebocada, solidárias aos pilares de concreto da ponte rolante.

A vedação das paredes localizadas acima da elevação da viga da ponte rolante será em venezianas de fibra de vidro, estruturadas por pilares metálicos.

A cobertura será estruturada por meio de treliças metálicas que sustentarão as telhas de aço pré-pintadas tipo sanduíche.

A integração da usina ao sistema de transmissão da Região Sul se dará no módulo de saída da PCH Coronel Araújo, através de uma Linha de Transmissão de aproximadamente 6 km, circuito simples, com o dimensionamento preliminar de cabo ACSR 1/0 AWG.

A PCH Coronel Araújo se interliga na SE de 34,5kV da CELESC em Campina da Alegria (Celulose Irani). Está previsto a instalação de um módulo de Entrada de Linha em 34,5 kV naquela SE.

O módulo de 34,5 kV será construído segundo o padrão CELESC e será constituído por seccionadores de isolamento, disjuntor, para-raios / TP's / TC's onde necessários e Painel de Controle e Proteção.

5.3.2 Principais Alterações do Projeto Básico para Como Construído

A PCH Contestado teve algumas alterações fundamentais em sua construção, homologadas pela ANEEL, em relação ao Projeto Básico. A primeira em relação a potência instalada, que passou para 5,6 MW, com 2 máquinas Kaplan ao invés de 1. A segunda que cabe ressaltar é a área do reservatório que pelos levantamentos chegou a 1,78 km², contra os 1,28 km² divulgado no Projeto Básico. Outra questão é que o nível normal de jusante passou de 1.129,05 m para 1.130,45 m.

5.4 PCH CORONEL ARAÚJO

A PCH Cel. Araújo, da empresa Cel. Araújo Energética S.A., é a segunda PCH de montante para jusante implantada e em operação no rio Chapecó. Teve seu Projeto Básico aprovado pela ANEEL através do DSP nº 230, de 22 de março de 2004, e revisão aprovada pelo DSP nº 3.104 de 09 de outubro de 2007, conforme Quadro 8 a seguir.

Quadro 8 – DSP ANEEL nº 3.104/2007 de Revisão do Projeto Básico.

Potência Instalada [MW]	Coordenadas Geográficas do Eixo do Barramento	N. A. máximo normal de montante [m]	N. A. normal de jusante [m]	Área do Reservatório [km^2]
5,80	26º 40’ 21” S 51º 45’ 09” W	1.129,00	1.098,18	0,856

A PCH Cel. Araújo entrou em operação em 01 de novembro de 2007, com Resolução Autorizativa da ANEEL – REA nº 231 de 05 maio de 2004 para sua implantação, e DSP ANEEL nº 3.112, de 10 de outubro de 2007, liberando as duas unidades geradoras. Ressalta-se que a REA ANEEL nº 1.358 de 29 de abril de 2008 regulamentou a ampliação da potência instalada para 5,80 MW, conforme Projeto Básico de revisão.

A Figura 4 a seguir, assim como em maiores detalhes no desenho 3B do Caderno de Desenhos, apresenta o circuito de geração da PCH Cel. Araújo já implantada e em operação no rio Chapecó.



Figura 4 – Localização da PCH Cel. Araújo.

5.4.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH Coronel Araújo

O reservatório da PCH Coronel Araújo, para o nível d'água normal de operação na El. 1.029,00 m apresenta uma área inundada de 0,67 km^2, obtida a partir da restituição 1:10.000. Nesta cota, o reservatório deverá acumular um volume de cerca de 1,4 hm^3.

As desapropriações deverão considerar a faixa ciliar mínima de 30 m. Não foram detectadas benfeitorias remanescentes ao longo do reservatório, que corresponde ao nível para a cheia de 100 anos de recorrência.

O reservatório deverá alagar uma área de 0,67 km^2, dos quais, cerca de 0,37 km^2 correspondem à própria calha atual do rio. Assim, a área de desapropriação deverá ser

de cerca de 0,40 km^2, mais a área de preservação, faixa ciliar de 0,25 km², totalizando uma área de desapropriação de aproximadamente 0,65 km^2.

A concepção do desvio do rio tem com base:

- O porte do rio Chapecó;
- A existência de dois períodos hidrológicos distintos no rio Chapecó induz que o desvio do rio deva ser realizado com prioridade no início do período hidrológico seco, de modo a dimensionar as adufas para uma vazão de apenas 150 m³/s;
- Possibilidade de galgamento da barragem tendo em vista que o barramento será em concreto e terá apenas 4,5 m de altura máxima, sendo dividida em vinte blocos de 9 m.

O manejo do rio foi dividido em etapas, que reduzem riscos de danos na ocorrência de grandes enchentes.

As estruturas para o desvio são:

- Oito adufas, quatro com seção de 3,0 m de largura (L) e 1,5 m de altura (H), e outras quatro com 3,0 m de largura (L) e 2,0 m de altura (H), com comprimento de 6 m. As adufas estarão situadas sob o maciço da barragem, o primeiro conjunto junto a margem direita, e o segundo próximo ao centro da calha;
- Será necessária apenas a ensecadeira de enrocamento e terra de montante na El. 1.127,00 m.

Com as adufas fechadas, com comporta ensecadeira de concreto, será executado o tamponamento definitivo.

A barragem concebida para o aproveitamento de Coronel Araújo, durante o Projeto Básico, é em concreto ciclópico. Entretanto, o arranjo apresentado é compatível com barragens de concreto a gravidade executadas por qualquer outro meio, como por exemplo, concreto convencional ou massa.

A estrutura em concreto a gravidade, com 5,0 m de altura máxima, apresenta paramento de montante vertical e paramento de jusante inclinado em 0,75H:1,00V.

A fundação da barragem/vertedouro se assenta sobre rocha basáltica sã.

Estão previstas injeções da fundação para consolidação e a complementação da vedação.

Em função da geometria e do baixo nível de carregamento, faz com que a estrutura fique submetida a baixos níveis de tensão, permitindo a simplificação do processo de injeção e drenagem.

O vertedouro da PCH Coronel Araújo foi projetado sobre o maciço da barragem de concreto, no alinhamento da calha natural do rio, e tem comprimento de 180 m, adequado frente à vazão de projeto de 1.005 m³/s, o que resulta numa vazão específica de apenas 5,6 m³/s/m.

Devido às pequenas dimensões do reservatório, o que resulta em elevações muito rápidas do nível d'água em caso de cheias, foi concebido vertedouro de superfície sem controle de comportas, por ser mais seguro, não exigindo operação nem investimento em equipamentos e em manutenção.

O projeto apresenta crista na El. 1.129,00 m, correspondente ao nível normal de operação do reservatório, com perfil tipo USBR, seguido de calha em degraus em

concreto convencional, sem qualquer dispositivo de dissipação além dos degraus, prevendo-se apenas o tratamento ou conformação da posição de impacto residual do escoamento.

Esta cota é suficiente para que a barragem / vertedouro tenha capacidade adequada frente à cheia de projeto de 1.005 m³/s (TR = 1.000 anos), que atinge o seu nível máximo na El. 1.130,90 m.

Considerou-se para o projeto do vertedouro uma cheia de 1.000 anos de recorrência, uma vez que se trata de barragem de pequena altura, em concreto e a inexistência de área significativa de risco a jusante para esta altura de barragem e natureza do vale. Para esta cheia de projeto e em função da calha do rio resultou em uma extensão da crista vertente de 180 m e uma vazão específica de 5,6 m³/s/m.

Considerou-se a cheia de 100 anos como o limite da área de inundação que deverá ser desapropriada. Esta cheia, com pico de 505 m³/s, é descarregada pelo vertedouro com nível máximo na El. 1.130,20 m.

O sistema de adução está situado na margem direita sendo composto basicamente de canal de adução, tomada d'água tripla do tipo gravidade em concreto e condutos forçados metálicos.

O canal de adução tem seu início localizado logo a montante da barragem na margem esquerda e possui uma seção molhada retangular escavada em rocha basáltica, com 7 m de largura e com fundo na El. 1.124,50 m. O comprimento do canal é de 115 m.

A tomada d'água com a função de promover o controle do escoamento do canal de adução para o conduto forçado, tem coroamento na El. 1.131,50 m, mais um muro de 1,00 m para proteção de enchentes e a soleira das comportas na El. 1.122,50 m.

Isto permite a operação do reservatório desde o nível máximo normal, El. 1.129,00 m, até o nível d'água mínimo operacional, El. 1.128,50 m, em condições adequadas de submergência.

A estrutura da tomada d'água é em concreto armado a gravidade aliviada, parcialmente engastada na rocha, apresentando 10,0 m de altura por 14,8 m de largura e comprimento de 12,5 m.

A tomada d'água apresenta uma comporta ensecadeira e grade a montante. Para a movimentação das comportas foi prevista uma talha sobre um pórtico fixo de concreto.

O conduto forçado metálico, com 2,50 m de diâmetro, possui extensão de 67 m até a turbina.

A perda de carga no circuito de adução foi estimada em 0,97 m para a potência nominal.

Projetada para abrigar uma (01) unidade hidrogeradora, do tipo Kaplan tubular, de 5,4 MW, a casa de força da PCH Coronel Araújo será do tipo abrigada.

O acesso principal, localizado na margem direita hidráulica, encontra o pátio de manobra implantado na El.1.103,90 m, a partir do qual será possível descarregar e movimentar os equipamentos, assim como o transformador elevador que ficará instalado neste mesmo pátio, em local dotado de bacia de coleta de óleo. Neste pátio, estão previstas a instalação das estruturas civis da saída de linha, o tanque separador de água/óleo, a fossa séptica, e a subestação.

Na plataforma de jusante, na El. 1.104,00 m encontra-se o acesso da bomba de esgotamento, assim como a ranhura da comporta do tubo de sucção, as quais serão movimentadas pela ponte rolante.

A área de descarga/montagem está localizada na plataforma de jusante na elevação 1.104,00 m. Nesta mesma elevação localiza-se o prédio anexo que abriga a sala de baterias, a sala do gerador diesel de emergência, os sanitários, a copa e a sala de controle, com visuais para a sala de máquinas.

Na El. 1.109,70 m está prevista a instalação da ponte rolante, cobrindo todo o comprimento da casa de força, inclusive a área de montagem/descarga.

Na El. 1.098,00, abaixo da plataforma de jusante e acima das estruturas do tubo de sucção, está prevista a instalação da Galeria Elétrica que concentra todos os painéis elétricos.

Na El. 1.093,70 está prevista a instalação do grupo gerador e a bomba de drenagem.

O sistema de ventilação é composto por exaustores axiais instalados na parede esquerda hidráulica, e por venezianas instaladas na parede direita hidráulica, acima da cobertura do prédio anexo.

O edifício da casa de força apresenta uma largura média de 5.8 m, por um comprimento total de 16,75 m. A superestrutura será em concreto armado.

As paredes de vedação do corpo principal serão executadas em alvenaria rebocada, solidárias aos pilares de concreto da ponte rolante.

A vedação das paredes localizadas acima da elevação da viga da ponte rolante será em venezianas de fibra de vidro, estruturadas por pilares metálicos.

A cobertura será estruturada por meio de treliças metálicas que sustentarão as telhas de aço pré-pintadas tipo sanduíche.

A integração da usina ao sistema de transmissão da Região Sul se dará na subestação de 23 kV da CELESC em Campina da Alegria (Celulose Irani), SC, através de uma Linha de Transmissão de aproximadamente 25 km, circuito simples, com o dimensionamento preliminar de cabo ACSR 266,8 MCM. Está previsto a instalação de um módulo de Entrada de Linha em 23 kV naquela SE.

O módulo de 23 kV será construído segundo o padrão CELESC e será constituído por secionadores de isolamento, disjuntor, para-raios / TP's / TC's onde necessários e Painel de Controle e Proteção.

5.4.2 Principais Alterações do Projeto Básico para Como Construído

A PCH Cel. Araújo teve algumas alterações fundamentais em sua construção, homologadas pela ANEEL, em relação ao Projeto Básico. A primeira em relação a potência instalada, que passou para 5,8 MW, com 2 máquinas Kaplan ao invés de 1. A segunda que cabe ressaltar é a área do reservatório que pelos levantamentos chegou a 0,86 km², contra os 0,67 km² divulgado no Projeto Básico. Outra questão é que o nível normal de jusante passou de 1.098,60 m para 1.098,18 m.

5.5 PCH DAS PEDRAS

A PCH das Pedras, da empresa Euclides Maciel Energética S.A., é a terceira PCH de montante para jusante implantada e em operação no rio Chapecó. Teve seu Projeto Básico aprovado pela ANEEL através do DSP nº 4.267, de 18 de novembro de 2009, o qual foi revogado e teve nova aprovação pelo DSP nº 656 de 08 de março de 2017, conforme Quadro 9 a seguir.

Quadro 9 – DSP ANEEL nº 656/2017 Aprovação do Projeto Básico.

Parâmetros	Valores
Potência Instalada Total (kW)	5.600*
Número de unidades	02
Potência por gerador (kVA) / fator de potência	3.150 / 0,9
Potência por turbina (kW) / engolimento mínimo (m^3/s)	2.925 / 3,75**
Rendimento nominal por turbina (%)	93,0
Rendimento nominal por gerador (%)	94,9
Taxa equivalente de indisponibilidade forçada (%)	2,0
Indisponibilidade programada (%)	1,0
Perdas hidráulicas nominais (m)	0,66
Queda bruta nominal (m)	22,22
Perdas elétricas até o ponto de conexão (%)	0,5
Consumo Interno (kW médio)	16,8
Vazão Remanescente do Aproveitamento (m^3/s)	1,76***
Vazão de Usos Consuntivos (m^3/s)	0,25***

Conforme a Resolução ANEEL nº 2.952, de 07 de junho de 2011.
Correspondente a 25% do engolimento nominal unitário (turbinas Kaplan).
* Estabelecido na Licença Ambiental de Instalação FATMA nº 4.707, de 24 de julho de 2017.

A PCH das Pedras entrou em operação em 23 de dezembro de 2017, com Resolução Autorizativa da ANEEL – REA nº 5.208 de 05 de maio de 2015 para sua implantação, e DSP ANEEL nº 4.364 de 22 de dezembro de 2017, liberando as duas unidades geradoras.

A Figura 5 a seguir, assim como em maiores detalhes no desenho 3C do Caderno de Desenhos, apresenta o circuito de geração da PCH das Pedras já implantada e em operação no rio Chapecó.



Figura 5 – Localização da PCH das Pedras.

5.5.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH das Pedras

O reservatório da PCH das Pedras, terá nível d'água normal de operação na El. 1097,90 m, com uma área alagada de 0,46 km^2, obtida a partir de levantamento aerofotogramétrico na escala 1:5000. Nesta cota, o reservatório deverá acumular um volume de cerca de 2,25 hm^3.

As desapropriações serão realizadas para o nível normal acrescidas de uma faixa de 30 m em cada margem, que descontada a calha do rio corresponde a 0,24 km^2 na margem esquerda e 0,26 km^2 na margem direita. Não estão previstas relocações por não existir nenhuma infraestrutura nas margens do reservatório.

A concepção do desvio do rio tem com base:

- O porte do rio Chapecó;
- A existência de dois períodos hidrológicos distintos no rio Chapecó induz que o desvio do rio deva ser realizado com prioridade no início do período hidrológico seco, de modo a dimensionar as estruturas de desvio para uma vazão de 211 m^3/s que corresponde ao pico da cheia para uma TR = 5 anos, período seco;
- Possibilidade de galgamento da barragem tendo em vista que o barramento será em concreto e terá apenas 13 m de altura máxima, sendo dividida em sete blocos.

O manejo do rio foi dividido em etapas, que reduzem riscos de danos na ocorrência de grandes enchentes.

As estruturas para o desvio são:

- Uma adufa, com seção de 3,0 m de largura (L) e 3,0 m de altura (H), e comprimento de 10,0 m e um bloco livre com 14,60 m de largura dividido em quatro vãos por pilares, situados margem direita;
- Ensecadeira principal de montante, de enrocamento e terra de montante na El. 1091,00 m e ensecadeira de jusante na El. 703,00 m, na segunda etapa.

O fechamento dos vãos do bloco livre será realizado com placas de concreto e a adufa será fechada com comporta ensecadeira metálica e posterior tamponamento definitivo.

A barragem/vertedouro concebida para o aproveitamento PCH Das Pedras, durante o Projeto Básico, é em concreto ciclópico na margem direita e leito do rio e de terra na margem esquerda.

A estrutura em concreto a gravidade, com 13 m de altura máxima, e 100 m de comprimento, apresenta paramento de montante vertical e paramento de jusante inclinado em 0,75H:1,00V. Na margem esquerda o fechamento do vertedouro com a ombreira é realizada com uma barragem de solo com 100 m de comprimento e altura máxima de 17 m, junto ao muro ala.

A fundação da barragem/vertedouro se assenta sobre rocha basáltica sã. Estão previstas injeções da fundação para consolidação e a complementação da vedação.

Em função da geometria e o baixo nível de carregamento, faz com que a estrutura fique submetida a baixos níveis de tensão, permitindo a simplificação do processo de injeção e drenagem.

O vertedouro da PCH das Pedras foi projetado sobre o maciço da barragem de concreto, no alinhamento da calha natural do rio.

Devido às pequenas dimensões do reservatório, o que leva a elevações muito rápidas do nível d'água em caso de cheias, a concepção resultou num vertedouro de superfície sem controle de comportas, por ser mais seguro, não exigindo operação nem investimento em equipamentos e manutenção.

O projeto apresenta crista na El. 1097,90 m, correspondente ao nível normal de operação do reservatório, com perfil tipo USBR, seguido de calha em degraus em concreto convencional. Para a dissipação de energia além dos degraus está previsto apenas a execução de uma curta laje junto ao pé da barragem para absorver o impacto residual do escoamento e evitar erosões.

Considerou-se, para cheia de projeto do vertedouro, a cheia de 1.000 anos de recorrência, com um pico de 1.189 m³/s, uma vez que se trata de barragem em concreto. O comprimento da crista vertente resultou em 80 m, com uma sobrelevação máxima do nível d'água de 3,5 m para esta cheia resultou uma vazão específica de 14,86 m³/s/m.

O sistema de adução está situado na margem direita, sendo composto basicamente de: tomada d'água, canal de adução, câmara de carga, condutos forçados metálicos e canal de fuga.

A tomada d'água com a função de promover o controle do escoamento no canal de adução tem coroamento na El. 1.102,00 m, a soleira das comportas na El. 1093,30 m. Além das comportas a estrutura conterá grades na sua entrada, para evitar a entrada de

material de maior dimensão. As comportas têm a função de controle de enchentes, evitando a elevação do nível d'água no canal de adução.

A estrutura da tomada d'água é em concreto armado à gravidade aliviada e apresenta 9,0 m de altura por 4,0 m de largura e comprimento de 7,0 m.

O canal de adução tem seu início localizado junto à barragem, possuindo uma seção, escavada em solo e rocha basáltica, com 7 m de largura e com fundo na El. 1093,00 m. O comprimento do canal é de 810 m.

A câmara de carga possui a função de promover o controle do escoamento para os condutos forçados e têm coroamento na El. 1.100,00 m. A soleira das comportas está na El. 1092,50 m o que permite a operação do reservatório desde o nível máximo normal, 1097,90 m, até o nível d'água mínimo operacional, 1097,50 m, em condições adequadas de submergência.

A tomada d'água apresenta duas comportas ensecadeiras e grades a montante. Para a movimentação da comporta foi prevista uma talha sobre um pórtico fixo de concreto.

Os condutos forçados possuem 2,5 m de diâmetro e 60 m de comprimento até as válvulas borboletas.

O canal de fuga terá seção escavada em solo e rocha com largura na base de 6,50 m e extensão de 270 m

A perda de carga no circuito de adução, deste a grade da tomada d'água até a restituição, canal de fuga, foi estimada em 0,50 m para a potência nominal.

Projetada para abrigar duas (02) unidades hidrogeradoras, do tipo Francis dupla de eixo horizontal, de 2,8 MW cada, a casa de força da PCH das Pedras será do tipo abrigada.

O nível de água do rio junto a casa de força para a cheia com tempo de recorrência de 1.000 anos, atinge a El. 1.081,80 m.

O acesso principal, localizado na margem direita hidráulica, encontra o pátio de manobra implantado na El. 1.082,00 m, a partir do qual será possível descarregar e movimentar os equipamentos, assim como o transformador elevador que ficará instalado neste mesmo pátio, em local dotado de bacia de coleta de óleo. Neste pátio, estão previstas a instalação das estruturas civis da saída de linha, o tanque separador de água/óleo, a fossa séptica, e a subestação.

Na plataforma de jusante, ainda na El. 1082,00 m encontram-se os acessos das bombas de esgotamento, assim como as ranhuras das comportas do tubo de sucção, as quais serão movimentadas com o auxílio de uma monovia instalada nos prolongamentos das vigas em balanço de concreto, estendendo-se por toda a fachada de jusante da casa de força.

A área de descarga/montagem está localizada na plataforma no lado direito hidráulico na elevação 1.082,00 m. Na mesma elevação 1.082,50 m localiza-se o prédio anexo que abriga a sala de baterias, a sala do gerador diesel de emergência, os sanitários, a copa e a sala de controle com visual para a sala de máquinas.

Na El. 1.090,00 m está prevista a instalação de uma ponte rolante, com capacidade de 350 KN, cobrindo todo o comprimento da casa de força, inclusive a área de montagem/descarga.

Na El. 1077,00 m está prevista a instalação dos grupos geradores e painéis elétricos.

O sistema de ventilação é composto por exaustores axiais instalados nas estruturas metálicas das esquadrias da parede de jusante, e por venezianas instaladas nas paredes de montante e jusante, localizadas acima da elevação da viga da ponte rolante.

O edifício da casa de força apresenta em seu corpo principal uma largura média de 10,20 m, por um comprimento total de 35,0 m. A superestrutura será em concreto armado.

As paredes de vedação do corpo principal serão executadas em concreto armado.

As paredes do corpo principal, acima do nível máximo de jusante, serão executadas em alvenaria rebocada, solidárias aos pilares de concreto da ponte rolante.

A vedação das paredes localizadas acima da elevação da viga da ponte rolante será em venezianas de fibra de vidro, estruturadas por pilares metálicos.

A cobertura será estruturada por meio de treliças metálicas que sustentarão as telhas de aço pré-pintadas tipo sanduíche.

A integração da PCH das Pedras ao sistema de transmissão se dará na subestação de Palmas/PR distante 30 km, conforme definido no Diagrama Unifilar de Integração.

A interligação será realizada através de LT em 34,5 kV, conjunta com as PCHs Coronel Araújo e Contestado em construção imediatamente a montante.

5.5.2 Principais Alterações do Projeto Básico para Como Construído

As principais alterações para o Projeto Básico Consolidado e Como Construído foram quanto ao circuito de geração a casa de força, conforme pode-se observar na Figura 6 a seguir. Pela imagem percebe-se que o barramento ficou na mesma posição, assim como a tomada de água e início do canal de adução, porém foi otimizado o terço final do canal de adução, posicionamento da casa de força e canal de fuga, por maior facilidade quanto a topografia.

O canal de adução passou a ter 400 m de comprimento e largura média de 25 m. O canal de fuga passou a ter um comprimento de 715 m. e largura média de 20 metros



Figura 6 – Alterações da PCH das Pedras – Como Construído.

5.6 PCH SALTO SANTO ANTÔNIO

A PCH Salto Santo Antônio, da empresa Chapecozinho Energética S.A., é a quarta PCH de montante para jusante implantada e em operação no rio Chapecó. A PCH Salto Santo Antônio teve sua operação iniciada no ano de 2003, com 2,18 MW. Após a construção de uma nova tomada d'água e nova cada de força, com duas unidades geradoras de 4,5 MW cada teve sua potência ampliada. Teve seu Projeto Básico de Ampliação aprovado pela ANEEL através do DSP nº 093, de 13 de janeiro de 2017, conforme Quadro 10 a seguir.

Quadro 10 – DSP ANEEL nº 093/2017 Aprovação do Projeto Básico.

PCH Salto Santo Antônio	Estudos de Inventário	Sumário Executivo
Localização do barramento	26°41'55"S 51°49'26"W	26°41'58"S 51°49'28"W
NA Montante (m)	1074,9	1071,9
NA Jusante (m)	1040,5	1040,55
Queda Bruta (m)	34,40	31,35
Área do Reservatório (km²)	0,37	0,024
Potência (kW)	5.900	9.000
Vazão Q_{MLT}[3] (m³/s)	21,9	26,43

PCH Salto Santo Antônio	Sumário Executivo
Potência Instalada Total (kW)	9.000
Número de Unidades Geradoras	2
Potência por gerador (kVA)/fator de potência	5.000 / 0,9
Potência por turbina (kW)/ engolim. mínimo (m^3/s)	4.500 / 8,68
Rendimento da turbina	90,00%
Rendimento do gerador	96,50%
Taxa equivalente de indisp. forçada (%)	2,00%
Indisponibilidade programada (%)	1,50%
Perdas hidráulicas nominais (m)	0,85
Queda bruta nominal (m)	31,35
Perdas elétricas até o ponto de conexão (%)	4,34%
Consumo Interno (kW médio)	80
Vazão Remanescente do Aproveitamento (m^3/s)	1
Vazão de Usos Consuntivos (m^3/s)	0,25
Série de Vazões Médias Mensais	Tabela 2

A ampliação da PCH Salto Santo Antônio entrou em operação em 21 de março de 2019, com Resolução Autorizativa da ANEEL – REA nº 6.583 de 29 de agosto de 2017 para sua implantação, e DSP ANEEL nº 819 de 20 de março de 2019, liberando as duas unidades geradoras.

Salienta-se ainda que o DSP nº 2.156, de 5 de agosto de 2019, autorizou a redução das perdas elétricas até o ponto de conexão de 4,34% para 1,87% e o consumo interno de 80 kW médio para 56,3 kW médio homologados pelo mencionado DRS-PCH para o cálculo da garantia física da PCH Salto Santo Antônio.

A Figura 7 a seguir, assim como em maiores detalhes no desenho 3D do Caderno de Desenhos, apresenta o circuito de geração da PCH Salto Santo Antônio já implantada e em operação no rio Chapecó.



Figura 7 – Localização da PCH Salto Santo Antônio.

5.6.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH Salto Santo Antônio

A concepção do arranjo geral da usina a ser repotenciada, mantém as mesmas características da usina existente e em operação, ou seja, com aproveitamento de um pequeno trecho de rio, onde há uma cachoeira, denominada de Salto Santo Antônio, com um desnível total de aproximadamente 32,00 m, considerando a barragem/soleira existente.

O barramento existente está locado a montante da cachoeira do Salto Santo Antônio, e a casa de força, a jusante, gerando assim um comprimento da adução de aproximado de 150 m. A água é desviada por um sistema de adução, através de condutos metálicos forçados até a casa de força e, posteriormente, restituída ao rio Chapecó.

O nível de água do reservatório permaneceu o mesmo da usina existente, ou seja, na El. 1071,90 m. O nível de água de jusante foi definido pela curva-chave do canal de fuga na El. 1.040,55 m.

A estrutura vertente da PCH Salto Santo Antônio é composta pelo vertedouro principal existente, em soleira livre vertente, no leito do rio, em concreto massa, descarregador de fundo existente, na margem esquerda em concreto convencional e vertedouro lateral

auxiliar, em concreto convencional, o qual foi projetado para um comprimento maior do existente com reforço estrutural.

O circuito de geração está localizado na margem direita do rio Chapecó e é constituído por câmara de carga existente, de tomada d'água a jusante e anexa à câmara de carga, ambas em concreto convencional, dois condutos forçados em aço, casa de força e canal de fuga.

A casa de força, já próxima ao rio, comporta duas unidades geradoras com potência nominal de 4,50 MW cada. As turbinas são tipo Francis de eixo horizontal rotor duplo com caixa espiral em aço. Em seguida, encontra-se o canal de fuga que restituirá as águas ao rio Chapecó.

No local do barramento, a usina existente conta com uma estrutura de desvio do rio do tipo adufa que, após o término das obras do barramento, permaneceu operacional (não foi tamponada), tendo sido utilizada como descarregador de fundo.

O descarregador de fundo tem a função de liberar para jusante os sedimentos acumulados no fundo do reservatório ao longo do tempo. Ele também é utilizado como complemento à estrutura vertente, que compreende o vertedouro principal e o vertedouro auxiliar, para escoamento das cheias de maior tempo de recorrência.

Para a repotenciação da usina, no local do barramento serão realizadas pequenas obras a montante do vertedouro principal e a jusante do vertedouro auxiliar que visam assegurar a estabilidade destas estruturas nas cheias de 1.000 e de 10.000 anos de recorrência. Para tais obras, notadamente se realizadas no período seco de regime do rio, não se prevê a necessidade de utilização do descarregador como estrutura de desvio do rio.

Na região da casa de força, é prevista uma ensecadeira para a proteção da escavação do desemboque do novo canal de fuga, avançando nesta seção do rio e provocando estrangulamento.

No local de desemboque do novo canal de fuga, foi realizado levantamento topobatimétrico da seção transversal do rio (vide ST-02). De acordo com este levantamento, a parte mais profunda do leito do rio encontra-se na EL. 1.038,84 m.

Em seu trecho inicial, ou seja, logo a jusante da nova casa de força, o canal de fuga terá seu piso na EL. 1.030,85 m.

Como a distância da nova casa de força até a borda do rio é pequena, a escavação do canal de fuga, que terá uma rampa de 30% de inclinação, inevitavelmente adentrará o leito do rio.

Para viabilizar esta escavação, será necessária a execução de uma ensecadeira que avance o leito do rio, aproximadamente até a metade da sua largura. Ademais, para que possa ser utilizado como acesso provisório para a casa de força existente, durante a escavação da casa de força nova, o coroamento da ensecadeira terá largura mínima de 5,0 m.

O coroamento da ensecadeira para escavação do novo canal de fuga foi pré-dimensionado na EL. 1.044,10 m.

O pré-dimensionamento considerou uma vazão de desvio de 386 m^3/s, equivalente a uma cheia de 10 anos de recorrência no período seco de regime do rio. Para esta vazão, e de acordo com a curva-chave do rio no local de desemboque do novo canal de fuga, o nível d'água normal fica na EL. 1.043,75 m. Considerando o estrangulado do rio, devido

o avanço da ensecadeira do canal de fuga sobre a sua seção, o nível de água calculado, logo a montante da ensecadeira, resultou na EL. 1.043,99 m.

A barragem da usina existente é composta pelo descarregador de fundo, vertedouro principal, vertedouro auxiliar, muro lateral esquerdo do canal de aproximação e câmara de carga, respectivamente, da esquerda para a direita hidráulica.

O descarregador de fundo é uma estrutura do tipo adufa, com 4 vãos para passagem de água, com 2,50 m de largura e 2,14 m de altura e soleira na EL. 1.069,10 m. Cada vão possui uma comporta do tipo deslizante, acionada por um servo-motor. Os 4 servos-motores da estrutura são comandados por uma unidade hidráulica comum. Cada vão também conta com ranhuras para uma comporta do tipo ensecadeira, localizadas a montante da comporta tipo deslizante. O deck principal da estrutura fica na EL. 1.075,25 m. Nele encontram-se os servos-motores e o abrigo da unidade hidráulica, e dele pode-se acessar todas as ranhuras das comportas. Há ainda um deck na EL. 1.073,70 m, a jusante das comportas tipo deslizante.

Não serão necessárias quaisquer adequações na estrutura do descarregador de fundo devido à repotenciação da usina.

O vertedouro principal é do tipo soleira vertente (sem controle), com perfil para escoamento d'água do tipo Creager. A crista fica na EL. 1.071,90 m, equivalente ao nível d'água máximo normal do reservatório, e a fundação em rocha (leito do rio) fica na EL. 1.070,00 m. A extensão da estrutura é de 80 m.

Conforme explanado em maior detalhe adiante, por questões de estabilidade estrutural, na repotenciação da usina será necessária a execução de ancoragens na base do vertedouro principal, em sua porção à montante do paramento.

À direita do vertedouro principal, existe o muro lateral esquerdo do canal de aproximação, com 72,00 m de extensão e 0,60 m de largura. Na porção inicial do muro (37,50 m iniciais) o mesmo encontra-se rebaixado, com crista (topo do muro) na EL. 1.072,07 m, ou seja, 0,17 m acima do nível d'água máximo normal do reservatório, atuando como vertedouro auxiliar. Nos 34,50 m restantes, o muro encontra-se na EL. 1.074,05 m, elevação esta equivalente ao deck da câmara de carga.

Para a repotenciação da usina, de forma a garantir o escoamento da cheia de 1.000 anos de recorrência, será necessário estender o comprimento do vertedouro auxiliar para a totalidade do comprimento do muro lateral esquerdo do canal de aproximação. Ou seja, o trecho de muro (34,50 m) cujo topo se encontra hoje na EL. 1.074,05 m deverá ser rebaixado (demolido) para que o topo fique na EL. 1.072,07 m. Assim, o comprimento total do vertedouro auxiliar resultará em 72,00 m.

Além disso, por questões de estabilidade estrutural explanadas na sequência, em toda a extensão do vertedouro auxiliar (37,5 m existentes mais 34,5 m provenientes do muro lateral rebaixado) será necessário acrescentar peso ao paramento de jusante da estrutura. Previu-se sua execução por meio da construção de um perfil em forma de escada descendente, com pedra argamassada.

A capacidade de descarga das estruturas vertentes foi obtida a partir dos critérios preconizados pelo *U.S. Bureau of Reclamation.*

O descarregador de fundo, o vertedouro principal e o vertedouro auxiliar têm capacidade de escoar conjuntamente uma vazão de 1.101 m^3/s, referente à cheia milenar, o que resulta em um nível d'água máximo maximorum na EL. 1.074,15 m.

A vazão sanitária da usina repotenciada permanecerá a mesma da usina existente, da ordem de 1,0 m^3/s.

A vazão sanitária da usina existente conta com 6 tubulações instaladas ao longo do vertedouro principal, permanentemente abertas, de diâmetro nominal 200 mm e eixo na EL. 1.069,90 m. O vertedouro principal tem cerca de 80 m de extensão e as tubulações estão distribuídas em intervalos de aproximadamente 14 m.

A estrutura da câmara de carga é composta por duas câmaras: a da esquerda hidráulica, utilizada pelo circuito de geração existente, e a da direita hidráulica, atualmente não utilizada, porém construída prevendo-se a futura ampliação da usina. As duas câmaras são paralelas e projetadas para operar independentemente.

A câmara da esquerda possui três entradas de água, todas de 4,45 m de altura: uma de 1,60 m e as outras duas de 1,80 m de largura. Elas contam com uma grade grossa em comum, do tipo painel fixo, a montante. A limpeza desta grade é feita manualmente com rastelo. Cada entrada possui uma comporta tipo deslizante, operada através de uma talha em monovia descrita adiante. A câmara possui ainda duas saídas de água sob a forma de emboque para conduto forçado metálico: a da esquerda hidráulica para um conduto de diâmetro nominal 1,30 m, e a da direita para um conduto de DN 1,80 m. As saídas contam com uma grade fina em comum, do tipo painel fixo, a montante. A limpeza desta também é feita manualmente com rastelo. Cada saída possui uma comporta tipo deslizante, sendo que a da esquerda (menor) é operada por haste roscada e volante manual, e a da direita (maior) é operada por dispositivo com cremalheiras e volantes manuais.

A câmara da direita possui quatro entradas de água, todas de 4,45 m de altura: duas de 1,60 m e as outras duas de 1,80 m de largura. Elas contam com uma grade grossa em comum, do tipo painel fixo, a montante. A limpeza desta grade é feita manualmente com rastelo. Cada entrada possui uma comporta tipo deslizante, operada através de uma talha em monovia descrita adiante (a mesma talha da câmara da esquerda). A câmara possui ainda duas saídas de água sob a forma de emboque para conduto forçado metálico de diâmetro nominal 1,80 m. Tais saídas, entretanto, não possuem condutos forçados instalados a jusante. Há apenas esperas para os mesmos, tamponadas. As saídas não contam com grade fina nem comportas, embora apresentem as ranhuras para tais equipamentos.

Na câmara da direita, o piso da laje submersa encontra-se na EL. 1.069,45 m junto às entradas de água, e na EL. 1.068,00 m, junto às saídas próximas às esperas. Isto também ocorre na câmara da esquerda, porém com elevações pouco diferentes das encontradas na câmara da direita. O piso desta laje apresenta, portanto, um patamar a montante e outro a jusante, com uma rampa de transição entre eles.

As duas câmaras possuem em comum uma talha em monovia e um sistema desarenador. A talha em monovia é do tipo manual, com capacidade nominal de 30 kN, instalada sobre as sete entradas de água, em um pórtico fixo transversal ao fluxo destas. A talha em monovia é abrigada por uma cobertura metálica instalada no pórtico.

O sistema desarenador funciona tanto para a eliminação de sedimentos acumulados no leito das câmaras quanto simplesmente para o esgotamento das mesmas. Ele é composto por duas comportas tipo deslizante, de acionamento por haste roscada e volante manual. Uma destas comportas, instalada na parede divisória das câmaras, permite o fluxo entre as mesmas através de uma abertura quadrada de 1,0 m^2. A outra comporta, instalada na parede esquerda da câmara da esquerda, permite o fluxo para

fora da câmara, com direcionamento para a queda de água natural, localizada logo a jusante do barramento. Isto através de uma galeria de aproximadamente 9,80 m de extensão, de seção transversal quadrada de 1,0 m². O piso da abertura entre as câmaras e da galeria fica na EL. 1.067,00 m.

O deck da estrutura da câmara de carga fica na EL. 1.074,05 m. Nele encontra-se o pórtico da talha em monovia e os demais dispositivos de acionamento de comporta, e dele se pode acessar todas as ranhuras de comportas e grades.

Com a repotenciação da usina, a câmara da esquerda será desativada após o início da operação do circuito de geração novo, o qual aproveitará a câmara da direita, com modificações.

Como parte das modificações previstas, será necessário demolir a parede de jusante da câmara da direita, onde ficam suas duas saídas de água, para a retirada das esperas para conduto forçado de DN 1,80 m. Esta demolição deverá ser cuidadosa, pois será realizada com o circuito de geração existente ainda em operação, incluindo a câmara da esquerda. Após a construção da nova tomada d'água, logo a jusante, esta será anexada estruturalmente à câmara da direita.

No evento de uma cheia milenar (nível d'água do reservatório na EL. 1.074,15 m), para proteção da nova estrada de acesso e da área localizada a jusante da câmara da esquerda, foi prevista a construção de uma mureta de proteção no entorno da câmara de carga, conforme consta nos desenhos de projeto. Toda a nova estrutura da tomada d'água, a ser anexada à câmara de carga da direita, tem sua cota de proteção na EL. 1.075,00 m.

Considerando-se a vazão máxima turbinada do novo circuito de geração, de 34,70 m^3/s, foi realizada uma análise hidráulica para avaliação do controle de fluxo no canal de aproximação e na câmara de carga da direita (existentes).

A partir das seções topobatimétricas transversais (ST-03, 04 e 05) e longitudinais (ST-08 e 09) levantadas dentro do canal de aproximação, definiu-se, para o mesmo, uma seção transversal crítica. Esta seção foi analisada, não se caracterizando como controle hidráulico.

Quanto à câmara de carga da direita, analisaram-se a seção transversal das quatro entradas d'água (parede de montante) e a seção transversal das duas saídas d'água (parede de jusante). Destas, apenas a seção das duas saídas caracterizou-se como controle hidráulico, razão pela qual a parede de jusante desta câmara necessitará ser demolida antes de ser estruturalmente emendada à nova tomada d'água.

A tomada d'água será uma estrutura totalmente nova, a ser construída a jusante da câmara de carga da direita, entre o circuito de adução existente (à esquerda) e a nova estrada de acesso às casas de força (à direita). Posteriormente, a tomada será anexada estruturalmente à câmara de carga da direita.

Possuirá dois emboques para dois condutos forçados metálicos de diâmetro nominal 2,60 m. Cada emboque contará com uma grade fina e uma comporta do tipo vagão, de regulação de vazão, com dispositivo "by-pass" para enchimento do conduto forçado. A limpeza das grades será feita manualmente com rastelo.

As comportas serão operadas por servos-motores instalados dentro das próprias ranhuras, ou seja, dentro da torre da estrutura. A unidade hidráulica comum a ambos será instalada dentro de uma sala localizada imediatamente a jusante da torre, com piso na EL. 1.072,20 m. Nesta sala também ficarão abrigados o painel da talha elétrica e

demais painéis elétricos. É a partir do piso da sala que se dará o acesso ao deck principal da estrutura, na EL. 1.075,00 m, por meio de uma escada do tipo marinheiro.

O deck principal não contará com acesso direto para veículos devido ao grande desnível entre ele e a nova estrada de acesso às casas de força. No deck, se encontrarão as ranhuras das grades e comportas, e as forças de sustentação da monovia da talha elétrica. A monovia poderá ser estendida para a direita hidráulica, além da borda do deck principal, para que seja possível carregar/descarregar um equipamento diretamente do caminhão estacionado ao lado da estrutura. A talha deverá ter capacidade nominal de 30 kN.

A estrutura foi dimensionada para garantir a submergência mínima de seus emboques pelo critério de Gordon. Considerando a vazão máxima turbinada de 34,70 m³/s, e um deplecionamento de 0,50 m em relação ao NA máximo normal do reservatório (portanto, NA na EL. 1.071,40 m), definiu-se a cota do piso dos emboques na EL. 1.065,50 m.

Conforme já descrito no item 10.3, da tomada d'água descerão 2 condutos forçados novos, de operação independente um do outro, fabricados em aço, de diâmetro nominal 2,60 m. Cada conduto será ligado diretamente a uma unidade geradora da casa de força nova, sem a necessidade de interposição de uma válvula tipo borboleta, de controle de vazão.

Para o conduto da direita hidráulica, o qual será ligado à unidade geradora 1, calculou-se seu comprimento (desenvolvido) em 146,00 m. Isto considerando desde o engaste na tomada d'água (inclusive) até a parede de montante da casa de força nova. Para o conduto da esquerda, ligado à unidade geradora 2, calculou-se o comprimento em 141,00 m.

Da tomada d'água, os condutos descerão aéreos, paralelos em planta e sob uma mesma inclinação por mais da metade do seu trajeto. Neste trecho, ficarão apoiados em blocos de ancoragem construídos em concreto armado.

O conduto da direita apresentará três curvas no plano vertical e duas no plano horizontal, todas simples, ou seja, sem interferência umas com as outras. O conduto da esquerda apresentará três curvas verticais e apenas uma horizontal.

A partir da segunda curva vertical, os condutos descerão envelopados em concreto armado até a parede da casa de força. Os envelopes serão posteriormente reaterrados para construção da estrada de acesso permanente à casa de força existente. Imediatamente a montante da parede da casa de força, dentro do envelope, os condutos apresentarão ainda uma redução de diâmetro de 2,60 m para 2,20 m.

O diâmetro adotado para os condutos forçados atendeu a critérios econômicos, levando-se em consideração o custo da blindagem e a perda de carga gerada.

O diâmetro econômico foi calculado em 2,65 m, para uma vazão inicial unitária de 17,50 m³/s, sendo adotado, entretanto, o diâmetro nominal de 2,60 m, a uma velocidade de 3,20 m/s.

A casa de força nova será do tipo abrigada, construída em concreto armado e localizada cerca de 19 m à direita hidráulica da casa de força existente.

Ficará assentada sobre topo de rocha fraturada, com cota média de fundação na EL. 1.029,00 m. Até atingir esta cota, a escavação da casa de força será do tipo comum, atravessando inicialmente camada de solo aterrado com resíduos de construção civil

(caliça), e na sequência camada de solo natural com presença de blocos de rocha alterada. A cota média do topo do terreno natural no local fica na EL. 1.047,00 m.

Após concluída sua construção até a EL. 1.048,00 m, elevação esta referente ao piso da área de montagem, todo o entorno da casa de força será reaterrado até a EL. 1.047,50 m, com exceção da área a jusante referente à escavação do canal de fuga.

As elevações mais importantes da estrutura estão listadas a seguir, da mais alta para a mais baixa:

- Topo das vigas de rolamento (estrutura civil) da ponte rolante = EL. 1.055,25 m;
- Piso da área de montagem = EL. 1.048,00 m;
- Piso da galeria elétrica = EL. 1.043,80 m;
- Linha de centro do distribuidor = EL. 1.037,00 m;
- Piso das máquinas = EL. 1.035,60 m.

A cota de proteção da casa de força foi definida na EL. 1.048,00 m, referente ao piso da área de montagem. Esta fica 0,70 m acima do nível d'água máximo maximorum no canal de fuga, NA 1.047,30 m, referente a uma cheia de 1.000 anos de recorrência.

O piso das máquinas apresentará dimensões livres de 32,00 m transversal e 10,20 m paralelamente ao fluxo. Nele serão instaladas duas unidades geradoras do tipo Francis de eixo horizontal com rotor duplo (dois tubos de sucção por unidade geradora), de 4,50 MW de potência nominal cada. A distância entre eixos das unidades será de 15,00 m. Neste piso também serão instalados todos os equipamentos mecânicos periféricos das unidades geradoras e referentes aos sistemas auxiliares da casa de força.

As quatro saídas de água referentes aos tubos de sucção terão 1,48 m de largura por 2,70 m de altura, e piso na EL. 1.030,85 m. Cada saída contará com uma comporta do tipo deslizante, operada por talha elétrica, a partir da passarela de acesso às ranhuras (EL. 1.048,00 m), passarela esta descrita adiante.

A galeria elétrica será construída junto à parede de montante da casa de força, e apresentará dimensões livres de 32,60 m transversal e 4,20 m paralelamente ao fluxo. Nela serão instalados todos os cubículos e painéis elétricos referentes às unidades geradoras e aos sistemas auxiliares da casa de força, com exceção dos cubículos de aterramento do neutro (CNG-U1 e CNG-U2) e dos cubículos de excitação e proteção contra surtos (CSE-U1 e CSE-U2), os quais serão instalados no piso das máquinas.

A área de montagem será construída junto à parede da direita hidráulica da casa de força e apresentará dimensões livres de 10,50 m transversal e 10,80 m paralelamente ao fluxo. O portão de entrada para veículos será instalado na parede de vedação (prevista em alvenaria) da direita hidráulica da área de montagem.

No mesmo piso da área de montagem (EL. 1.048,00 m), porém junto à parede de montante da casa de força, imediatamente acima da galeria elétrica, serão construídas as seguintes salas: sala de controle, sala de reuniões, sala do gerador diesel de emergência, recepção, copa, vestiário e um banheiro. Haverá ainda um espaço interno reservado para instalação de possíveis painéis/cubículos elétricos adicionais, e um espaço externo para instalação do tanque de combustível do gerador diesel de emergência.

Também no mesmo piso da área de montagem (El. 1.048,00 m), porém junto à parede de jusante da casa de força, será construída uma passarela de acesso às ranhuras das comportas referentes às quatro saídas de sucção.

Sobre as estruturas civis a serem construídas acima do piso da área de montagem, previu-se o seguinte:

- Todas as paredes de vedação em alvenaria convencional estruturada por pilares e vigas de concreto armado;
- Laje de cobertura da sala de controle e demais em concreto armado;
- Pilares de sustentação das vigas de rolamento da ponte rolante em concreto armado;
- Forcas de sustentação da monovia da talha elétrica (talha de operação das comportas da sucção) em concreto armado;
- Vigas de rolamento da ponte rolante em concreto armado com a utilização de elementos pré-moldados de concreto;
- Cobertura de toda a casa de força em estrutura metálica.

Para acessar a galeria elétrica e o piso das máquinas a partir do piso da área de montagem, haverá uma escada principal, posicionada no encontro da parede de montante com a da direita hidráulica da casa de força, construída com lances pré-moldados de concreto e elementos de fixação metálicos.

O canal de fuga devolverá a água proveniente das quatro saídas de sucção ao curso natural do rio, isso aproximadamente 50 m a jusante do desemboque do canal de fuga da casa de força existente. A trajetória do novo canal será em linha reta, formando um ângulo de aproximadamente 75° com o rio.

Junto às saídas, o canal terá largura de 23,35 m e piso na EL. 1.030,85 m. Seu comprimento médio será de 33,50 m, considerando o leito do rio na EL. 1.038,84 m (vide seção topobatimétrica ST-02) e uma rampa ascendente de 30%. No desemboque junto ao rio, a largura do canal será de 15,00 m.

A escavação do canal de fuga adentrará o leito do rio. Para viabilizá-la, será necessária proteção por meio de ensecadeira, conforme descrito anteriormente no item 12.3. A escavação se dará totalmente em solo (escavação comum), razão pela qual será necessário proteger o piso (em rampa) e os taludes do canal após sua conclusão. Isto poderá ser feito, por exemplo, com aplicação de concreto projetado sobre a superfície de solo.

Também após sua conclusão, a escavação do canal de fuga deverá ser protegida do reaterro a ser executado em torno da casa de força. Para isto previu-se a construção de dois muros de arrimo à gravidade, um em cada margem do canal.

Durante a construção da nova casa de força e seu canal de fuga, o acesso provisório de veículos à casa de força existente será pela ensecadeira executada durante a operação de desvio do rio. Para isto, a ensecadeira apresentará coroamento com largura mínima de 5,0 m.

O acesso permanente de veículos à casa de força existente será através de estrada passante pelo reaterro executado sobre o envelopamento dos condutos forçados, reaterro este localizado imediatamente a montante da casa de força nova.

Após o início da geração pela nova casa de força, a casa de força existente será desativada, podendo sua estrutura física servir como base de apoio para operação da usina repotenciada.

5.7 PCH AMPARO

A PCH Amparo, da empresa Adami S.A. Madeira, é a quinta PCH de montante para jusante a ser implantada no rio Chapecó. Teve seu Projeto Básico aprovado pela ANEEL através do DSP nº 010, de 05 de janeiro de 2016, conforme Quadro 11 a seguir.

Quadro 11 – DSP ANEEL nº 010/2016 Aprovação do Projeto Básico.

PCH Amparo	Estudos de Inventário	Sumário Executivo
Localização do barramento	26°41'34"S 51°51'12"W	26°41'50"S 51°51'19,5"W
NA Montante (m)[3]	1041,5	1040,5
NA Jusante (m)	1016	1014,85
Queda Bruta (m)	25,5	25,65
Área do Reservatório (km²)	1,21	1,06
Potência (kW)	6300	7500
Vazão Qmlt[4] (m³/s)	22,9	27,25

PCH Amparo	Sumário Executivo
Potência Instalada Total (kW)	7.500
Número de Unidades Geradoras	2
Potência por gerador (kVA)/fator de potência	4.167 / 0,9
Potência por turbina (kW)/ engolim. mínimo (m^3/s)	3.866 / 5,30
Rendimento da turbina	93,00%
Rendimento do gerador	97,00%
TEIF: Taxa equivalente de indisp. forçada (%)	1,00%
IP: Indisponibilidade programada (%)	1,00%
h: Perdas hidraúlicas nominais (m)	1,74
H_b: Queda bruta nominal (m)	25,65
Perdas elétricas até o ponto de conexão (%)	0,64%
Consumo Interno (kW médio)	112,5
Vazão Remanescente do Aproveitamento (m³/s)	2,74
Vazão de Usos Consuntivos (m³/s)	0,25
Série de Vazões Médias Mensais	Conforme Anexo

A Figura 8 a seguir, assim como em maiores detalhes no desenho 3E do Caderno de Desenhos, apresenta o circuito de geração da PCH Amparo prevista para ser implantada no rio Chapecó.

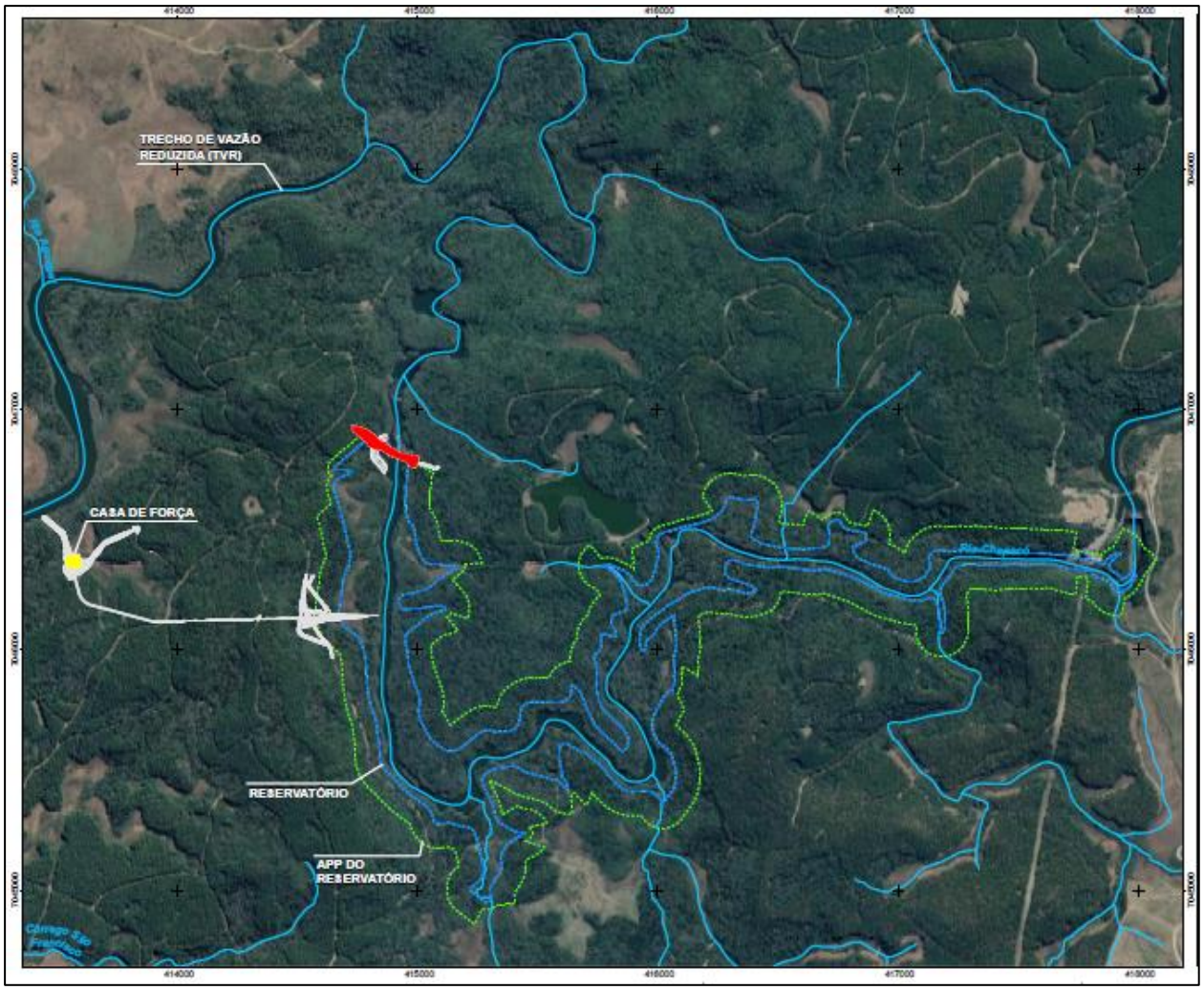


Figura 8 – Localização da PCH Amparo.

5.7.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH Amparo

A localização do eixo da barragem da PCH Amparo não foi alterada em relação ao eixo considerado nos estudos de Projeto Básico (2009). A concepção geral da barragem também foi mantida, tendo sido feitas apenas otimizações de cunho hidráulico e construtivo.

O N.A. max.normal do reservatório, considerado no Projeto Básico na El. 1041,50 m, foi rebaixado para a El. 1040,50 m, conforme determinado pelo Ofício nº 189/2013-SGH/ANEEL. Isso em virtude de interferência da elevação do reservatório em que se encontrava o Projeto Básico da PCH Amparo, com o N.A. Normal do canal de fuga da PCH Salto Santo Antônio (El. 1040,55 m), localizada imediatamente a montante, e com projeto básico de repotenciação aprovado pela ANEEL, conforme Despacho Nº 2.046, de 7 de dezembro de 2005.

Em relação ao circuito de geração, buscou-se avaliar alternativas locacionais para o eixo da casa de força, de maneira a recuperação da queda bruta reduzida em função do rebaixamento, em 1,00 m, do nível do reservatório.

A concepção do arranjo geral da usina aproveita um trecho do rio de aproximadamente 7 km, o qual apresenta um desnível natural de aproximadamente 17 m. O barramento

está localizado a montante, no início do trecho aproveitado, imediatamente acima de uma corredeira, e a casa de força está locada a jusante, gerando, assim, um comprimento (em planta) do circuito de geração, que atravessa uma laçada do rio, de aproximadamente 1.480 m, desde o reservatório até a restituição da água ao rio Chapecó.

O reservatório deverá operar a fio de água, com N.A. Máx. Normal na El. 1040,50 m. Para este nível, a área de inundação é de 1,06 km², e o volume d'água armazenado é de 1,18 hm³.

No evento de uma cheia milenar, o reservatório apresentará N.A. Máx. Maximorum na El. 1.043,05 m, calculado para uma vazão correspondente a um TR de 1.000 anos.

Da margem esquerda para a margem direita, o arranjo do barramento é composto por barragem em solo, impermeabilizada com núcleo de argila, barragem em concreto convencional (da margem esquerda), compreendendo o muro de abraço da barragem em solo e as adufas de desvio, vertedouro tipo soleira livre, em concreto convencional, incluindo o dispositivo de vazão sanitária, e barragem em concreto convencional (da margem direita).

O circuito de geração, localizado na margem esquerda do rio, é constituído de canal de aproximação, tomada d'água, túnel de adução de alta pressão, com chaminé de equilíbrio, conduto forçado, casa de força e canal de fuga.

O desvio do rio será feito por meio de ensecadeiras, canal de aproximação, adufas de desvio e canal de restituição, permitindo que as obras do barramento sejam executadas em área protegida.

A tomada d'água, localizada a montante da barragem, é uma estrutura em concreto armado, do tipo torre, construída no início do túnel forçado e conta com um canal de aproximação de 105 m.

O túnel apresenta extensão total (em planta) de aproximadamente 1.075 m, da tomada d'água até o emboque do conduto forçado. Contempla uma chaminé de equilíbrio localizada, aproximadamente, 120 m a montante do emboque do conduto forçado.

O conduto forçado, em aço, possui trecho dentro do túnel em conduto único. Ao sair do túnel, bifurca-se para que os ramais adentrem a casa de força.

A casa de força é do tipo abrigada, comportando duas unidades geradoras, com turbinas do tipo Kaplan S eixo horizontal Jusante, com potência nominal de 3,75 MW cada. A jusante, um canal de fuga de 215 m, restituirá as águas ao rio Chapecó.

Na primeira fase de desvio, o rio Chapecó escoará no seu leito natural, apresentando um estrangulamento contra a sua margem direita, provocado pela construção da ensecadeira de 1ª fase na sua margem esquerda.

Serão executadas as seguintes obras do barramento na margem esquerda: muro de abraço da barragem em solo, as cinco adufas de desvio, blocos 1 e 2 do vertedouro. Todas estas deverão ser executadas até a El. 1.038,50 m, equivalente ao deck de acesso às ranhuras das adufas de desvio. Os dois blocos de barragem, sobrepostos às adufas de desvio, também deverão ser executados até esta elevação.

Será necessário ainda escavar os canais de aproximação e de restituição referentes às adufas.

Na primeira fase de desvio, também será construído o arranque da ensecadeira de 2ª fase (montante), conforme apresentado no desenho E196-09-DE-311-30-003. Este

arranque ligará os blocos 1 e 2 do vertedouro, executados até a El. 1.038,50 m, ao coroamento da ensecadeira de 1ª fase, na El. 1.036,00 m.

Finalizadas as obras da primeira fase de desvio, será realizada a remoção da ensecadeira de 1ª fase e a construção das ensecadeiras de 2ª fase, de montante e jusante.

A construção das ensecadeiras de 2ª fase de montante e de jusante provoca, assim, o desvio do rio pelas adufas dispostas na margem esquerda. No final desta segunda fase de desvio, o leito do rio estará ensecado, permitindo a construção dos demais sete blocos do vertedouro, e dos dois blocos da barragem de concreto da margem direita. Todos poderão ser executados até a El. 1038,50 m, no sentido da margem esquerda para a margem direita, utilizando a própria ensecadeira de montante como acesso.

Com as estruturas do barramento executadas até a El. 1038,50 m, a ensecadeira de 2ª fase de montante deverá ter seu coroamento rebaixado em pelo menos 3,00 m, até a El. 1035,50 m.

A partir da El. 1038,50 m, as estruturas do barramento deverão ser concluídas no sentido da margem direita para a margem esquerda, utilizando o próprio barramento como acesso. A última obra a ser finalizada será a barragem de solo.

Concluídas as obras do barramento, poderá proceder-se com o fechamento das adufas de desvio e enchimento do reservatório e, após esta etapa, deverá ser executado o tamponamento das adufas e ser retirada a ensecadeira de 2ª fase de jusante.

A vazão de projeto considerada para o cálculo da ensecadeira de 1ª fase, igual a 436 m³/s, correspondente a um TR de 5 anos para o período completo. Já para as estruturas de desvio de segunda fase, adufas e ensecadeiras de 2ª fase, a vazão de projeto, igual a 294 m³/s, corresponde a um TR de 10 anos para o período seco.

A ensecadeira de 1ª fase é composta pelas ensecadeiras de montante e de jusante.

A ensecadeira de montante terá cota de coroamento na El. 1.036,00 m, 5,00 m de largura e, aproximadamente, 170 m de extensão.

Será construída, em duas etapas, sendo a primeira lançando-se um cordão de enrocamento até a El. 1,036,00, com coroamento de 2,50 m de largura e taludes na inclinação de 1,3H:1V.

Na segunda etapa, sobre o talude interno do cordão de enrocamento, será lançada uma camada de material de transição, seguida de uma camada de solo. A camada de transição terá coroamento de 0,50 m de largura, e talude de inclinação 1,4H:1V. A camada de solo, por sua vez, terá coroamento de 2,00 m de largura, e talude de inclinação 2,0H:1V.

A ensecadeira de jusante terá, aproximadamente, 55 m de extensão e será construída com solo lançado e compactado. Terá coroamento de 5,00 m de largura, com rampa descendente de inclinação aproximada de 4%, da El. 1.036,00 m para El. 1.032,00 m. O talude de solo interno terá inclinação de 2,0H:1V e o talude de solo externo, que eventualmente ficará em contato com a água, terá inclinação de 2,5H:1V, para evitar que seja erodido.

A borda livre da ensecadeira de 1ª fase, considerando a passagem da cheia de projeto de 436 m³/s, será de aproximadamente 0,90 m na seção transversal mais crítica do rio.

Como já mencionado, a ensecadeira de 2ª fase de montante será construída em duas etapas, sendo a primeira durante a 1ª fase de desvio (arranque), e a segunda durante a 2ª fase de desvio.

Na primeira etapa será construída parte da ensecadeira que liga os blocos 1 e 2 do vertedouro, executados até a El. 1.038,50 m, ao coroamento da ensecadeira de 1ª fase, na El. 1.036,00. Esta ligação também é chamada de arranque. Este trecho da ensecadeira parte dos blocos de vertedouro fazendo um ângulo interno de 60°, e segue até a ensecadeira de 1ª fase quase que perpendicularmente.

A construção será iniciada pelo lançamento de um cordão de enrocamento de 75 m de extensão, até na El. 1034,00 m. O coroamento terá 4,00 m de largura os taludes de montante e jusante terão inclinação de 1,3H:1V.

Na sequência, será executada uma camada de material de transição lançado sobre o talude de jusante do enrocamento, que terá coroamento de 0,50 m de largura, também na El. 1034,00 m, e talude com inclinação de 1,5H:1V.

Por último, contra a camada de material de transição, será executada uma ensecadeira de solo compactado. Esta terá largura de pelo menos 5,00 m em seu patamar inicial, na El. 1.038,50 m, junto dos blocos de vertedouro, e largura de pelo menos 14,00 m, em seu patamar final, na El. 1.036,00 m, junto da ensecadeira de 1ª fase. Entre os patamares, haverá uma rampa descendente de inclinação 8%. Os taludes de montante e jusante terão inclinação de 1,8H:1V.

Na segunda etapa, será construído o prolongamento da ensecadeira em direção à margem direita do rio, fazendo com que o rio seja desviado pelas adufas, após a ensecadeira de 1ª fase ter sido removida.

A sequência construtiva na segunda etapa de construção da ensecadeira de montante da 2ª fase de desvio será a mesma utilizada na primeira etapa (arranque).

Na conclusão da segunda etapa, a ensecadeira terá, ao longo de toda a sua extensão, um coroamento de 4,00 m de largura na El. 1.034,00 m, referente ao cordão de enrocamento lançado, e um coroamento de 5,00 m de largura na El. 1.038,50 m, referente ao solo compactado. No coroamento da El. 1.038,50 m, a extensão da ensecadeira concluída será de aproximadamente 130 m.

A borda livre da ensecadeira de montante da 2ª fase do desvio será de 0,50 m.

A ensecadeira de jusante da 2ª fase será em solo compactado, com 70 m de extensão e coroamento de 5,00 m de largura. Em seu trecho junto aos blocos 1 e 2 do vertedouro, perpendicular ao eixo do barramento, a cota do coroamento será constante na El. 1.035,40 m, considerando uma borda livre de 0,50. Em seu trecho paralelo ao eixo do barramento, o coroamento apresentará rampa descendente de inclinação 3,2%, tendo sua cota baixada da El. 1.035,40 m para a El. 1.034,20 m. A inclinação dos taludes de jusante e de montante será de 2,0H:1V.

A ensecadeira de jusante não se estende até a margem direita do rio, em virtude da existência de fosso natural no leito do rio, junto à margem direita. A água retida neste fosso não interferirá com as escavações referentes aos blocos de vertedouro no leito do rio.

A ensecadeira de jusante foi projetada de modo ao direcionamento das águas provenientes do canal de restituição das adufas de desvio à calha natural do rio, para

que não interfiram com as escavações referentes aos blocos de vertedouro no leito do rio.

As adufas de desvio são constituídas por 5 passagens de água divididas em dois blocos, o da esquerda hidráulica, com 2 passagens e totalizando 8,90 m de comprimento na direção do eixo do barramento, e o da direita hidráulica, com 3 passagens, totalizando 13,10 m de comprimento. Esta divisão se deve em virtude de questões construtivas dos blocos de barragem em concreto, que ficam assentes sobre as adufas, e que em necessitam de junta de construção.

Cada passagem de água terá seção transversal retangular, de 2,70 m de largura e 3,40 m de altura, e soleira na El. 1.032,00 m.

As passagens serão providas de comportas, que terão movimentação para fechamento das passagens efetuada mediante guindaste patolado no coroamento dos blocos da barragem em concreto sobre as adufas (El. 1043,50 m). O acesso às ranhuras das comportas se dará pelo deck das adufas, na El. 1.038,50 m.

As adufas de desvio serão precedidas por um canal de aproximação, de 22,00 m de largura, por 120 m de extensão, escavado em rocha, com piso variando da El. 1.033,00 m para El. 1.032,00 m.

Após a passagem pelas adufas, as águas serão devolvidas ao leito natural do rio Chapecó por um canal de restituição, de 22,00 m de largura, por 35 m de extensão, escavado em rocha, com piso na El. 1.031,50 m.

O barramento da PCH Amparo apresenta aproximadamente 300 m de comprimento total, da extremidade da barragem de solo, na margem esquerda, até a extremidade da barragem em concreto, da margem direita.

É composto pelo vertedouro tipo soleira vertente no leito do rio, tendo seu fechamento contra a margem esquerda em barragem de concreto e barragem de solo, e contra a margem direita em barragem de concreto. A barragem em concreto da margem esquerda compreende o muro de abraço da barragem de solo, dois blocos de barragem assentes sobre as adufas de desvio, e as próprias adufas de desvio, no total de cinco aberturas, divididas em 2 blocos.

A barragem de solo terá altura máxima aproximada de 7,00 m, na seção em que se apoia no muro de abraço. Seu comprimento será de 107,50 m, com coroamento na El. 1044,50 m e 5,00 m de largura. Os taludes de montante e jusante terão inclinação 2,20H:1V.

O talude de montante da barragem em solo será provido de uma camada de proteção em enrocamento, contemplando camada intermediária de material de transição.

O núcleo central, impermeável, será composto de solo argiloso, com largura mínima de 2,20 m, talude de montante na inclinação 0,5H:1V, e talude de jusante na inclinação 0,25H:1V.

Sobre o talude de jusante do núcleo é previsto um filtro vertical, composto de areia média a grossa, ligado a um filtro horizontal que segue no sentido de jusante até o dreno de pé.

Os componentes das barragens em concreto de ambas as margens, com exceção das adufas de desvio, serão construídos em concreto massa com revestimento em concreto estrutural. Além disso, apresentarão paramento de montante vertical e talude de jusante com inclinação de 0,75H:1V.

O muro de abraço terá 11,00 m de comprimento. Seu coroamento, de 5,00 m de largura, terá cota variando da El. 1.044,50 m, no contato com a barragem de solo, até a El. 1.043,50 m, junto às adufas de desvio e seus blocos de barragem sobrepostos.

Os dois blocos de barragem situados sobre as adufas de desvio terão comprimentos idênticos aos dois blocos de adufas, de tal maneira que a haja uma junta de construção vertical contínua entre as estruturas de cima e as de baixo. Portanto, o bloco de barragem da esquerda hidráulica terá 8,90 m de comprimento, e o bloco da direita terá 13,10 m. Ambos apresentarão coroamento de 5,00 m de largura com cota na El. 1.043,50 m.

Na margem direita, em contato com o bloco 7 do vertedouro, a barragem em concreto é composta por dois blocos.

O bloco da esquerda hidráulica terá 12,00 m de comprimento, com coroamento de 5,00 m de largura na El. 1.043,50 m.

O bloco da direita hidráulica terá 14,00 m de comprimento. Seu coroamento, de 5,00 m de largura, terá cota variando da El. 1.043,50 m, junto ao bloco da esquerda, até a El. 1.044,50 m, no contato com o reaterro. Diferentemente de todas as outras estruturas que compõem o barramento, com exceção da barragem de solo, este bloco não ficará totalmente assentado sobre rocha sã, mas parcialmente sobre rocha alterada. Portanto, a escavação para sua implantação necessitará ocorrer com taludes em rocha de inclinação 0,5H:1V.

Com exceção da barragem em solo, todas as estruturas do barramento contarão com uma cortina (contínua) de injeções de impermeabilização da rocha de fundação, executada logo a montante das estruturas. Tal cortina é apresentada nos desenhos E196-09-DE-312-21-001 e 002.

A borda livre considerada para as barragens em concreto, considerando o N.A. Máx. Maximorum do reservatório, El. 1043,05 m (TR 1.000 anos), será de 0,45 m, acrescida de parapeito de 1,00 m, e para a barragem em solo será de 1,45 m.

O vertedouro da PCH Amparo, localizado no leito do rio Chapecó, é do tipo soleira livre vertente, com comprimento total de 130,00 m.

Da margem esquerda para a direita, seu comprimento foi dividido em 2 blocos retos de 20,00 m cada, 3 blocos curvos de 20,00 cada, e 2 blocos retos de 15,00 m cada. A curvatura dos blocos centrais é suave, de raio de cerca de 230 m. A altura média dos blocos em relação ao leito do rio é de apenas 8,50 m.

Devido à sua baixa altura, o vertedouro será construído em concreto massa e não disporá de galeria de drenagem. Será utilizado concreto estrutural resistente no paramento de montante, na ogiva e nos degraus do talude de jusante. O paramento de montante é vertical, e o talude de jusante possui inclinação de 0,75H:1V, com ponto de controle na El. 1.043,84 m.

Junto ao pé de jusante, será executada uma laje em concreto armado, ancorada na rocha e com o objetivo de conter o eventual processo de erosão causado por baixas vazões.

O vertedouro foi dimensionado para descarregar a vazão de 1.220 m³/s, equivalente à cheia com tempo de recorrência de 1.000 anos, com pico instantâneo e sem considerar o amortecimento no reservatório, devido às suas dimensões reduzidas.

A capacidade de descarga foi obtida a partir dos critérios preconizados pela *U.S. Bureau of Reclamation*, resultando em uma carga de projeto de 2,55 m e, desprezando-se a velocidade de aproximação, em um coeficiente de descarga de 2,18, compatível com

este tipo de vertedouro. Desta maneira, o N.A. Máx. Maximorum ficou definido na El. 1.043,05 m.

A ogiva apresenta o trecho a montante da crista composto por duas curvas circulares e o trecho de jusante composto por um perfil tipo Creager, seguido de um paramento com declividade de 0,75H:1,00V. A geometria da ogiva foi definida para a lamina d'água de projeto (hd) que corresponde a 75% da lamina d'água real e é representada pela equação:

$$y = 0{,}2210.x^{1{,}872}$$

Os muros laterais foram dimensionados para a vazão milenar de projeto de 1.723 m³/s e possuem borda livre segundo o preconizado pelo *Hydraulic Design Criteria*.

O dispositivo de vazão sanitária da PCH Amparo é constituído por 2 tubos, idênticos, instalados no bloco 1 do vertedouro, próximos das adufas de desvio.

Apresentam diâmetro nominal de 450 mm, comprimento de 7,5 m, e eixo na El. 1033,75 m.

Não apresentam qualquer dispositivo de controle de vazão (válvulas ou comportas). Há apenas uma gaiola metálica instalada a montante da boca dos tubos, fixada por chumbadores ao paramento do bloco de vertedouro, para evitar que os tubos possam ser obstruídos por detritos trazidos pelo rio.

A vazão sanitária da PCH Amparo foi definida como sendo 100 % da vazão $Q_{7,10}$, equivalente a 2,74 m^3/s.

Os tubos foram projetados para que funcionem tanto como vazão sanitária provisória, durante o enchimento do reservatório, quanto como vazão sanitária permanente, na operação da usina.

O dimensionamento foi feito considerando-se o funcionamento como vazão sanitária permanente, ou seja, de tal maneira que os tubos escoassem uma vazão total no mínimo igual à vazão sanitária quando sob o N.A. Máx. Normal do reservatório (El. 1040,50 m).

No funcionamento como vazão sanitária provisória, imediatamente após o fechamento do último vão das adufas de desvio, os tubos escoarão uma vazão total mínima de 1,44 m^3/s, o que equivale a 52,5% da vazão sanitária.

Para que a vazão mínima de 1,44 m^3/s seja garantida, foi imposta uma condicionante para o fechamento da última adufa e início do enchimento do reservatório: o nível d'água de montante deve estar, no mínimo, na El. 1.035,60 m, estável ou aumentando.

De acordo com a curva de descarga para 1 adufa em operação, o nível d'água de montante se estabiliza na El. 1.035,60 m, com o rio apresentando sua vazão média de longo período (27,25 m^3/s).

Vale mencionar que dispositivo similar, ou seja, de dimensões diferentes mas com os mesmos princípios de funcionamento, foi implantado na PCH Passos Maia, usina localizada imediatamente a jusante da PCH Amparo.

O circuito de geração está localizado na margem esquerda do rio. Desde o reservatório até a restituição das águas ao rio, compreende as seguintes estruturas:

- Canal de aproximação;
- Tomada d' água;
- Túnel de adução forçado;

- Chaminé de equilíbrio;
- Conduto forçado;
- Casa de força;
- Canal de fuga.

O canal de aproximação e a tomada d'água estão localizados na margem esquerda do rio, aproximadamente 700 m a montante do eixo do barramento.

O canal possui 105 m de extensão, junto à borda do reservatório (N.A. Máx. Normal na El. 1040,50 m) até a estrutura de tomada d'água.

Apresenta três trechos distintos. O primeiro é escavado essencialmente em solo, na El. 1035,00 m, com largura de 7,00 m e taludes com inclinação de 1,5H:1V. O segundo e o terceiro trechos são escavados em rocha alterada. Consideraram-se taludes de escavação verticais, estabilizados mediante tratamento com concreto projetado e barras de ancoragem.

O segundo trecho, de 52,00 m de extensão, apresenta base de 7,00 m de largura e com declividade de 12,5%, da El. 1.035,00 m até a El. 1.028,50 m.

O terceiro trecho, de 10,00 m de extensão, apresenta base de 8,00 m de largura e constante na El. 1.028,50 m.

A tomada d'água é uma estrutura em concreto armado, do tipo torre, localizada ao final do canal de aproximação e imediatamente a montante do emboque do túnel forçado.

Sua base está assente sobre rocha sã, na El. 1.027,80 m, embora suas paredes estejam em contato com rocha alterada.

A definição desta cota de fundação para a estrutura foi feita exclusivamente com base na condição geológica identificada no local de implantação. Como o circuito de adução conta com longo túnel forçado e chaminé de equilíbrio, a tomada d'água dispensa atendimento à submergência mínima calculada para não formação de vórtice.

Assim como na escavação do segundo e do terceiro trechos do canal de aproximação, na escavação da tomada d'água foram considerados taludes verticais, estabilizados através de tratamento com concreto projetado e barras de ancoragem.

No espelho de montante do túnel, contra o qual a parede de jusante da tomada d'água será concretada, foi prevista a execução de uma placa de concreto armado, fixada à rocha alterada do espelho através de tirantes. Isso para garantir a estabilidade do espelho, principalmente durante as primeiras detonações para escavação do emboque do túnel.

A estrutura apresenta passagem de água única, com soleira na El. 1.029,00 m, e de seção transversal nominal tipo retangular, de 4,00 m de largura por 5,00 m de altura. No trecho inicial da passagem, da grade até a comporta, sua seção transversal também é retangular, porém de dimensões variáveis em função das formas hidráulicas das paredes laterais e do teto. Na transição para o túnel, a passagem muda gradualmente para seção transversal tipo arco-retângulo, de 5,00 m de diâmetro.

Na seção transversal nominal da estrutura, a velocidade da água foi calculada em 1,78 m/s e dentro do túnel, ela foi calculada em 1,59 m/s. As velocidades figuram bastante próximas, portanto não se incorreu em perda de carga significativa (calculada em apenas 0,009 m) pela desaceleração da água.

A passagem da água conta com uma grade fina e uma comporta, movimentadas através de uma talha elétrica em monovia, a partir do deck da estrutura, que fica na El. 1044,00 m. Conta ainda com uma tubulação de by-pass para a comporta, permitindo o enchimento do túnel forçado antes do recolhimento da comporta na posição fechada. Do deck da estrutura (El. 1044,00 m), além de se ter acesso às ranhuras da grade e da comporta, tem-se acesso a um poço de inspeção para o túnel.

Em relação ao N.A. Máx. Maximorum do reservatório, El. 1043,05 m, o deck da estrutura apresenta borda livre de 0,95 m.

O túnel forçado (de alta pressão) possui seção transversal nominal tipo arco-retângulo, de 5,00 m de diâmetro.

Seu comprimento de escavação total, em planta, do espelho de montante (escavação da tomada d'água) ao espelho de jusante (escavação da casa de força), é de aproximadamente 1.110 m. Escavado totalmente em rocha, em sua maior parte em rocha sã, porém com trechos em rocha alterada, possui comprimentos de tratamento previsto.

A inclinação nominal do túnel é de 1%. Entretanto, foi previsto um trecho de inclinação acentuada, entre 12 e 15%, de comprimento aproximado 60 m (em planta), logo a jusante da tomada d'água. Este trecho foi previsto com base nos resultados das investigações geológicas, com o objetivo reduzir o trecho atravessado por rocha alterada.

No trecho final do túnel, de comprimento aproximado 45 m, entre o *rock trap* e o espelho de jusante, não há inclinação do piso definido, mantendo-se na El. 1.011,00 m.

O comprimento total do túnel, em planta, entre a transição da tomada d'água até o emboque do conduto forçado, é de 1.075 m.

Aproximadamente 175 m a montante do eixo das unidades geradoras da casa de força há uma chaminé de equilíbrio. O Eixo desta estrutura é deslocado, em planta, do eixo do túnel forçado em 12,00 m. A conexão entre as estruturas é feita através de um túnel auxiliar, com piso definido na El. 1.012,07 m.

De acordo com a metodologia recomendada em *Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas*, devido ao alto tempo hidráulico do circuito de adução (túnel e conduto forçado), calculado em 6,7 s, a necessidade da chaminé de equilíbrio é avaliada como "obrigatória".

Como mencionado no Capítulo 5, tentou-se eliminar a necessidade da chaminé de equilíbrio para o túnel, aumentando o diâmetro nominal e/ou diminuindo sua extensão. Entretanto, comparando-se essencialmente os custos totais das escavações em rocha, as opções sem chaminé mostraram-se mais custosas que a opção original com chaminé.

A chaminé apresenta dois trechos verticais, ambos de seção transversal tipo circular. O trecho inferior, da El. 1.012,07 m até a El. 1.033,30 m, de diâmetro nominal 5,00 m, liga verticalmente o túnel auxiliar ao trecho superior da chaminé e é escavado totalmente em rocha. O trecho superior, da El. 1.033,30 m até a El. 1.049,20 m, terá diâmetro nominal de 10,20 m, sendo projetado para conter a oscilação do nível de água da chaminé, decorrente ou de paralisação brusca, ou de partida brusca das unidades geradoras.

Referente ao caso de paralisação brusca, o nível d'água máximo da chaminé foi determinado na El. 1.047,10 m. O coroamento da chaminé encontra-se na El. 1.049,20 m e refere-se ao topo do parapeito da estrutura, resultando assim, em uma borda livre de 2,10 m.

Referente ao caso de partida brusca, o nível de água mínimo da chaminé foi determinado na El. 1.034,80 m, tendo, entre a base do trecho superior, El. 1033,30 m, e esta elevação, uma folga de 1,50 m.

A escavação do trecho superior é essencialmente em solo. Para viabilizar a escavação na vertical, foi considerada a execução de uma parede autoportante em concreto armado, de 0,40 m de espessura.

No trecho final do túnel forçado há o *rock trap* e o emboque do conduto forçado. O *rock trap* foi projetado como sendo simplesmente uma escavação no piso do túnel. Em relação ao piso (El. 1.011,00 m), o *rock trap* apresenta 2,00 m de profundidade, 5,00 m de largura, equivalente ao diâmetro nominal do túnel, e 8,00 m de comprimento, resultando em um volume total de 80,00 m^3.

O emboque do conduto forçado está localizado 31,00 m a montante do espelho do túnel (escavação da casa de força), sendo esta extensão de conduto, para dentro do túnel, foi definida em função da reduzida espessura de rocha sobre a abóboda do túnel, identificada pelas investigações geológicas, e a carga hidráulica atuante, no trecho final. Considerou-se que, ao longo de toda a extensão de 31,00 m, o conduto é ancorado ao túnel através da concretagem do vão existente entre eles.

O conduto forçado, em aço, liga o túnel forçado à casa de força.

Em seu trecho inicial, o conduto corre em linha reta, dentro do trecho final do túnel e apresenta 37,0 m de comprimento e diâmetro nominal de 3,60 m, com eixo fica na El. 1.013,40 m.

Ao final do primeiro trecho, o conduto bifurca-se para dois condutos menores, de diâmetro nominal 2,50 m cada. A bifurcação está localizada logo a jusante do desemboque do túnel, dentro da escavação da casa de força, e apresenta ângulo interno de 60°, ou seja, uma deflexão de 30° de cada conduto.

Após a bifurcação, cada conduto segue para dentro da casa de força, até a válvula borboleta, a qual também apresenta diâmetro nominal 2,50 m. Este segundo trecho, que contempla uma curva de 30°, possui comprimento aproximado de 9,5 m. Seu eixo encontra-se na El. 1.012,85 m, equivalente à elevação do eixo da válvula borboleta e do distribuidor da unidade geradora. Os condutos atravessam a parede de montante da casa de força de maneira normal.

Para o primeiro trecho do conduto, dentro do túnel forçado, o vão existente entre a parede do conduto e a parede do túnel é preenchido com concreto, como já explicado no item anterior. Já a bifurcação e parte do segundo trecho, externos a casa de casa de força, apresentam envelopamento em concreto armado, já que serão aterrados.

O diâmetro nominal adotado nos trechos de conduto forçado atendeu a critérios econômicos, levando-se em consideração o custo da blindagem e a perda de carga gerada.

O diâmetro econômico foi determinado pelo critério de *Bondshu*, atendendo as máximas velocidades permitidas.

Os critérios adotados para o dimensionamento da blindagem consideram a máxima pressão estática acrescida da máxima sobrepressão, devido ao golpe de aríete.

A casa de força da PCH Amparo, do tipo abrigada em concreto convencional, foi projetada para comportar 2 unidades hidrogeradoras de eixo horizontal com potência

nominal de 3,75 MW cada, constituídas de turbinas tipo Kaplan S Horizontal Jusante, perfazendo 7,50 MW.

A estrutura em concreto armado está encaixada em uma escavação majoritariamente feita em rocha sã. A estrutura é constituída de 3 blocos, sendo:

- Bloco principal, com 24,00 m no sentido do fluxo hidráulico, e 16,00 m no sentido transversal;
- Bloco da galeria elétrica, sala de controle, copa, vestiário e banheiro, na El. 1.020,35 m, à direita hidráulica do bloco das unidades, com 24,00 m no sentido do fluxo hidráulico, e 4,30 m no sentido transversal;
- Bloco da área de montagem, almoxarifado e sala de reuniões, na El. 1.020,35 m, a montante do bloco de unidades. Apresenta dimensão de 6,00 m no sentido do fluxo hidráulico, e 16,80 m no sentido transversal ao fluxo.

O bloco principal, em que estão as unidades geradoras, possui 3 pisos principais: piso de acesso às turbinas e válvulas borboleta, na El. 1.009,50 m, piso de acesso aos geradores, na El. 1.011,95 m, e piso de acesso às ranhuras das comportas de sucção, na El. 1.020,35 m (mesma elevação dos blocos da galeria elétrica e da área de montagem).

Além dos 3 pisos principais, o bloco principal ainda apresenta um piso de acesso ao poço de drenagem e esgotamento, também chamado de sala de bombas, na El. 1.007,40 m, e um piso de acesso aos tubos de sucção, na El. 1.014,55 m.

O nível de proteção da casa de força está definido na El. 1.020,35 m, o que corresponde, no evento de uma cheia de 1.000 anos de recorrência, a uma borda livre de 1,13 m.

O acesso à casa de força é feito pelo pátio situado na direita hidráulica, na El. 1.020,00 m. Do pátio, adentra-se a casa de força pela área de montagem, na El. 1.020,35 m. Neste mesmo pátio encontra-se a subestação 34,5 kV da PCH Amparo.

A ponte rolante a ser usada na descarga, movimentação e montagem de equipamentos e materiais, terá o trilho de caminhamento apoiado sobre uma viga metálica com topo na El. 1.026,50 m, suportada por pilares metálicos laterais da casa de força, ao longo do bloco principal e da área de montagem.

As duas saídas de água da sucção terão 3,36 m de largura por 2,48 m de altura, e piso na El. 1.008,29 m. Cada saída contará com uma comporta, manobrada pela ponte rolante a partir do piso de acesso às ranhuras, sito na El. 1.020,35 m. Este piso faz parte do bloco principal, porém seu acesso se dá pela galeria elétrica.

A galeria elétrica, na El. 1.020,35 m, será construída junto à parede da direita hidráulica do bloco principal. Apresentará dimensões livres de 4,55 m transversal e 12,30 m paralelamente ao fluxo. Nela, serão instalados todos os cubículos e painéis elétricos referentes às unidades geradoras e aos sistemas auxiliares da casa de força.

A área de montagem, na El. 1.020,35 m, será construída junto à parede de montante do bloco principal. Apresentará dimensões livres de 10,50 m transversal e 6,70 m paralelamente ao fluxo. O portão de entrada para veículos, de 4,60 m de vão livre, será instalado na parede de vedação, prevista em alvenaria, da direita hidráulica da área de montagem.

O poço de drenagem e esgotamento está localizado entre os eixos das unidades geradoras, junto à parede de jusante do bloco principal. O acesso se dá pela sala de bombas (El. 1.007,40 m).

A escada principal da casa de força fica junto à parede de montante do bloco principal, permitindo o acesso ao piso das turbinas e válvulas borboleta (El. 1.009,50 m) a partir da área de montagem (El. 1.020,35 m). Considerou-se sua construção com elementos em concreto pré-moldado e suportes metálicos.

A escada de emergência da casa de força, do tipo marinheiro, metálica, com gaiolas e patamar intermediário, fica junto à parede da direita hidráulica do bloco principal. Permite rota de fuga do piso dos geradores (El. 1.011,95 m) para a galeria elétrica (El. 1.020,35 m), e da galeria elétrica para fora da casa de força.

No bloco principal, na parede da esquerda hidráulica, rente à parede de jusante, foi prevista uma abertura de 2,36 m de largura por 1,20 m de altura, com base na El. 1.017,20 m, para descarga dos dutos de saída de ar dos geradores. Do lado externo da parede, e rente a ela, sobe um *shaft* em concreto armado, com cobertura, de aproximadamente 3,65 m de altura interna.

Sobre as estruturas civis a serem construídas acima da El. 1.020,35 m:

- Todas as paredes de vedação em alvenaria convencional estruturada por pilares e vigas de concreto armado;
- Cobertura intermediária em laje de concreto armado para o almoxarifado, copa, banheiro e vestiário;
- Forro estruturado para sala de controle e galeria elétrica;
- Cobertura de toda a casa de força, com exceção da sala de reunião, em estrutura metálica;
- Cobertura da sala de reunião em laje de concreto armado;
- Pilares metálicos para sustentação das vigas de rolamento, também metálicas, da ponte rolante.

O canal de fuga restituirá as águas das duas saídas de sucção da casa de força até o rio Chapecó.

O canal possui aproximadamente 215 m de extensão, da parede de jusante da casa de força até a margem esquerda do rio, com N.A. Normal na El. 1014,85 m.

Apresenta três trechos distintos. O primeiro e o segundo trecho são escavados em rocha sã. O terceiro trecho é escavado parte em rocha sã e parte em rocha alterada. Independentemente do tipo de rocha, foram considerados taludes de escavação verticais, sem previsão de tratamento.

O primeiro trecho, diretamente em contato com a parede de jusante da casa de força, possui apenas 9,30 m de extensão. Sua base tem 12,00 m de largura e cota na El. 1.008,29 m.

O segundo trecho, de 22,60 m de extensão, apresenta base de largura variável, de 12,00 m para 7,00 m, com rampa ascendente de 12,0%, da El. 1.008,29 m para El. 1.011,00 m.

O terceiro trecho, de aproximadamente 182 m de extensão, apresenta base de 7,00 m de largura e cota na El. 1.011,00 m.

O N.A. Normal no canal de fuga, equivalente à operação de 2 unidades geradoras à plena carga (35,5 m^3/s), resulta na El. 1.014,85 m.

O N.A. Mín., equivalente à operação de 1 unidade geradora com carga mínima (5,33 m^3/s), resulta na El. 1.014,63 m.

O N.A. Máx. Maximorum, no evento da cheia de 1.000 anos de recorrência (1.120 m^3/s), encontra-se na El. 1019,22 m.

A linha de transmissão em 34,5 kV entre a Subestação Elevadora de Amparo e a Subestação Coletora da PCH Passos Maia deverá ser construída conforme requisitos mínimos exigidos pela CELESC e COPEL e demais normas aplicáveis.

A linha de transmissão em 34,5 kV será energizada com a potência da PCH Amparo, será em circuito simples com cabos dispostos na horizontal, composta estruturas metálicas treliçadas, em aço galvanizado e autoportantes projetadas conforme padrão CELESC e COPEL.

Cada fase será constituída por 1 (um) cabo condutor tipo CAA, 266,8 kcmil, 26/7, código PARTRIDGE.

A linha de transmissão deverá ter um cabo para-raios com fibras ópticas OPGW (24 fibras), para proteção contra descargas atmosféricas, teleproteção e transmissão de dados.

Para o aterramento das estruturas serão usados cabos de aço galvanizado tipo 4 BWG.

5.8 PCH VICTOR BAPTISTA ADAMI

A PCH Victor Baptista Adami, antiga PCH Passos Maia, da empresa Passos Maia Energética S.A., é a sexta PCH de montante para jusante implantada e em operação no rio Chapecó. Teve seu Projeto Básico aprovado pela ANEEL através do DSP nº 2.003, de 10 de maio de 2011, conforme Quadro 12 a seguir.

Quadro 12 – DSP ANEEL nº 2.003/2011 Aprovação do Projeto Básico.

PCH	Características Básicas
Coordenadas de referência do Eixo do Barramento	**26º 42' 12" S e 51º 55' 07" W**
Coordenadas de referência da Casa de Força	**26º 41' 49" S e 51º 56' 05" W**
Potência Instalada Total [MW]	25
Número de unidades	2
N. A. máximo normal de montante [m]	1012,00
N. A. máximo normal de jusante [m]	929,04
Queda Bruta Nominal [m]	82,96
Perdas Hidráulicas Nominais [m]	3,15
Rendimento Nominal da Turbina [%]	95
Rendimento Nominal do Gerador [%]	97,30
Taxa Equivalente de Indisponibilidade Forçada [%]	1,3
Indisponibilidade Programada [%]	3,8
Perdas Elétricas até o Ponto de Conexão (%)	0,46
Consumo Interno (MW médio)	0,026
Tipo de turbina	Francis Eixo Horizontal
Vazão de projeto do vertedouro (m_3/s)	1.370
Vazão Remanescente do Aproveitamento [m^3/s]	1,44
Vazão de Usos Consuntivos [m^3/s]	0,20
Área do Reservatório no N.A. máx. normal [km_2]	1,75
Série de Vazões Médias Mensais	Jan./1931 a Dez./2008
Descarga média de longo termo (m_3/s)	28,9

A PCH Victor Baptista Adami entrou em operação em 18 de fevereiro de 2012, com Resolução Autorizativa da ANEEL – REA nº 1.880 de 07 de abril de 2009 para sua implantação, e DSPs ANEEL nº 583 e 606 de 17 e 23 de fevereiro de 2012, respectivamente, liberando as duas unidades geradoras.

A Figura 9 a seguir, assim como em maiores detalhes no desenho 3F do Caderno de Desenhos, apresenta o circuito de geração da PCH Victor Baptista Adami já implantada e em operação no rio Chapecó.



Figura 9 – Localização da PCH Victor Baptista Adami.

5.8.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH Victor Baptista Adami

A barragem a ser executada será mista, composta por concreto compactado com rolo – CCR, e enrocamento com núcleo de argila para fechamento em ambas as ombreiras. O vertedouro de soleira livre foi incorporado no trecho do leito do rio e em parte de ambas ombreiras. Na ombreira esquerda, fazendo parte da barragem, encontram-se as adufas utilizadas durante a fase de desvio do rio.

No trecho do rio, em que se encontra o vertedouro, a estrutura terá 26 metros de altura máxima e 132 metros de comprimento, com crista na elevação 1012,00 m. No trecho fora do vertedouro, em ambas as margens, a crista da barragem foi estabelecida na elevação 1014,90 m, acrescida de uma mureta com 1,0m de altura, totalizando o seu coroamento na El. 1016,00 m, sendo a margem direita com 35 metros e a margem esquerda com 44,4metros de comprimento em CCR.

As ombreiras serão executadas em enrocamento com núcleo de argila de forma a abraçar as estruturas de CCR, sendo seu coroamento na El. 1016,70 m. A ombreira da

margem direita tem comprimento 145 metros, com largura da crista 6 metros, e a ombreira na margem esquerda também com largura da crista de 6 m tem comprimento de 147 metros.

O rio será desviado através de 2 (duas) adufas com seção retangular de 2,80 m de largura por 7,00 m de altura, com 29,50 m de comprimento. A operação de fechamento destas adufas será feita por meio de guindaste e comportas a serem instaladas na estrutura de concreto, na extremidade de montante.

O circuito hidráulico de geração, localizado na margem esquerda do rio, será composto por:

- Tomada de Água em estrutura de concreto do tipo gravidade, com crista na elevação 1016,0 m, com uma única abertura. Será dotada de grade para retenção de detritos e comporta ensecadeira para fechamento em caso de manutenção;
- Túnel de Adução, totalmente escavado em rocha, seção arco-retângulo com 5,65 m de diâmetro, e aproximadamente 1.415 m de extensão.
- Conduto Forçado: Aproximadamente na estaca 1.320,0 m, o túnel sofre uma transição para um conduto forçado, com 3,40 m de diâmetro percorrendo 128,00 m de trecho reto no interior do túnel, quando, a céu aberto, sofre uma curva vertical seguida de uma bifurcação para dois condutos de 2,5 m de diâmetro. O conduto 1 bifurca em 45º em relação ao conduto 2 e sofre uma curva vertical e horizontal para se alinhar à unidade 1, este ramal tem comprimento aproximado de 36 metros. O conduto da unidade 2 segue retilíneo e sofre mais uma curva vertical, alinhando o conduto à linha de centro da unidade geradora, com extensão total de 31 metros. Ambos os condutos estreitam para o diâmetro de 1,90 m para o encaixe na válvula borboleta e posterior entrada na caixa espiral.
- A casa de força é do tipo semi-abrigada com duas unidades geradoras equipadas com turbinas tipo Francis, rotor simples de eixo horizontal, acopladas diretamente aos geradores síncronos, trifásicos, previstos para interligação ao sistema. As duas unidades geradoras terão potência unitária de 12.886 kW, perfazendo uma potência total de 25.000 kW. A vazão turbinada máxima em cada máquina deve ser cerca de 17,81 m³/s, totalizando 35,62 m³/s.
- O reservatório com nível de água máximo normal na elevação 1012,00 m apresenta-se com área de 175 ha.

As obras de desvio do rio serão executadas na margem esquerda do rio para permitir a execução das estruturas da barragem / vertedouro a ser implantado no leito do rio.

O critério utilizado para o dimensionamento do desvio baseou-se na vazão de 10 (dez) anos de tempo de recorrência no período seco, com pico instantâneo (395 m³/s), com equivalência a vazão de 2,7 anos de tempo de recorrência no período úmido. O desvio do rio será realizado através de 2 (duas) adufas de 2,80 m de largura por 7,00 m de altura. A estrutura de desvio apresenta a soleira da comporta na El. 982,00 m, com comprimento de 28,70 m. O canal de desvio é escavado em rocha, e possui inicialmente fundo na El. 981,00 m, com 9,40 m de largura, seguindo após para a El. 982,00. Após a estrutura de concreto das adufas, o canal de desvio segue escavado em rocha na El. 562,00, seguindo, no seu trecho final, para a El. 987,00 m com 28,30 m de largura.

Esse arranjo, juntamente com a ensecadeira de montante é capaz de descarregar 395 m³/s durante o desvio do rio previsto para o período seco local, julgando-se este critério apropriado para o tipo de obra em questão.

As cotas das cristas das ensecadeiras de montante e de jusante da 2ª fase do desvio do rio na PCH Passos Maia foram determinadas de acordo com as curvas de descarga das adufas e de jusante da barragem.

Para a definição das cotas, foi utilizado um tempo de proteção de 10 anos no período seco, com pico instantâneo, cuja vazão é de 395 m³/s.

De acordo com o tempo de recorrência estabelecido para a proteção da ensecadeira, os níveis das cristas das ensecadeiras de montante e jusante da barragem foram definidos, respectivamente, nas elevações 997,50 m e 991,00 m.

Para a ensecadeira do canal de fuga, foi adotada uma proteção com tempo de recorrência de 50 anos, 903 m³/s, com crista na El. 934,50 m, com 1,0 m de borda livre, de acordo com a curva chave do canal de fuga e verificando também o estrangulamento da seção.

O fechamento será realizado mediante colocação de duas comportas gaveta, uma em cada vão da adufa. Esta operação será realizada com guindaste móvel posicionado no topo da estrutura da barragem de concreto, ou seja, na elevação 1014,90 m. O procedimento para o fechamento das comportas da adufa será detalhado durante o Projeto Executivo da PCH Passos Maia.

Apresentam-se aqui as determinações das perdas de carga no circuito hidráulico de geração da PCH Passos Maia.

As estruturas consideradas nestas determinações foram:

- Tomada de Água;
- Túnel de Adução;
- Conduto Forçado e Bifurcações;
- Casa de Força e Canal de Fuga.

Para a vazão máxima turbinada de 35,62 m³/s, no circuito hidráulico de geração da PCH Passos Maia, a perda de carga máxima foi de 3,149 m.

O valor acima compreende as perdas no canal de adução, na tomada de água, no túnel de adução, no conduto forçado - incluindo bifurcação - até a entrada da caixa espiral, no canal de fuga e também as perdas na saída do tubo de sucção.

As equações das perdas de carga totais para o circuito hidráulico de cada uma das unidades geradoras são as seguintes:

- Unidade 1: Perdas (m) = $0{,}0024817025.Q_2$

- Unidade 2: Perdas (m) = $0{,}0022611371.Q_2$

Sendo Q (m³/s) a vazão total turbinada nas duas unidades geradoras.

O vertedouro é do tipo soleira livre e está localizado no corpo da barragem de CCR, sobre o leito do rio.

A soleira foi fixada na El. 1.012,00 m, com 132,0 m de comprimento. Seu perfil será do tipo "Creager", sendo a sua geometria definida para uma carga de projeto de 1,68 m. Na ocorrência da vazão de 1.370 m³/s, correspondente ao pico da cheia com tempo de recorrência de 1.000 anos, está prevista uma sobrelevação de 2,72 m, com o reservatório atingindo a El. 1.014,72 m.

Em função de suas reduzidas dimensões, o reservatório não tem capacidade de amortecimento das vazões de cheia.

O paramento de montante tem uma inclinação de 1V:0,3H a partir da EL. 1000,00 e o de jusante, em degraus, tem inclinação de 1V : 0,8H. A dissipação de energia será feita parcialmente no próprio paramento de jusante, através dos degraus, e complementada no leito do rio.

A crista da barragem foi avaliada considerando-se o reservatório em seu nível máximo maximorum e excepcional, correspondente à passagem do pico da cheia milenar e decamilenar respectivamente.

A seguir é descrita a verificação da altura de borda livre da barragem da PCH Passos Maia, acima do nível de água máximo maximorum do reservatório, para evitar a transposição da crista da barragem pelas ondas provocadas pela ação de ventos sobre o reservatório.

Os parâmetros necessários para o cálculo da altura de onda, consistem basicamente da determinação do vento crítico, na determinação do “fetch” efetivo e da profundidade média do reservatório ao longo do “fetch”.

Para efeito de estimativa de formação de ondas no reservatório, necessário para a definição da borda livre das estruturas da barragem, foi considerado um vento crítico de 100 km/ h com duração superior a duas horas.

O critério adotado para determinação do “fetch” foi o critério da máxima distância a partir da barragem ao longo do reservatório, ou seja, a máxima extensão da superfície de água a ser percorrida pelo vento.

Assim, a partir dos parâmetros adotados, o cálculo da maré de vento e da altura de onda, resulta nos seguintes valores:

Maré de Vento: Z_s = 0,005m

Altura de Onda: Z_w = 1,91 pés = 0,58 m / Z’ = 2,05 pés = 0,62 m

O paramento da barragem de CCR é vertical, e portanto torna-se desnecessária a avaliação da subida de onda sobre o talude desta barragem.

No entanto, foi considerada a subida de onda sobre a barragem de enrocamento com núcleo de argila. O período de ondas foi avaliado em 2,7 s, e seu comprimento Lo em 11,4 m. Para taludes com inclinação 1:1,5 e para a relação Z’/Lo de 0,05 a relação R/Z’ para taludes lisos, como é o caso da barragem de terra, resultou no valor de 2,4.

Para o fator de subida de onda encontrado a altura total de onda resultou em 1,50 m. O valor da maré de vento calculado a partir dos dados levantados foi muito pequeno, sendo, portanto, considerado desprezível.

Considerando a cheia com tempo de recorrência milenar, no qual o reservatório chega ao NA na El. 1014,72 m, adotou-se a cota de proteção da barragem de CCR na El. 1016,00 m e a crista da barragem de enrocamento com núcleo de argila na El. 1016,70 m.

Para a cheia decamilenar o nível de água no reservatório chega a elevação 1015,10 m, conforme apresentado na curva de descarga do vertedouro. Considerando a altura de onda de 1,50 m, tem-se o nível resultante na El. 1.016,60 m.

Portanto, a altura da borda livre da barragem é suficiente para conter as ondas que serão formadas no reservatório.

A licença ambiental emitida pela FATMA para a PCH Passos Maia através do Ofício DICA/GELAR nº 002942 de 12 de dezembro de 2006 estabelece uma vazão ambiental,

que deve ser mantida no Rio Chapecó entre a Barragem e a Casa de Força, de 1,44 m3/s.

Para essa questão, foi prevista a instalação de um dispositivo para garantir a manutenção da vazão ambiental durante a operação da PCH Passos Maia. Esse dispositivo trata-se de uma tubulação de aço, sem controle, com diâmetro interno de 380 mm. O dispositivo contará com uma grade instalada em seu emboque, de forma a garantir seu funcionamento durante a vida útil do Aproveitamento. O conduto será instalado no bloco 14 da barragem, na El. 988,50 m e sem dispositivo para controle de vazão. A geratriz inferior do conduto está na El. 988,31 m.

O dimensionamento da tubulação foi efetuado considerando o reservatório em seu nível máximo normal (El. 1012,00 m) e sua capacidade de vazão garante a passagem de uma vazão mínima de 1,44 m³/s.

Durante o enchimento, o dispositivo alcançará a vazão de 1,0 m³/s (para a vazão média de longo termo) em cerca de 15 horas após o fechamento das adufas, e atingirá a vazão de projeto em aproximadamente 150 horas.

Para garantir que o dispositivo entre em operação logo após o início do enchimento, a ensecadeira de montante deverá ser rebaixada até a cota do dispositivo.

A barragem /vertedouro será construída em CCR, com 211,40 m de extensão total da crista, tendo no seu trecho central, sobre o leito do rio, o vertedouro de soleira livre com 132,00 m de extensão e 26 m de altura máxima. As estruturas estarão assentes em rocha sã e para isso deverá ser removida a cobertura de solo existente.

O fechamento lateral da barragem em CCR será feito por ombreiras em solo com enrocamento e núcleo de argila, tendo a ombreira direita um comprimento de 145 metros e a ombreira esquerda 147,41 metros.

A construção da barragem na margem esquerda, incluindo a estrutura de desvio do rio, está prevista para ser executada a seco.

A estrutura da tomada de água estará localizada na margem esquerda do rio, próxima à barragem.

Trata-se de uma estrutura do tipo torre em concreto armado, dotada de abertura simples. A plataforma superior foi definida na El. 1014,90 m e a soleira da comporta na El. 1003,00 m.

O fechamento da passagem de água, com dimensões de 3,10 m x 4,20 m, é feito por comporta-ensecadeira, acionada por talha elétrica. A abertura também apresenta uma grade com abertura total de 5,30 m x 6,40 m, instalada na El. 1002,00 m.

A velocidade máxima da água nas grades e na região da comporta foi admitida em 1,1 m/s e 2,7 m/s, respectivamente. A submergência adotada foi considerada em 3,90 m.

O túnel de adução foi dimensionado para uma vazão de engolimento máximo de 35,62 m³/s, sendo a velocidade máxima prevista de 1,32 m/s. A seção será na forma de arco-retângulo, com altura de 5,65 m e largura de 5,65 m. O comprimento total do túnel de adução entre a tomada de água e casa de força, é de aproximadamente 1415,00 m. Junto à tomada de água, este se apresenta com fundo na El. 1002,00 m, seguindo por um trecho reto de 45 metros, quando inicia trecho com inclinação descendente de 5% de 724,00 m. Após, segue por um trecho com inclinação descendente de 10%, por cerca de 403,00 m, e na sequência por um trecho horizontal de 243 m, na El. 926,60.

Dadas as boas qualidades geomecânicas esperadas para o maciço rochoso e as condições de cobertura rochosa favoráveis, os tratamentos previstos, de forma geral, são sistemáticos, à exceção de trechos específicos, no emboque e desemboque. O piso do túnel, por razões hidráulicas e de cronograma, deverá ser revestido com concreto de regularização, na espessura média de 0,20 m.

Como precaução aos afluxos de lascas e blocos rochosos expressivos ao conduto forçado e às turbinas, que possam vir eventualmente a se desprenderem das paredes e abóbodas do túnel, está previsto um trecho do túnel geometricamente diferenciado com o fundo rebaixado, conformando um “rock trap”.

Na região do “rock trap” prevê-se o túnel com o fundo rebaixado em 2,0 m, que proporciona uma redução da velocidade do fluxo na região, especialmente no fundo, provocando a “deposição” dos blocos de rocha que possam eventualmente se desprender do interior do túnel. A extensão da bacia do “rock trap” foi avaliada em 15 m e, localizada logo a montante do encontro da transição do túnel e a blindagem.

O Conduto Forçado inicia-se em uma transição e segue aparente dentro do Túnel de Adução com diâmetro de 3,4m, após 128m de comprimento há uma bifurcação do Conduto para alimentar duas unidades, após a bifurcação os ramais assumem diâmetros de 2,5m. A montante das Válvulas Borboletas de Isolamento, os ramais do Conduto sofrem mais uma redução pra 1,9m. A extensão total do Conduto Forçado com os ramais é de 195m.

Pelos resultados apresentados nas simulações energéticas e econômicas verifica-se ser viável instalar 25 MW na PCH Passos Maia. Foram mantidas as duas unidades geradoras conforme apresentado no Projeto Básico já aprovado. Está prevista a implantação da casa de força na margem esquerda do rio Chapecó.

A estrutura será do tipo semi-abrigada, em monobloco, abrigando duas unidades do tipo Francis, de eixo horizontal, com 12,886 MW instalados cada, totalizando 25 MW.

A plataforma de acesso, descarga e montagem, está situada à esquerda hidráulica da casa de força, na El. 936,70 m.

O piso das máquinas possui dimensões aproximadas de 42x 22 m e está na elevação 925,80 m, onde estão instalados todos os equipamentos eletromecânicos. A sala de controle está na El. 936,70 m.

A área de montagem estará na elevação 936,70 m, mesma elevação do pátio dos transformadores, localizada na esquerda hidráulica da casa de força.

A casa de força deverá ser construída em concreto armado, tendo sido prevista concretagem em segundo estágio nas partes embutidas, como parte da caixa espiral e tubo de sucção.

A integração da PCH Passos Maia ao sistema elétrico será feita através da SE Palmas/COPEL, localizada no estado do Paraná, por meio de uma Linha de Transmissão (LT) em 138 kV, com aproximadamente 28 km, conforme descrita no item 7.8 - Sistema de transmissão.

A Subestação da PCH Passos Maia terá uma área aproximada de 1.305 m^2, localizada à esquerda da Casa de Força.

Como premissas básicas para a escolha deste local, destaca-se sua proximidade com a casa de força, pois é importante que a subestação fique o mais próximo possível da casa de força, por questões econômicas e operativas.

Para os possíveis vazamentos de óleo dos transformadores está prevista caixa de recolhimento, junto à base deste, com separadores água-óleo.

A cerca da subestação será construída em mourões de concreto com tela de arame galvanizado.

Os portões serão confeccionados com armações tubulares e tela galvanizada.

O vão de entrada na SE Palmas/COPEL será composto por secionadores, disjuntor, para-raios, transformadores de potência, transformadores de corrente, estrutura de suporte, controle e proteção, obras e instalações complementares.

5.9 PCH GOIABEIRAS

A PCH Goiabeiras, da empresa Goiabeiras Geradora de Energia Elétrica Ltda., é a sétima PCH de montante para jusante a ser implantada no rio Chapecó. Teve seu Projeto Básico aprovado pela ANEEL através do DSP nº 3.010, de 18 de novembro de 2016, conforme Quadro 13 a seguir.

Quadro 13 – DSP ANEEL nº 3.010/2016 Aprovação do Projeto Básico.

PCH Goiabeiras	Estudos de Inventário	Sumário Executivo
Localização do Barramento	26°41'46"S 51°59'39"W	26°41'53"S 51°59'45"W
NA Montante (m)	912	912
NA Jusante (m)	881,9	884
Queda Bruta (m)	30,1	28
Área do Reservatório (km²)	2,9	0,48
Potência (kW)	8.400	12.300
Energia Média (kWméd)	5.310	7.110
Vazão Q_{MLT}[2] (m³/s)	28,5	35,79

PCH GOIABEIRAS	Sumário Executivo
Coordenadas do eixo do barramento	26°41'53"S 51°59'45"W
Coordenadas da casa de força	26°41'20"S 52°0'30"W
Potência Instalada Total (kW)	12.300
Número de Unidades Geradoras	3
Potência instalada por gerador (kVA)	4556
Fator de potência por gerador (p.u.) (0,00 a 1,00)	0,9
Potência instalada por turbina (kW)	4227
Engolimento unitário mínimo por turbina (m³/s)	8,72
Rendimento nominal por turbina (%)	92,00%
Rendimento nominal por gerador (%)	97,00%
TEIF: Taxa equivalente de indisponibilidade forçada da usina (%)	2,00%
IP: Indisponibilidade programada da usina (%)	1,00%
h: Perdas hidráulicas nominais (m)	1,36
H_b: Queda bruta nominal (m)	28
$Perdas_{con}$: Perdas elétricas até o ponto de conexão (%)	1,60%
C_{int}: Consumo Interno do aproveitamento (kW médio)	23
qr: Vazão Remanescente do aproveitamento (m³/s)	1,2
qu: Vazão de Usos Consuntivos a montante (m³/s)	0
Série de Vazões Médias Mensais	Conforme Anexo

A Figura 10 a seguir, assim como em maiores detalhes no desenho 3G do Caderno de desenhos, apresenta o circuito de geração da PCH Goiabeiras prevista para ser implantada no rio Chapecó.



Figura 10 – Localização da PCH Goiabeiras.

5.9.1 Descrição Geral do Projeto Básico da PCH Goiabeiras

Apresenta-se, na sequência, uma descrição da Pequena Central Hidrelétrica Goiabeiras, conforme solução e otimizações adotadas na presente etapa de Projeto Básico.

O reservatório da PCH Goiabeiras, para o nível d'água normal de operação na El. 912,00 m apresenta uma área total de 0,48 km^2, dos quais, cerca de 0,155 km^2 correspondem à própria calha atual do rio, obtida a partir do levantamento aerofotogramétrico e de campo. Nesta cota o reservatório deverá acumular um volume de 2,39 hm^3.

As desapropriações deverão ser realizadas para a El. 912,00 m, equivalente ao nível máximo normal, acrescido de uma faixa de 30 m, que descontada a calha do rio corresponde a 0,628 km^2.

Na margem direita a área inundada é de 17,2 ha e a faixa de 30 m corresponde a 16,44 ha. Na margem esquerda a área inundada é de 15,25 ha e a faixa de 30 m corresponde a 13,92 ha.

A concepção do desvio do rio tem com base:

- O porte do rio Chapecó;
- A existência de dois períodos hidrológicos distintos no rio Chapecó induz que o desvio do rio deva ser realizado com prioridade no início do período hidrológico seco, de modo a dimensionar as estruturas para uma vazão de apenas 278 m³/s;
- Possibilidade de galgamento da barragem tendo em vista que o barramento principal será em concreto e terá 11 m de altura máxima, sendo dividida em oito blocos.

O manejo do rio foi dividido em etapas, que reduzem riscos de danos na ocorrência de grandes enchentes.

As estruturas para o desvio são:

- Ensecadeira de primeira fase, de enrocamento e terra, na El. 908,00 m;
- Ensecadeiras de segunda fase, montante, na El. 908,00 m;
- Uma adufa com seção de 3,0 m de largura (L) e 4,0 m de altura (H), situada sob o maciço da barragem na margem esquerda, com piso na El 902,50 m;
- Quatro vãos livres com 3,0 m da largura cada e com soleira na cota 902,50 m, situados ao lado da adufa.

Com a adufa fechada com comporta ensecadeira metálica será executado o tamponamento definitivo, por meio de acesso na margem direita.

A barragem concebida para o aproveitamento de Goiabeiras no Projeto Básico, é em concreto ciclópico na margem direita, e na calha do rio onde é em soleira vertente constituindo-se no vertedouro. Na margem esquerda a barragem é de terra.

A estrutura em concreto a gravidade possui uma altura máxima de 14 m e um comprimento de 173,5 m, incluindo o trecho correspondente ao vertedouro, com 135 m e altura máxima de 11 m. Apresenta paramento de montante vertical e paramento de jusante inclinado em 0,75H:1,00V.

A fundação da barragem/vertedouro se assenta sobre rocha basáltica sã. Estão previstas injeções da fundação para consolidação e a complementação da vedação.

Em função da geometria e o baixo nível de carregamento, a estrutura fica submetida a baixos níveis de tensão, permitindo a simplificação do processo de injeção e drenagem.

O fechamento da margem esquerda é realizado pela barragem de terra que tem altura máxima de 14 m junto ao muro ala e um comprimento total de 80 m.

O vertedouro da PCH Goiabeiras foi projetado sobre o maciço da barragem de concreto, no alinhamento da calha natural do rio.

Devido às pequenas dimensões do reservatório, o que leva a elevações muito rápidas do nível d'água em caso de cheias, a concepção resultou num vertedouro de superfície sem controle de comportas, por ser mais seguro, não exigindo operação nem investimento em equipamentos e manutenção.

O projeto apresenta crista na El. 912,00 m, correspondente ao nível normal de operação do reservatório, com perfil tipo USBR, seguido de calha em degraus em concreto convencional, sem qualquer dispositivo de dissipação além dos degraus, prevendo-se apenas o tratamento ou conformação da posição de impacto residual do escoamento.

Considerou-se, para cheia de projeto do vertedouro, a cheia de 1.000 anos de recorrência, com um pico de 1.564 m³/s, uma vez que se trata de barragem em concreto.

Para esta cheia resultou uma vazão específica de 11,7 m³/s/m para uma extensão da crista vertente de 135 m, e uma sobrelevação máxima do nível d'água de 3,0 m.

O sistema de adução está situado na margem direita, sendo composto basicamente de: canal de adução, tomada d'água, túnel de adução, câmara de carga e condutos forçados metálicos.

O canal de adução tem seu início localizado junto à barragem, possui uma seção molhada retangular escavada em rocha basáltica, com 10 m de largura e fundo na El. 907,00 m. O comprimento do canal é de 767 m.

A tomada d'água com a função de promover o controle do escoamento no canal de adução tem coroamento na El. 916,00 m e estrutura a gravidade aliviada em concreto armado, apresentando 9,5 m de altura por 11,2 m de largura e comprimento de 7,5 m. Além de comportas ensecadeiras a estrutura conterá grades na sua entrada, para evitar a entrada de material de maior dimensão.

O túnel de adução tem seção arco retângulo com base de 6 m, altura de 7,5 m e comprimento total de 795,0 m, estando posicionado para funcionar como canal aberto.

A câmara de carga com largura variável de 10,0 a 12,6 m com fundo na elevação 904,00 m, possui tomada d'água com a função de promover o controle do escoamento para os condutos forçados. Esta têm coroamento na El. 915,00 m, mais uma mureta de 1 m, com estrutura em concreto armado, gravidade aliviada, apresentando 11,0 m de altura por 12,6 m de largura e comprimento de 11,5 m.

Conforme o desenho GOI-2C-DETA-002, a soleira das comportas foi determinada na El. 904,00 m, de modo a permitir a operação do reservatório do nível máximo normal El. 912,00 m, até o nível mínimo na El. 911,00 m, com submergência adequada de acordo com o critério de Gordon J. L.

No dimensionamento das passagens hidráulicas considerou-se o limite de velocidades recomendado, tanto para a seção da grade, 1,0 m/s, como para comportas, 4,0 m/s.

Foram previstas três comportas ensecadeiras, com dimensões úteis de 2,60 m por 2,60 m de altura, resultando em velocidade máxima de 2,56 m/s.

A tomada da câmara de carga possui grades removíveis com área total de 61 m² (3 x 6,0 m x 3,4 m), que será dividida em dois painéis, resultando em velocidade máxima de 0,85 m/s junto às grades. Estruturalmente existirá uma viga pingo transversal de enrijecimento. O espaçamento entre as barras arredondadas das grades será definido após a definição do fabricante da menor dimensão da seção de passagem de fluxo d'água de acionamento da turbina.

O trecho forçado da adução, em conduto forçado metálico com 2,6 m de diâmetro, resultou numa espessura de 7,94 mm e num peso total de blindagem de 65 toneladas. O comprimento do conduto forçado das unidades 1 e 3 tem 49,24 m de extensão e o da unidade 2 tem 42,53 m de extensão.

Projetada para abrigar três (03) unidades hidrogeradoras, do tipo Francis Dupla de eixo horizontal, de 4,3 MW cada, a casa de força da PCH Goiabeiras será do tipo abrigada.

O nível de água do rio junto a casa de força para a cheia com tempo de recorrência de 1.000 anos, atinge a El. 888,00 m.

O acesso principal, localizado na margem esquerda hidráulica, encontra o pátio de manobra implantado na El. 888,50 m, a partir do qual será possível descarregar e movimentar os equipamentos, assim como o transformador elevador que ficará instalado

neste mesmo pátio, em local dotado de bacia de coleta de óleo. Neste pátio, estão previstas a instalação das estruturas civis da saída de linha, o tanque separador de água/óleo, a fossa séptica, e a subestação.

Na plataforma de jusante, ainda na El. 888,50 m encontram-se os acessos das bombas de esgotamento, assim como as ranhuras das comportas do tubo de sucção, as quais serão movimentadas com o auxílio de uma monovia instalada nos prolongamentos das vigas em balanço de concreto, estendendo-se por toda a fachada de jusante da casa de força.

A área de descarga/montagem está localizada na plataforma no lado esquerdo hidráulico na elevação 888,50 m. Nesta mesma elevação localiza-se o prédio anexo que abriga a sala de baterias, a sala do gerador diesel de emergência, os sanitários, a copa e a sala de controle com visual para a sala de máquinas.

Na El. 895,00 m está prevista a instalação de uma ponte rolante, com capacidade de 350 KN, cobrindo todo o comprimento da casa de força, inclusive a área de montagem/descarga.

Na El. 884,30 m está prevista a instalação dos grupos geradores e painéis elétricos.

O sistema de ventilação é composto por exaustores axiais instalados nas estruturas metálicas das esquadrias da parede de jusante, e por venezianas instaladas nas paredes de jusante, localizadas acima da elevação da viga da ponte rolante.

O edifício da casa de força apresenta em seu corpo principal uma largura média de 10,2 m, por um comprimento total de 50 m. A superestrutura será em concreto armado.

As paredes de vedação do corpo principal serão executadas em concreto armado.

As paredes do corpo principal, acima do nível máximo de jusante, serão executadas em alvenaria rebocada, solidárias aos pilares de concreto da ponte rolante.

A vedação das paredes localizadas acima da elevação da viga da ponte rolante será em venezianas de fibra de vidro, estruturadas por pilares metálicos.

A cobertura será estruturada por meio de treliças metálicas que sustentarão as telhas de aço pré-pintadas tipo sanduíche.

A integração da usina se dará na Subestação da cidade de Faxinal dos Guedes, Santa Catarina, através de uma linha de transmissão em 69 kV.

Para conexão desta PCH está sendo previsto a instalação de um Módulo de Entrada de LT em 69 kV naquela subestação. Os módulos de 69 kV serão construídos segundo o padrão da Concessionária local e serão constituídos por secionadores de isolamento e seleção de barras, disjuntor / religador, para-raios / TP's / TC's onde necessários e Painéis de Controle e Proteção.

A conexão com a PCH Goiabeira será executada através de uma de LT em 69kV, circuito simples, com 30 km, cabo estimado em 336,4 de modo a permitir o escoamento da potência total da PCH Goiabeiras. A LT está sendo prevista com estruturas de concreto e cabos CA.

5.10 CGH TABORDA

A CGH Taborda, com apenas 0,08 MW de potência Instalada, de propriedade da Madeira Stella Ltda., localizada no rio Taborda, afluente pela margem direita do rio Chapecó, deságua neste no final do reservatório da PCH Rondinha, entrou em operação em 10 de fevereiro de 1969. A CGH Taborda possui pequeno barramento e reservatório, um circuito de geração curto, de apenas 130 m, conforme pode ser observado na Figura 11 a seguir, obtidas no Google Earth (novembro/2019). Com isso, sua influência na bacia é muito pequena e pontual.



Figura 11 – Localização da CGH Taborda.

5.11 PCH RONDINHA

A PCH Rondinha, da empresa Rondinha Energética S.A., é a oitava PCH de montante para jusante implantada e em operação no rio Chapecó. Teve seu Projeto Básico aprovado pela ANEEL através do DSP nº 2.787, de 30 de julho de 2009, posteriormente foi entregue uma revisão do Projeto Básico, aprovada pela ANEEL através do DSP nº 3.536 de 16 de outubro de 2013, conforme Quadro 14 a seguir.

Quadro 14 – DSP ANEEL nº 3.536/2013 Aprovação da Revisão Projeto Básico.

Características Básicas	
Coordenadas de referência do Eixo do Barramento	26º 40' 57" S ; 52º 02' 44" W
Coordenadas de referência da Casa de Força	26º 41' 08" S ; 52º 02' 54" W
Potência Instalada Total (MW)	9,6
Número de unidades	2
Potência por gerador (kVA)/fator de potência	5333 / 0,9
Potência por turbina (kW)/ engolim. mínimo (m^3/s)	4950 / 6,40
Tipo de turbina	Kaplan S
Rendimento nominal por turbina (%)	91,0
Rendimento nominal por gerador (%)	97,0
Taxa equivalente de indisp. forçada (%)	1,26
Indisponibilidade programada (%)	3,73
Perdas hidraúlicas nominais (m)	1,65
N. A. máximo normal de montante (m)	881,90
N. A. máximo normal de jusante (m)	858,00
Queda bruta nominal (m)	23,9
Perdas elétricas até o ponto de conexão (%)	2,29
Consumo Interno (MW médio)	0,0288
Vazão Remanescente do Aproveitamento (m^3/s)	1,33
Vazão de Usos Consuntivos (m^3/s)	0,2
Vazão de projeto do vertedouro (m^3/s)	1931
Área do Reservatório no N.A. máx. normal (km^2)	0,62
Série de Vazões Médias Mensais	Jan./1959 a Dez./2012
Descarga média de longo termo (m^3/s)	40,4

A PCH Rondinha entrou em operação em 04 de junho de 2014, com Resolução Autorizativa da ANEEL – REA nº 4.252 de 30 de julho de 2013 para sua implantação, e DSP ANEEL nº 1.709 de 03 de junho de 2014, liberando as duas unidades geradoras.

A Figura 12 a seguir, assim como em maiores detalhes no desenho 3I do Caderno de desenhos, apresenta o circuito de geração da PCH Rondinha já implantada e em operação no rio Chapecó.



Figura 12 – Localização da PCH Rondinha.

5.11.1 Descrição Geral do projeto Básico da PCH Rondinha

Apresenta-se, na sequência, uma descrição da Pequena Central Hidrelétrica Rondinha, conforme solução e otimizações adotadas na presente etapa de Projeto Básico.

O reservatório da PCH Rondinha, para o nível d'água normal de operação na El. 881,90 m, apresenta uma área total de 0,62 km^2, dos quais, cerca de 0,28 km^2 correspondem à própria calha atual do rio obtida a partir do levantamento aerofotogramétrico. Nesta cota, o reservatório deverá acumular um volume de 3,02 hm^3.

As desapropriações deverão ser realizadas para a El. 881,90 m, equivalente ao nível máximo normal, acrescido de uma faixa ciliar de 30 m (0,292 km²), que descontada a calha do rio corresponde a 0,632 km^2.

A concepção do desvio do rio tem com base:

- O porte do rio Chapecó;
- A existência de dois períodos hidrológicos distintos no rio Chapecó induz que o desvio do rio deva ser realizado com prioridade no início do período hidrológico seco, de modo a dimensionar as estruturas para uma vazão de apenas 310 m³/s;

- Possibilidade de galgamento da barragem tendo em vista que o barramento principal será em concreto e terá 12 m de altura máxima, sendo dividida em oito blocos.

O manejo do rio foi dividido em etapas, que reduzem riscos de danos na ocorrência de grandes enchentes.

As estruturas para o desvio são:

- Ensecadeira de primeira fase, de enrocamento e terra, na El. 875,00 m e construção de dois blocos do vertedouro até a elevação 878,90 m;
- Ensecadeiras de segunda fase à montante na El. 876,00 m e de jusante na El. 871,00 m;
- Uma adufa com seção de 3 m de largura (L) e 3 m de altura (H), situada sob o maciço da barragem na margem esquerda, com piso na El 870,00 m;
- Quatro vãos livres com 3 m da largura cada com soleira na cota 870,00 m, situados ao lado da adufa.

Com a adufa fechada com comporta ensecadeira metálica será executado o tamponamento definitivo, por meio de acesso na margem direita.

A barragem concebida para o aproveitamento hidrelétrico de Rondinha, durante o Projeto Básico é em concreto ciclópico na margem direita e na calha do rio onde é em soleira vertente constituindo-se no vertedouro. Na margem esquerda a barragem é em terra.

A estrutura em concreto a gravidade, com 16,00 m de altura máxima, e 145 m de comprimento, incluindo o trecho correspondente ao vertedouro, 100 m, onde a altura máxima é de 12 m. Apresenta paramento de montante vertical e paramento de jusante inclinado em 0,75H:1,00V.

A fundação da barragem/vertedouro se assenta sobre rocha basáltica sã. Estão previstas injeções da fundação para consolidação e a complementação da vedação.

Em função da geometria e o baixo nível de carregamento, faz com que a estrutura fique submetida a baixos níveis de tensão, permitindo a simplificação do processo de injeção e drenagem.

O fechamento da margem esquerda é realizado pela barragem de terra que tem altura máxima de 17 m junto ao muro ala e comprimento total de 140 m.

O vertedouro da PCH Rondinha foi projetado sobre o maciço da barragem de concreto, no alinhamento da calha natural do rio.

Devido às pequenas dimensões do reservatório, o que leva a elevações muito rápidas do nível d'água em caso de cheias, a concepção resultou num vertedouro de superfície sem controle de comportas, por ser mais seguro, não exigindo operação nem investimento em equipamentos e manutenção.

O projeto apresenta crista na El. 881,90 m, correspondente ao nível normal de operação do reservatório, com perfil tipo USBR, seguido de calha em degraus em concreto convencional, sem qualquer dispositivo de dissipação além dos degraus, prevendo-se apenas o tratamento ou conformação da posição de impacto residual do escoamento.

Considerou-se, para cheia de projeto do vertedouro, a cheia de 1.000 anos de recorrência, com um pico de 1.774 m³/s, uma vez que se trata de barragem em concreto. Para esta cheia resultou uma vazão específica de 17,4 m³/s/m, a extensão da crista vertente resultou em 100 m, com uma sobrelevação máxima do nível d'água de 4 m.

O sistema de adução está situado na margem direita, sendo composto basicamente de: canal de adução, tomada d'água, túnel de adução e condutos forçados metálicos.

O canal de adução tem seu início localizado logo a montante da barragem na margem direita, possui uma seção molhada retangular variável, escavada em rocha basáltica, com 13 m de largura média, com fundo entre as elevações 877,00 m e 871,00 m. O comprimento do canal é de 55 m.

A tomada d'água, com a função de promover o controle do escoamento do canal de adução para o túnel de adução e condutos forçados, têm coroamento na El. 876,00 m, mais um muro de 0,90 m para proteção às enchentes. A soleira das comportas está na El. 872,00 m, o que permite a operação do reservatório desde o seu nível máximo normal, El. 881,90 m, até o nível d'água mínimo operacional, El. 881,50 m, em condições adequadas de submergência.

A estrutura da tomada d'água é em concreto armado a gravidade aliviada engastada na rocha, apresenta 15 m de altura por 6,40 m de largura e comprimento de 9,50 m. A tomada d'água apresenta uma comporta vagão e grade a montante. Para a movimentação da comporta foi prevista uma talha sobre um pórtico fixo de concreto.

O túnel de adução, com diâmetro de 5,60 m, terá 464 m de extensão. O conduto forçado após a ramificação tem diâmetro individual de 2,4 m.

As perdas de carga no circuito de adução, desde a grade da tomada d'água até a restituição, canal de fuga, foram estimadas em 1,22 m para a potência nominal.

Projetada para abrigar três (03) unidades hidrogeradoras, do tipo Francis Dupla de eixo horizontal, de 3,2 MW cada, a casa de força da PCH Rondinha será do tipo abrigada.

O nível de água do rio junto à casa de força para a cheia com tempo de recorrência de 1.000 anos, atinge a El. 861,50 m.

O acesso principal, localizado na margem esquerda hidráulica, encontra o pátio de manobra implantado na El. 863,00 m, a partir do qual será possível descarregar e movimentar os equipamentos, assim como o transformador elevador que ficará instalado neste mesmo pátio, em local dotado de bacia de coleta de óleo. Neste pátio, estão previstas a instalação das estruturas civis da saída de linha, o tanque separador de água/óleo, a fossa séptica, e a subestação.

Na plataforma de jusante, ainda na El. 863,00 m encontram-se os acessos das bombas de esgotamento, assim como as ranhuras das comportas do tubo de sucção, as quais serão movimentadas com o auxílio de uma monovia instalada nos prolongamentos das vigas em balanço de concreto, estendendo-se por toda a fachada de jusante da casa de força.

A área de descarga/montagem está localizada na plataforma no lado esquerdo hidráulico na elevação 863,00 m. Nesta mesma elevação localiza-se o prédio anexo que abriga a sala de baterias, a sala do gerador diesel de emergência, os sanitários, a copa e a sala de controle com visual para a sala de máquinas.

Na El. 871,00 m está prevista a instalação de uma ponte rolante, com capacidade de 350 KN, cobrindo todo o comprimento da casa de força, inclusive a área de montagem/descarga.

Na El. 858,50 m está prevista a instalação dos grupos geradores e painéis elétricos.

O sistema de ventilação é composto por exaustores axiais instalados nas estruturas metálicas das esquadrias da parede de jusante, e por venezianas instaladas nas paredes de jusante e jusante, localizadas acima da elevação da viga da ponte rolante.

O edifício da casa de força apresenta em seu corpo principal uma largura média de 10,2 m, por um comprimento total de 50 m. A superestrutura será em concreto armado.

As paredes de vedação do corpo principal serão executadas em concreto armado.

As paredes do corpo principal, acima do nível máximo de jusante, serão executadas em alvenaria rebocada, solidárias aos pilares de concreto da ponte rolante.

A vedação das paredes localizadas acima da elevação da viga da ponte rolante será em venezianas de fibra de vidro, estruturadas por pilares metálicos.

A cobertura será estruturada por meio de treliças metálicas que sustentarão as telhas de aço pré-pintadas tipo sanduíche.

A integração da usina se dará na Subestação da PCH Santa Laura através de uma linha de transmissão em 34,5 kV e esta por sua vez se interliga na subestação da cidade de Xanxerê, Santa Catarina, através de uma linha de transmissão em 69 kV.

Para conexão da PCH Rondinha na PCH Santa Laura está sendo previsto a instalação de um Módulo de Entrada de LT em 34,5 kV, um autotransformador de 34,5/69kV - 10,7 MVA e um módulo de 69kV para conexão à LT da PCH Santa Laura que se liga a SE Xanxerê da CELESC.

A conexão com a PCH Santa Laura será executada através de uma de LT em 34,5 kV, circuito simples, com 30 km, cabo estimado em 336 MCM, de modo a permitir o escoamento da potência total PCH Rondinha. A LT está sendo prevista com estruturas de concreto e cabos CA.

6 ASPECTOS METODOLÓGICOS

6.1 ETAPAS DO ESTUDO

Os estudos referentes à Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Chapecó – trecho alto rio Chapecó encontram-se organizados em três blocos de atividades subsequentes:

- Bloco I: Abrangência Espacial e Temporal, Caracterização dos Aproveitamentos Hidrelétricos e Diagnóstico Socioambiental;
- Bloco II: Avaliação Ambiental Distribuída; Análise de Conflitos Atuais e Modelagem Ambiental;
- Bloco III: Avaliação Ambiental Integrada; Cenários e Análise de Conflitos Futuros; Diretrizes e Recomendações e Considerações Finais.

Bloco I. Abrangência Espacial e Temporal, Caracterização dos Aproveitamentos Hidrelétricos e Caracterização Socioambiental da Bacia – Esta etapa do desenvolvimento dos estudos obteve o panorama geral através de dados primários e secundários, sintetizando os principais aspectos socioambientais identificados no rio Chapecó, em seu trecho de estudo, analisados sob a ótica dos 10 (dez) aproveitamentos hidrelétricos em estudo, de acordo com os cenários, atuais (Cenário 1), Cenário Futuro no horizonte de 5 a 10 anos (Cenário 2) e Cenário Futuro no Horizonte de 10 a 20 anos (Cenário 3). As análises foram feitas segundo a organização temática proposta no Termo de Referência da AIBH do alto rio Chapecó, que ao final do capítulo 6 são sintetizados em três componentes-síntese:

- Recursos Hídricos e Ecossistema Aquático;
- Meio Físico e Ecossistemas Terrestres;
- Socioeconomia – Modos de Vida, Organização Territorial e Base Econômica.

Bloco II. Avaliação Ambiental Distribuída – AAD; Análise de Conflitos Atuais e Modelagem Ambiental – A partir do diagnóstico atual foram selecionados os indicadores que permitiram identificar as potencialidades e sensibilidades da Bacia do alto rio Chapecó.

Com o estabelecimento dos indicadores, deu-se procedência à análise das sensibilidades e potencialidades do alto rio Chapecó, conforme será evidenciada no Capítulo 9 – Avaliação Ambiental Distribuída (AAD).

Ao final das análises serão obtidos índices que representarão o nível das sensibilidades, conforme as etapas a seguir:

a) Qualificação e quantificação dos indicadores por componente-síntese;
b) Hierarquização dos indicadores – procede a avaliação dos indicadores em cada um dos componentes-síntese do alto rio Chapecó. Nessa avaliação foi adotada uma escala de valores ponderada estabelecida pelo método de análise proposto por Saaty (1980) e preconizada pelo Manual de Inventário (MME, 2007), a partir do conhecimento obtido na fase da Caracterização Socioambiental da área de estudo e das análises obtidas numa mesa de avaliação composta por especialistas de cada área;
c) Índices de Sensibilidade por Componente-síntese por Compartimento – o resultado final evidenciará a importância que esse indicador exerce dentro de cada compartimento e no âmbito da área de estudo, apontando e mapeando suas

fragilidades e potencialidades socioambientais. O mapeamento, por ser uma metodologia essencialmente de geoprocessamento, e ter toda sua particularidade, é apresentado em separado neste capítulo no subitem a seguir.

Em momentos concomitantes com as atividades descritas, foram identificados os principais conflitos existentes e previstos para a área em estudo, em decorrência da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos. Para a análise, considerou-se conflito como a situação de tensão real ou potencial, resultante de concorrência entre direitos, interesses, usos, atribuições, jurisdições de duas ou mais partes, suscitadas por empreendimentos hidrelétricos, entre outros usuários de recursos hídricos, além daqueles inerentes à dinâmica regional. Incluem-se também conflitos potenciais entre programas e planos existentes para a área de estudo, não necessariamente entre usuários de recursos hídricos.

Paralelamente às etapas anteriores, foi realizada a Modelagem Ambiental do alto rio Chapecó, para avaliar as alterações hidrodinâmicas e da qualidade das águas ao longo de todo o trecho em estudo para diferentes faixas de vazão no estudo hidrodinâmico ($Q_{7,10}$ a TR 10.000 anos) e no estudo de qualidade de água, para as vazões $Q_{7,10}$ e Q_{MLT} (vazão média de longo termo). Com esta modelagem foi possível: (i) identificar o padrão hidrodinâmico do rio após a implantação das usinas em comparação com o rio natural, ou seja, a variação de níveis d'água para as vazões características desde vazões de estiagem até cheias para diferentes tempos de recorrência; (ii) o tempo de residência hidráulica e de enchimento dos reservatórios; (iii) tempo de vida útil dos reservatórios em relação a sedimentação; (iv) avaliar a qualidade da água nos cenários de vazão; (v) avaliar a susceptibilidade do reservatório à eutrofização; (vi) fornecer subsídios para a avaliação dos impactos sobre a qualidade da água e ictiofauna; (vii) fornecer subsídios para a avaliação dos impactos nos usos múltiplos dos recursos hídricos e (viii) fornecer subsídios para a definição de vazão remanescentes nos trechos de vazão reduzida dos empreendimentos.

Com isto, o modelo também se trata de uma ferramenta de gestão a ser considerada pelos órgãos competentes e foi levado em consideração na AAD como identificador de fragilidades e sensibilidades na bacia de acordo com o cenário atual.

Bloco III. Avaliação Ambiental Integrada – AAI; Cenários e Análise de Conflitos Futuros; Diretrizes e Recomendações e Considerações Finais – Esta etapa consolida o conhecimento socioeconômico e ambiental da área de estudo, à luz da implantação dos empreendimentos hidrelétricos previstos; avalia os efeitos sinérgicos e cumulativos resultantes dos impactos ambientais ocasionados pelo conjunto dos aproveitamentos hidrelétricos a serem implantados e os já existentes.

Durante a seleção dos impactos, foram descartados os: i) impactos temporários na medida em que se mostram pouco relevantes na escala temporal de médio e longo prazo, conforme definição do Manual de Inventário (MME, 2007); ii) impactos de incidência local, sem nenhum tipo de representação, seja por cumulatividade, seja por sinergia, com outros espaços.

Após a seleção dos impactos, os mesmos foram classificados de acordo com sua significância, abrangência e intensidade, segundo o Manual de Inventário (MME, 2007). Em seguida foi realizada a hierarquização dos impactos, por componente-síntese, conforme o método de análise proposto por Saaty (1980) e preconizado pelo Manual de Inventário (MME, 2007).

A partir da seleção e hierarquização dos indicadores de impacto foi possível avaliar os impactos socioambientais, segundo recortes temporais de acordo com os cenários descritos.

Conforme metodologia do Manual de Inventário Hidrelétrico (MME, 2007) os impactos selecionados são relacionados em uma matriz de associação chamada FREA (Fluxo Relacional de Eventos Ambientais) e valorados. A construção da matriz viabilizou a transposição das avaliações em suas diversas fases para os mapeamentos, identificação mais abrangente dos impactos e possibilita a definição dos impactos mais relevantes. Ao final destas definições, foram realizados agrupamentos dos valores aferidos em cada impacto de acordo com a representação espacial da abrangência de seus efeitos.

Em seguida, foram formuladas as principais diretrizes e recomendações a serem implementadas no planejamento ambiental das próximas etapas, garantindo que o aproveitamento do potencial energético deste trecho seja realizado em consonância com a manutenção da qualidade ambiental e social da mesma.

Ainda, cabe ressaltar que para o desenvolvimento do estudo, foram adotadas as seguintes premissas:

- Considera-se o cenário futuro (**Cenário 2** – horizonte de 5 a 10 anos), a implantação e operação da PCH Amparo, que possui Projeto Básico aprovado pela ANEEL e já iniciou o processo de licenciamento ambiental, com solicitação de emissão de Licença Ambiental Prévia - LAP junto ao Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina – IMA, além dos empreendimentos já implantados e em operação no trecho estudado da bacia;
- Considera-se o segundo cenário futuro (**Cenário 3** – horizonte de 10 a 20 anos), adicionando a PCH Goiabeiras, devido a esta ter o imbróglio junto ao PARNA das Araucárias, por estar inserida dentro de sua área;
- Os impactos considerados como temporários e estritamente de abrangência local foram descartados da análise, conforme metodologia MME (2007);
- Estão sendo considerados todos os empreendimentos registrados na Bacia do alto rio Chapecó, incluindo as CGHs e PCHs em operação (situação atual), a fim de obter um resultado mais fidedigno à realidade do trecho em estudo;
- Os resultados são referentes ao conjunto dos empreendimentos, sem particularizar um projeto em especial;

6.2 CARTOGRAFIA

A Cartografia como ciência busca a representação precisa dos fenômenos e aspectos físicos naturais ou artificiais da superfície terrestre. No entanto, ela também pode ser considerada um processo artístico, já que um mapa deve respeitar e harmonizar os diferentes objetos constantes nele (DUARTE, 2002, p.15).

Quanto ao processo de criação, divide-se a Cartografia em dois segmentos, sendo eles:

Cartografia de Base: objetiva a representação do espaço físico terrestre com a maior fidelidade possível, aplicando, para isto, processos sistêmicos rígidos, exclusivos ou não, da cartografia. Tem como base de apoio topografia, geodésia, astronomia, aerofotogrametria, sensoriamento remoto e matemática.

O sistema de projeção, a escala gráfica e a simbolização (comunicação através de simbologia padronizada) formam os três componentes básicos e indispensáveis da cartografia de base (ANDERSON, 1982, cap.1);

Cartografia Temática: trata-se de um subproduto da cartografia de base. Tem o objetivo de representar fenômenos ou temas sobre a base cartográfica. Para obtenção dos temas, podem ser utilizadas fotografias aéreas, imagens de satélites, tabelas, levantamentos de campo, etc. Mesmo não possuindo normas tão rígidas como a cartografia de base, a cartografia temática deve respeitar alguns aspectos estéticos objetivando a clareza e harmonia na representação do tema abordado (DUARTE, 2002, p.15).

Para obtenção de produtos cartográficos, podem ser utilizadas diversas técnicas específicas da Cartografia. Entre as mais utilizadas está o geoprocessamento, que permite ao usuário coletar, armazenar, processar e publicar dados espaciais vetoriais ou matriciais, possibilitando a representação do mundo real na forma analógica ou digital (MENEGUETTE, 2000, p.10-12).

Nos estudos ambientais a Cartografia tem a incumbência de fornecer produtos que subsidiem o planejamento de atividades, a execução de campanhas de campo, a tabulação de dados qualitativos e quantitativos e a espacialização dos dados que são relevantes para o estudo. Permite, dentro das limitações desta ciência, o cruzamento de informações e a análise de variáveis, criando cenários para os impactos ambientais e realizando simulações destes efeitos no meio ambiente, o que possibilita também a criação de cenários atuais e futuros fundamentais para o planejamento de ações na área de estudo, auxiliando nas políticas e legislações ambientais.

A cartografia da Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do alto rio Chapecó é presente em todas as etapas, desde o início até a conclusão da avaliação, visto que as informações espaciais vão sendo inseridas e representadas, tanto para diagnosticar áreas, como para avaliar impactos e projetar cenários atuais e futuros.

6.2.1 Etapas do Trabalho

Os trabalhos da Cartografia contemplaram as seguintes etapas:

- Definição de padrões e área de mapeamento;
- Pesquisa, Coleta, e Elaboração da Base Cartográfica; e
- Elaboração dos Mapas Temáticos.

6.2.1.1 Definição de padrões e área de mapeamento

Para o presente estudo, os dados dividem-se em duas grandes fontes: projetos de engenharia em formato CAD (AutoCAD e Microstation) e dados temáticos, em variados formatos usuais de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), especialmente shapefiles para dados vetoriais e geotiff para dados matriciais. Portanto, para unificar as fontes, tinha-se a opção de converter os dados CAD para SIG ou os dados SIG para CAD. Uma vez que significativa parte do trabalho da cartografia é a geração de uma base de dados única, acessível, que permita apresentar os dados de forma compreensível aos leitores do estudo, e que permita gerar mapas temáticos, optou-se por trabalhar em ambiente SIG, convertendo, portanto, os dados em CAD para a base SIG.

A fim de permitir o acesso a usuários de diferentes softwares e sistemas operacionais, optou-se por armazenar os dados vetoriais em formato shapefile e os dados matriciais em formato geotiff (para arquivos de 8 bits/pixel) ou JPEG2000 (para ortofotos).

Uma vez que a área de estudo encontra-se toda em uma pequena amplitude longitudinal, optou-se pela Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) para representação cartográfica. Apesar de nenhuma projeção cartográfica conseguir ser ao mesmo tempo conforme (mantém os ângulos), equivalente (mantém as áreas) e equidistante (mantém as distâncias), a projeção UTM apresenta distorções aceitáveis para o objetivo pretendido, além de ter unidades facilmente compreensíveis (metros).

Atendendo os padrões cartográficos brasileiros, todos os dados são referenciados ao *datum* SIRGAS2000.

A área de estudo foi previamente definida no Termo de Referência como a bacia hidrográfica do rio Chapecó – trecho alto rio Chapecó. Contudo, para a cartografia, essa descrição textual pode ser traduzida em diferentes geometrias, dependentes de qual base de dados (e sua escala) é utilizada. Para manter a fidedignidade com as feições em campo bem como utilizar dados atuais e de fontes reconhecidas, procedeu-se a uma pesquisa preliminar sobre os dados disponíveis. Dessa pesquisa resultou que a base de dados contínua, atualizada e em maior escala para os temas básicos (altimetria e hidrografia) se tratava do mapeamento realizado em 2010 pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE) de Santa Catarina e disponível para download no Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina (SIGSC). Por se tratar da hidrografia oficial do Estado e base para todo o sistema de gestão de recursos hídricos, foram utilizados os seguintes dados dessa base:

- Ortofotos;
- Hidrografia unifilar;
- Massas d'água;
- Ottobacias; e
- Modelo Digital de Terreno (MDT).

Uma vez que as ottobacias já estavam devidamente delimitadas, foi realizada a fusão dos diferentes polígonos existentes na base do SIGSC, gerando um único polígono abrangendo a totalidade da bacia do alto rio Chapecó.

De posse do polígono da área de estudo, foram realizados vários testes de representação da bacia em formato impresso, a fim de definir uma escala de trabalho que:

- Permitisse apresentar a totalidade da bacia em uma única folha;
- Deixasse espaço suficiente para apresentar na folha, além da bacia, elementos obrigatórios como título, escalas gráfica e numérica, legenda e norte;
- Não acarretasse em ampliações de escala que comprometessem a fidedignidade dos temas representados;
- Permitisse ao leitor visualizar as diferentes feições com a devida separação entre elementos.

Após vários testes, optou-se por um layout em formato paisagem, em folha A3, com o mapa temático em escala 1:150.000 ocupando a maioria da folha, malha de coordenadas em UTM, com legendas, selo e escalas no selo presente na barra lateral da folha, bem como título, data, número do documento e identificação do responsável foram incluídos no selo.

6.2.1.2 Pesquisa, coleta e elaboração de dados

Delimitada a bacia, procedeu-se ao download, mosaicagem e recorte dos dados temáticos na área que abrangem a bacia. Para ilustração do mapa base foram utilizados basemaps com imagens de satélite disponibilizados pelo Google, através de servidor WMTS[1], bem como do relevo sombreado disponibilizado pela ESRI[2].

Os dados de projetos CAD foram objeto de um procedimento de conversão em 3 etapas, a saber:

1. Seleção dos dados básicos relevantes dos projetos (arranjos e reservatórios);

2. Criação de uma básica única em formato dwg (AutoCAD); e

3. Conversão dos dados para shapefiles.

Em seguida procedeu-se à realização da pesquisa pelos dados secundários dos temas estudados em repositórios de órgãos oficiais, como ANEEL, ANA, MMA, IBGE, DNPM, CPRM, EPAGRI, etc. Buscou-se sempre utilizar os dados mais atualizados e cuja escala original fosse a mais próxima possível da escala de apresentação dos dados da AIBH do Rio Chapecó – Trecho Alto Rio Chapecó. Todos os dados foram recortados e convertidos para UTM/SIRGAS2000.

Uma vez que se optou pelo uso do formato shapefile para armazenamento dos dados vetoriais e geotiff/JPG2000 para dados matriciais, cada tema é armazenado em um ou mais arquivos[5]. A estrutura de arquivos foi mantida simples, visando compreensão facilitada. Na pasta raiz, “mapas”, se encontram separadamente os arquivos mxd (ArcGIS 10.5), os quais possuem os layouts dos mapas temáticos, bem como os demais arquivos utilizados na construção dos mapas, cada qual devidamente organizado em pastas de acordo com sua extensão. Com essa estrutura, os arquivos mxd possuem caminhos relativos e poderão ser abertos em qualquer lugar que possua a estrutura de arquivos, sem a necessidade de corrigir os caminhos para os arquivos.

Quadro 15 – Fonte de Dados, Escalas Originais e Alterações/Adaptações.

Dado	Fonte	Escala Original	Alterações/Adaptações
Hidrografia - Unifilar	SDS	1:10.000	Seleção das feições com maior porte
Hidrografia - Unifilar	IBGE	1:50.000	Recorte
Corpos d’água	SDS	1:10.000	Seleção das feições com maior porte
Ottobacias	SDS	1:10.000	Junção de diversos polígonos que compões a bacia
Ortofotos	SDS	1:10.000	Recorte, moisacagem e conversão de formato
Rodovias e Acessos	IBGE	1:250.000	Recorte
Rodovias e Acessos	IBGE	1:50.000	Recorte
Geologia	IBGE	1:500.000	Recorte
Processos Minerários	DNPM	Não especificada	Recorte
Geomorfologia	IBGE	1:500.000	Recorte

[1] Acessado via endereço WMTS http://192.168.49.122:7080/PBS/rest/services/GoogleMapsImagery/MapServer/WMTS

[2] Acessado via endereço https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=3c93bbf238424a3e85aae19823fc92ea em 06/12/2019

Dado	Fonte	Escala Original	Alterações/Adaptações
Pedologia	IBGE	1:500.000	Recorte
Hidrogeologia	CPRM	1:500.000	Recorte
Cobertura do Solo (2008)	IMA/SC	1:250.000	Recorte
Modelo Digital de Terreno	SDS	1:20.000	Recorte
Modelo Digital de Terreno	ESRI	Não especificada	Recorte
Vegetação Original	IBGE	1:500.000	Recorte
Unidades de Conservação	MMA	Não especificada	Recorte
Sítios Arqueológicos	IPHAN	Não especificada	Recorte
Terras Indígenas	FUNAI	Não especificada	Recorte
Limites Estaduais	IBGE	1:250.000	
Limites Municipais	IBGE	1:250.000	Ajustado para compatibilização dom hidrografia 1:10.000
Dados de Projeto (arranjos e reservatórios)	Empreendedores / ANEEL / IMA-SC	1:10.000 a 1:500	Seleção, consolidação e conversão de formato

6.2.1.3 Elaboração de mapas temáticos

Com as bases cartográficas montadas, procedeu-se a confecção dos mapas temáticos para a Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do rio Chapecó – Trecho Alto Rio Chapecó. Os mapas temáticos visam apresentar os temas de forma clara e compreensível. Ao passo que os mapas se relacionam com os textos dos temas abordados, na medida do possível tentou-se fazer com que os mapas fossem imediatamente compreensíveis mesmo quando analisados fora de contexto.