

# Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Tamanduá



## Volume 1 de 5

Fevereiro/2020

## APRESENTAÇÃO

O presente documento reúne os resultados da Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Tamanduá. O rio Tamanduá é um dos principais afluentes da margem direita do rio Timbó, que por sua vez é afluente pela margem esquerda do rio Iguaçu, situado centro-norte do Estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil, e situa-se aproximadamente entre as seguintes coordenadas: 50°20' W a 50°50' W e 27°15' S a 27°35' S.

O referido curso d'água faz parte da sub-bacia 65 (área de drenagem do rio Paraná, entre a foz do rio Iguaçu, inclusive, e a foz do rio Paraguai). Sua nascente situa-se na Serra Comprida do Tamanduá. Em sua extensão total, o Rio Tamanduá atravessa os seguintes Municípios: Major Vieira, Santa Cecília, Timbó Grande, Bela Vista do Toldo, Canoinhas e Irineópolis.

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

Na data de 23/05/2019 foi protocolado junto ao IMA-SC uma versão preliminar de TR - Termo de Referência para fins de avaliação ambiental integrada contemplando apenas a região do Baixo e Médio Rio Tamanduá (SGPe 15447/2019). Entretanto, após a devida análise desta minuta preliminar, o IMA/SC expediu o Ofício DILIC/GELRH nº 1465 de 11 de Junho de 2019, o qual solicitou a revisão do TR - Termo de Referência apresentado inicialmente, no intuito de que a área de estudo venha a abranger toda a extensão do Rio Tamanduá, e não somente a região do Baixo e Médio Rio Tamanduá.

Assim sendo, em atendimento ao Ofício DILIC/GELRH nº 1465 de 11 de Junho de 2019, foi apresentada uma revisão da minuta de Termo de Referência enviada inicialmente, contemplando como a área de estudo **toda a extensão do curso do rio Tamanduá**.

Dessa forma, a revisão do TR visou apresentar ao Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina o Termo de Referência para Elaboração de Avaliação Ambiental Integrada - AAI do rio Tamanduá em sua versão revisada, abrangendo todo seu curso, situado entre as coordenadas geográficas 26°36'30,56" S e 50°24'37,67" W (montante - nascente) e 26°27'29,71" S e 50°48'31,49" W (jusante - foz), o qual mostrou sua aprovação através do Ofício DIRA/GELOP nº 2600/2019 e da Informação Técnica nº 63/2019/GELOP (ANEXO I).

Destaca-se que o rio Tamanduá, objeto de estudo, possui atualmente 01 empreendimento hidrelétrico já implantado integralmente em sua calha principal, tratando-se da CGH Usina III ou CGH Bonet, com 1,932 MW, no Km 52,81, a partir da foz.

Ressalta-se que, neste mesmo ponto da CGH Usina III ou Bonet, de acordo com o constante no Despacho da ANEEL nº 2.614, de 8 de dezembro de 2006, que aprova os estudos de Inventário Hidrelétrico Simplificado do rio Tamanduá, há previsão de implantação futura da PCH Bonet, com 5,20 MW de potência instalada, sendo este o último empreendimento de montante previsto.

Já bem à jusante deste ponto, temos, no Km 17,50 a partir da foz, a previsão de implantação da PCH Tamanduá. Ainda, a jusante da PCH Tamanduá, temos o local de implantação da futura casa de força da PCH Espreado, que restituirá a vazão turbinada

provinda do rio Timbó (rio principal) para o rio Tamanduá (seu afluente), e logo mais à jusante o ponto de lançamento de restituição da vazão turbinada da PCH Rio Timbó (em operação) também situada na calha principal do rio Timbó e que restitui a vazão turbinada no rio Tamanduá.

Ressalta-se que a implantação da PCH Espriado prevê operação da PCH Rio Timbó apenas com vazões vertidas pela PCH Espriado, segundo o Inventário Hidroenergético do rio Timbó, por exigência da ANEEL, sendo as perdas energéticas da PCH Rio Timbó compensadas por soluções de mercado, através de mecanismos contratuais de ressarcimento.

Por fim, ainda com influência na calha do rio Tamanduá, ter-se-á futuramente a zona de remanso do reservatório da PCH Santa Cruz, prevista com barramento no rio Timbó, à jusante da foz do rio Tamanduá, porém com remanso de seu reservatório chegando até as adjacências da casa de força da futura PCH Espriado.

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 rio Tamanduá; 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 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 Integrada de Bacia Hidrográfica (AIBH) permitiu avaliar as sensibilidades da bacia hidrográfica do rio Tamanduá, 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 e 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 rio Tamandará 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 Desenhos

## DADOS DA EMPRESA CONTRATANTE DO ESTUDO

### **Empresa Contratante**

Tamanduá Energia S.A.

CNPJ 06.112.685/0001-44

Endereço: Avenida Antônio Ramiro da Silva, nº 250, sala 20, Butantã, São Paulo-SP.

Responsável: Guilherme Andrioni Salgueiro Lourenço

Telefone: 11 3789-0500

E-mail: [gasl@gomeslourenco.com.br](mailto:gasl@gomeslourenco.com.br)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – CGH Bonet. ....	59
Figura 2 – Detalhes das Estruturas da CGH Usina III. ....	59
Figura 3 – Conduitos forçados e casa de força. ....	60
Figura 4 – PCH Rio Timbó.....	69
Figura 5 – Nota técnica ANEEL nº 507/2014 – Parte 01. ....	70
Figura 6 – Nota técnica ANEEL nº 507/2014 – Parte 02. ....	70
Figura 7 – Nota técnica ANEEL nº 507/2014 – Parte 03. ....	71
Figura 8 – Nota técnica ANEEL nº 507/2014 – Parte 04. ....	71
Figura 9 – Nota técnica ANEEL nº 507/2014 – Parte 05. ....	72
Figura 10 – Nota técnica ANEEL nº 507/2014 – Parte 06. ....	72

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução da população brasileira e do número de habitantes por domicílios. ....	18
Gráfico 2 – Evolução da população brasileira por regiões geográficas. ....	18
Gráfico 3 – Evolução do PIB e do comércio do mundo. ....	19
Gráfico 4 – Evolução do crescimento da taxa de investimento. ....	20
Gráfico 5 – Evolução do PIB e do PIB per capita. ....	21
Gráfico 6 – Projeção de Carga do Mercado de Referência. ....	23
Gráfico 7 – Capacidade Instalada no SIN no final de maio de 2019. ....	24
Gráfico 8 – Expansão contratada até 2019 – Incremento anual de capacidade. ....	24
Gráfico 9 – Matriz energética brasileira renovável e não renovável e evolução da composição da oferta interna de energia por fonte. ....	26
Gráfico 10 – Crescimento da Geração para os cenários. ....	28
Gráfico 11 – Expansão indicativa de referência. ....	29
Gráfico 12 – Variação entre a capacidade instalada inicial e com a expansão do PDE 2029 por tecnologia. ....	29
Gráfico 13 – Participação das fontes na capacidade instalada da Geração Centralizada. ....	30
Gráfico 14 – Expansão indicativa – mercado alternativo. ....	30
Gráfico 15 – Participação das fontes na expansão dos diferentes crescimentos de mercado. ....	31
Gráfico 16 – Projeção da capacidade instalada da Micro e Minigeração Distribuída. ...	32
Gráfico 17 – Potência e energia por fonte em 2029 na trajetória de referência. ....	33
Gráfico 18 – Matriz energética de Santa Catarina (2015) - Fonte: <a href="http://www.mme.gov.br/">http://www.mme.gov.br/</a> ....	34

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – AHEs aprovados no Inventário do rio Tamanduá. ....	54
Quadro 2 – Características Básicas da PCH Tamanduá – DSP DRS ANEEL nº 502/2009. .....	55
Quadro 3 – Inventário Aprovado ANEEL nº 3,370/2014 para o rio Timbó. ....	55
Quadro 4 – Características Básicas da PCH Espraiado DSP DRS ANEEL nº 511/2016. .....	56
Quadro 5 – Resumo das Características Básicas dos AHEs da Situação Atual e Futura da bacia do rio Tamanduá. ....	57
Quadro 6 – Características da PCH Bonet, segundo o Inventário aprovado pela ANEEL DSP nº 2.614/2006. ....	62
Quadro 7 – AHEs Aprovados no Inventário do rio Timbó DSP ANEEL nº 3.730/2014. ....	69
Quadro 8 – Características da PCH Rio Timbó Existente. ....	73
Quadro 9 – Características Básicas da PCH Espraiado DSP DRS ANEEL nº 511/2016. .....	74
Quadro 10 – Fonte de Dados, Escalas Originais e Alterações/Adaptações. ....	83

## SUMÁRIO

### Volume 1

1	INTRODUÇÃO .....	11
1.1	Justificativa .....	12
1.2	Objetivos .....	12
1.3	Empresa de Consultoria Ambiental e Equipe Técnica.....	13
2	Panomara Atual do Setor Elétrico (2019/2020) .....	15
2.1	Perspectivas Sociodemográficas .....	17
2.2	Perspectivas Econômicas .....	19
2.2.1	Economia Internacional .....	19
2.2.2	Economia Brasileira .....	19
2.3	Projeção de Crescimento da Demanda Energética e Estruturação da Matriz Energética.....	21
2.4	Panorama Energético e de Linhas de Transmissão de Santa Catarina .....	33
3	ASPECTOS LEGAIS.....	36
3.1	Esfera federal e internacional.....	37
3.1.1	Política, Licenciamento Ambiental e Biodiversidade.....	37
3.1.2	Setor Energético e Barragens.....	41
3.1.3	Recursos Hídricos e Qualidade da Água .....	43
3.1.4	Fauna.....	43
3.1.5	Flora, Vegetação e Unidades de Conservação .....	45
3.1.6	Atividade Pesqueira .....	46
3.1.7	Socioeconomia .....	47
3.2	Esfera Estadual .....	49
3.2.1	Política, Licenciamento Ambiental e Biodiversidade.....	49
3.2.2	Setor Energético e Barragens.....	50
3.2.3	Recursos Hídricos e Qualidade da Água .....	50
3.2.4	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Timbó .....	50
3.2.5	Fauna.....	50
3.2.6	Flora, Vegetação e Unidades de Conservação .....	51
4	ABRANGÊNCIA ESPACIAL E TEMPORAL.....	52
4.1	Abrangência Espacial.....	52
4.2	Abrangência Temporal .....	52
5	CARACTERIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS .....	54
5.1	Histórico dos AHE na ANEEL.....	54
5.2	CGH Usina III ou CGH Bonet .....	58

5.3	PCH Bonet .....	60
5.3.1	Descrição da Alternativa Seleccionada para a AHE Bonet.....	60
5.4	PCH Tamanduá.....	63
5.4.1	Arranjo Geral do Projeto .....	63
5.4.2	Desvio do Rio.....	63
5.4.3	Dimensionamento das Ensecadeiras.....	63
5.4.4	Construção das Ensecadeiras .....	64
5.4.5	Dimensionamento das Adufas .....	64
5.4.5.1	Premissas de Cálculo.....	64
5.4.5.2	Metodologia.....	64
5.4.5.3	Resultados Obtidos .....	65
5.4.6	Construção das Adufas.....	65
5.4.7	Barragens/Vertedouro.....	65
5.4.8	Túnel de Adução.....	66
5.4.9	Tomada d'Água, Chaminé de Equilíbrio e Conduto Forçado.....	67
5.4.9.1	Tomada D'água.....	67
5.4.9.2	Chaminé de Equilíbrio .....	67
5.4.9.3	Conduto Forçado.....	67
5.4.10	Casa de Força e Canal de Fuga.....	68
5.4.10.1	Casa de Força .....	68
5.4.10.2	Canal de Fuga .....	68
5.4.11	Interligação da PCH Tamanduá .....	68
5.5	PCH Rio Timbó .....	68
5.5.1	Características Principais da PCH Rio Timbó Existente .....	72
5.6	PCH Espreado.....	74
5.6.1	Arranjo Geral.....	74
5.6.2	Barragem/Vertedouro .....	75
5.6.3	Sistema de Adução.....	75
5.6.4	Casa de Força .....	75
5.6.5	Subestação e Linha de Transmissão.....	75
5.7	PCH Santa Cruz.....	76
5.7.1	Localização e Acessos .....	76
5.7.2	Topografia e Aerofotogrametria .....	76
5.7.3	Geologia .....	76
5.7.4	Hidrologia.....	76
5.7.5	Arranjo Proposto.....	77

6	ASPECTOS METODOLÓGICOS .....	78
6.1	Etapas do Estudo .....	78
6.2	Cartografia.....	80
6.2.1	Etapas do Trabalho.....	81
6.2.1.1	Definição de padrões e áreas de mapeamento.....	81
6.2.1.2	Pesquisa, coleta e elaboração de dados.....	83
6.2.1.3	Elaboração de Mapas Temáticos .....	84

## 1 INTRODUÇÃO

Em Santa Catarina, as Avaliações Ambientais Integradas (AAI) ou Avaliações Integradas de Bacias Hidrográficas (AIBH) 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 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 Avaliações Ambientais Integradas (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 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 Tamanduá/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 rio Tamanduá, e entradas e remansos das PCHs no rio Timbó, 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, atual CGH Bonet, PCH Bonet e PCH Tamanduá, no rio Tamanduá, e PCH Espreado e PCH Santa Cruz, no rio Timbó, que influenciam no rio Tamanduá, além da já existente PCH Rio Timbó.

## 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 locais 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 do rio Tamandará, contemplando os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar os efeitos cumulativos e sinérgicos dos empreendimentos hidrelétricos na bacia hidrográfica do rio Tamandará 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](http://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: 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

**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: Danilo José Vieira Capela**

Área profissional: Biólogo

Número do registro no respectivo Conselho de Classe: 066807/03

Número do Cadastro Técnico Federal do IBAMA: 5095720

**Nome: Elsimar Silveira da Silva**

Área profissional: Biólogo

Número do registro no respectivo Conselho de Classe: 063422/03-D

Número do Cadastro Técnico Federal do IBAMA: 877597

**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

As ARTs dos Profissionais encontram-se no Caderno de Anexos e Documentação.

## 2 PANOMARA 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. Na dimensão econômica, o PDE visa a apresentar as necessidades energéticas sob a ótica do planejamento para permitir o desenvolvimento da economia nacional e, por conseguinte, a competitividade do País. Na dimensão estratégica, os estudos do PDE destacam o melhor aproveitamento dos recursos energéticos nacionais, dentro de uma visão de médio e longo prazo e encorajando a integração regional. Por fim, na dimensão social, a expansão da oferta de energia deve ser feita com acesso a toda população brasileira, e considerando seriamente os aspectos socioambientais.

Importante reiterar que o PDE não deve ser lido como um plano estático que determina o que vai acontecer nos próximos 10 anos, justamente pela incerteza envolvida em qualquer visão de futuro, especialmente no atual momento da quadra nacional.

Nesse sentido, algumas questões de interesse relacionadas à incerteza sobre variáveis-chave são consideradas por meio das análises de sensibilidade. Ao mostrar, por meio dessas análises de sensibilidade, como o planejamento vislumbra o desenvolvimento do sistema de energia brasileiro sob condições distintas de sua evolução, o PDE fornece importantes sinalizações para orientar as ações e decisões dos agentes no sentido de compatibilizar as projeções de crescimento econômico do País e a necessária expansão de oferta, de forma a garantir à sociedade o suprimento energético com adequados custos, em bases técnica e ambientalmente sustentável.

No horizonte decenal, de acordo com PDE espera-se um crescimento médio de 3,3% a.a. da economia mundial, impulsionado em grande parte pelos países em desenvolvimento. A China, apesar da expectativa de desaceleração suave de sua economia, continuará apresentando um papel importante, aumentando sua participação na economia global. Em relação aos países desenvolvidos, a perspectiva é de que estes apresentem taxas de crescimento mais moderadas. É importante ressaltar que existem riscos importantes para o cenário internacional, sobretudo àqueles relacionados às questões geopolíticas bem como aos impactos da política comercial protecionista adotada pelos Estados Unidos.

No que diz respeito à economia brasileira, espera-se uma recuperação gradual, onde, no curto prazo, o crescimento será beneficiado pelo excesso de capacidade ociosa da economia. No médio e longo prazo, a expectativa de uma retomada mais forte dos investimentos, especialmente em infraestrutura, terá impactos importantes sobre a competitividade da economia brasileira e, conseqüentemente, sobre o crescimento. Para alcançar uma trajetória de crescimento econômico mais forte e sustentável é necessário que haja uma expansão da capacidade de oferta da economia com redução dos gargalos existentes, o que geraria efeitos que podem ser bastante sensíveis no caso do setor energético.

Assim, em um cenário em que o crescimento econômico ocorra de forma mais acelerada ou onde a retomada de alguns setores industriais aconteça de maneira mais acentuada, a demanda energética poderá responder de maneira bastante variada.

Iniciativas no âmbito do governo federal, como o “Novo Mercado de Gás” , “Abastece Brasil” e “Renovabio” têm potencial de promover o desenvolvimento de mercados energéticos, alterando os requisitos de oferta e a demanda energética estimada. Em particular, a evolução da demanda de gás natural estará fortemente condicionada à competitividade desta fonte frente a outros energéticos substitutos e do volume de oferta disponível a preços competitivos pelos setores de consumo.

Outro ponto relevante no tocante ao consumo é a tendência de eletrificação crescente para o horizonte decenal. A expectativa é de que o consumo total de eletricidade cresça cerca de 15% a mais que a economia no período, influenciado tanto pela autoprodução clássica quanto pelo consumo na rede.

Na questão de Transmissão de Energia Elétrica é dado destaque ao desafio imposto ao planejamento da transmissão, de natureza determinativa, frente às incertezas advindas do fato de a expansão da geração ser de caráter indicativo.

Nessas condições, o processo de elaboração dos estudos de transmissão reconhece a importância do papel da rede elétrica planejada de proporcionar, além das condições adequadas de confiabilidade da operação e do suprimento elétrico, a flexibilidade necessária em acomodar diferentes estratégias de implantação das fontes de geração.

A EPE vem realizando estudos específicos, de caráter prospectivo, que possuem o intuito de antecipar o sistema de transmissão para a integração do potencial de fontes alternativas renováveis estimado com base nos cadastramentos dos leilões de energia. É importante destacar que as expansões propostas nos estudos prospectivos não estão restritas ao aproveitamento de projetos solares e eólicos e poderão ser aproveitados para o escoamento da energia proveniente de quaisquer tipos de fontes.

Em relação à Micro e a Minigeração Distribuída, destaca-se que essa não é mais uma indústria pequena no País, tendo movimentado mais de 2 bilhões de reais em investimentos no ano de 2018, superando a capacidade de 1 GW em 2019. Caso a regulamentação atual não seja alterada, estima-se que em 2029 haja cerca de 32 GW instalados nessa modalidade de geração. No Cenário de Referência da EPE considera algumas alterações na regulamentação, como a aplicação de tarifa binômica, fazendo com que a projeção para a MMDG em 2029 seja de 11 GW. Ainda assim, é uma capacidade significativa, que deverá contribuir com 2,3% da carga total nacional no final do horizonte.

Em relação a questão de Análise Socioambiental são apresentadas as análises socioambientais que contribuíram para a definição da expansão mostrada no PDE e as principais questões socioambientais relacionadas a essa expansão.

A variável ambiental contribuiu para a expansão apresentada no PDE através de uma avaliação processual de usinas hidrelétricas, que estima o ano de entrada de operação das hidrelétricas para o modelo de expansão da geração, e de uma análise de complexidade socioambiental das unidades produtivas de petróleo e gás natural, de modo a ajustar as previsões de produção conforme as preocupações refletidas pelos órgãos ambientais.

Diante da expansão prevista no PDE 2029, o resultado da análise socioambiental indicou 10 temas relevantes para a expansão, sendo dois considerados prioritários: “Povos e Terras Indígenas” e “Unidades de Conservação”. Para esses dois temas prioritários devem ser orientados esforços do setor, visando a minimização de riscos para a expansão planejada.

Com relação às emissões de gases de efeito estufa, o PDE 2029 assume como uma de suas premissas socioambientais a compatibilização das emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas à expansão da produção e uso da energia com os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil.

Assim, a trajetória de expansão deve estar alinhada com as diretrizes propostas na NDC (Nationally Determined Contribution - Contribuição Nacionalmente Determinada) brasileira. Entre os indicadores analisados estão a participação de fontes renováveis na matriz energética e elétrica e ganhos de eficiência energética.

No horizonte do PDE 2029, estima-se que o grau de renovabilidade da matriz energética brasileira aumentará em relação a 2019, atingindo 48% em 2029, o que melhora os indicadores de intensidade de emissões de GEE do setor de energia por unidade de energia consumida e por unidade de PIB gerada, mantendo o destaque do Brasil na produção de energia com baixas emissões.

Vale destacar, entretanto, que a contribuição brasileira expressa em sua NDC é um compromisso firme na redução de GEE, mas é flexível na forma do atendimento dessa meta, ou seja, se baseia em caminhos flexíveis para atingir seus objetivos. Assim, o sucesso da NDC poderá ocorrer com contribuições dos vários setores da economia, cabendo ao País adotar as medidas mais custo-efetivas.

O cenário de expansão do PDE 2029, ao priorizar a expansão de fontes renováveis de energia, mantém o Brasil no rumo da contribuição esperada do setor energético para a NDC brasileira.

## **2.1 PERSPECTIVAS SOCIODEMOGRÁFICAS**

Segundo o PDE, espera-se que a população brasileira continue crescendo a taxas decrescentes nos próximos anos, mantendo a tendência observada no passado recente.

Sendo assim, a contribuição demográfica no PIB será menor na próxima década. No horizonte decenal estima-se que a população brasileira cresça a uma taxa média de 0,6% a.a., alcançando 224 milhões de habitantes. Em termos regionais, não há perspectiva de uma alteração significativa da distribuição da população, conforme pode ser visto no Gráfico 1 a seguir. Entretanto, é importante ressaltar que se espera um crescimento populacional maior nas regiões Norte e Centro-Oeste nos próximos dez anos.

No que diz respeito ao número de domicílios particulares permanentes, espera-se que estes continuem apresentando trajetória crescente até 2029, em linha com as premissas

de aumento de renda da população e de redução de déficit habitacional. A expectativa é de que haja cerca de 81,6 milhões de domicílios no País em 2029, um acréscimo de cerca de 13 milhões em relação a 2018.

Como resultado de um crescimento superior dos domicílios em relação ao aumento da população, espera-se que o número de habitantes por domicílios caia de 3,1 em 2018 para 2,7 em 2029.

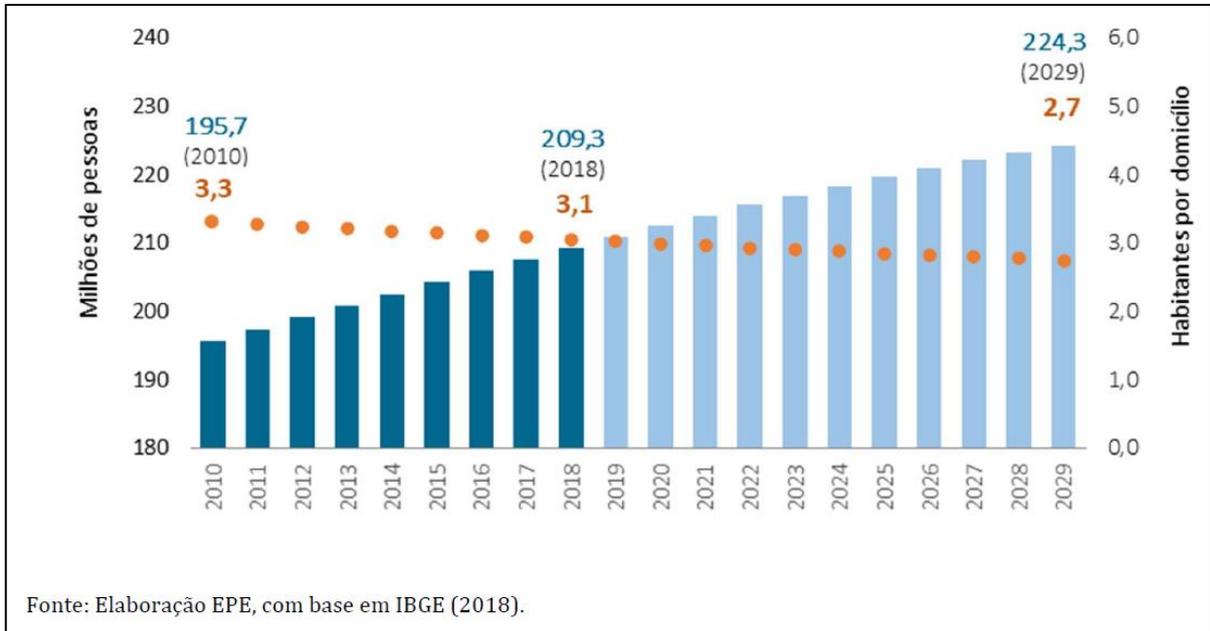


Gráfico 1 – Evolução da população brasileira e do número de habitantes por domicílios.

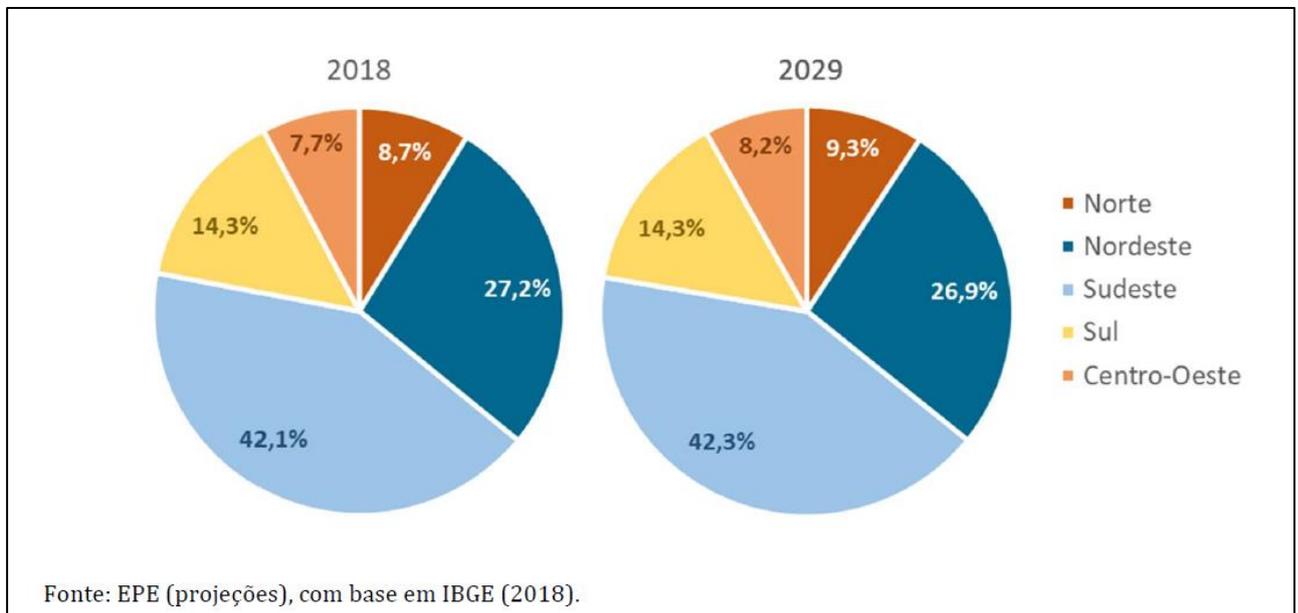


Gráfico 2 – Evolução da população brasileira por regiões geográficas.

## 2.2 PERSPECTIVAS ECONÔMICAS

### 2.2.1 Economia Internacional

No PDE, foram usadas as projeções de PIB e comércio mundial do Fundo Monetário Internacional para o primeiro quinquênio. A seguir são descritas as principais premissas adotadas para a economia mundial nos próximos dez anos.

Os países desenvolvidos devem apresentar taxas moderadas de crescimento, limitadas em parte pela questão demográfica, dado o envelhecimento populacional. Já os países em desenvolvimento devem continuar contribuindo significativamente para o crescimento da economia mundial, ainda que haja expectativa de desaceleração do crescimento destes ao longo dos próximos anos.

Dentre os países emergentes, destaca-se a China, que passa por uma transição de seu modelo de crescimento, com o objetivo de estimular o consumo das famílias e o setor de serviços em detrimento dos investimentos e da indústria. Por conta dessa mudança, espera-se que a economia chinesa passe por uma desaceleração suave no horizonte estudado, levando a um crescimento menor do PIB do grupo de países em desenvolvimento. Tais mudanças podem afetar os preços das commodities, implicando em impactos na balança comercial de países com forte dependência desses produtos.

Dado esse breve panorama da economia mundial, o Gráfico 3 a seguir mostra as trajetórias esperadas para o PIB e o comércio global nos próximos dez anos. No entanto, vale destacar que é importante considerar que existem riscos para essas trajetórias, como os desdobramentos e impactos da política comercial protecionista adotada pelo governo americano, as questões geopolíticas e o terrorismo.

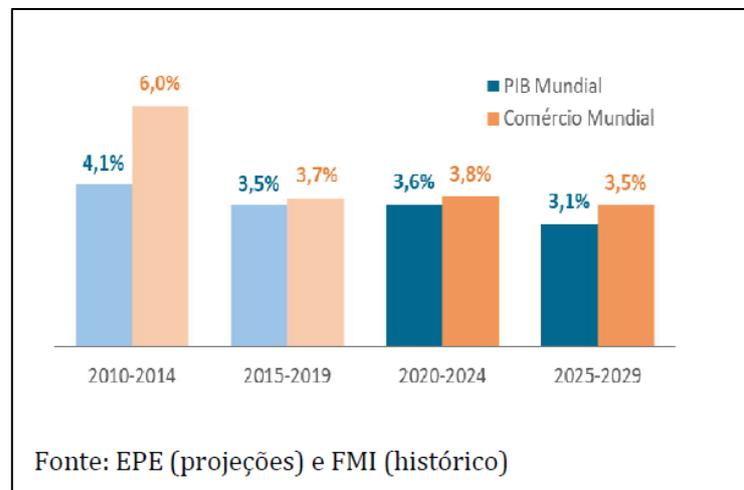


Gráfico 3 – Evolução do PIB e do comércio do mundo.

### 2.2.2 Economia Brasileira

A partir das projeções demográficas e das perspectivas para a economia mundial, elaborou-se um cenário para a economia brasileira, com uma trajetória de crescimento a taxas moderadas, apontando uma recuperação gradual ao longo do horizonte deste estudo.

No curto prazo, espera-se um desempenho ainda modesto da economia brasileira. É importante destacar que a questão fiscal pode ser um fator limitante para o crescimento econômico e que, além disso, deve se considerar a incerteza em relação à aprovação

de reformas estruturais. Estes fatores, entre outros, impactarão o desempenho da atividade econômica e dos setores da economia ao longo dos próximos anos.

No primeiro quinquênio, uma das principais premissas é que a aprovação de reformas, ainda que de forma parcial, devem melhorar o ambiente de negócios, com impactos positivos sobre a confiança e os investimentos. Com relação a este último, destacam-se os investimentos em infraestrutura que possuem impactos potenciais sobre a competitividade da economia brasileira. É importante ressaltar, que as medidas adotadas apresentarão resultados graduais, com um impacto mais forte no fim do horizonte. Como resultado, espera-se que no período entre 2025-2029, a taxa de investimento alcance um patamar de cerca de 21% do PIB (Gráfico 4).

O melhor ambiente de negócios, juntamente com o encaminhamento na solução de gargalos de infraestrutura permitirão um crescimento gradual da produtividade da economia ao longo do horizonte, alcançando um crescimento médio de 0,5% a.a. Cabe ressaltar, que tal resultado é um desafio dado o histórico mais recente do País, visto que no período entre 2009 e 2018, o crescimento médio da PTF no Brasil foi de -1,2% a.a. (Conference Board, 2019). Entretanto, tal resultado não se distancia da realidade já vista no País, uma média de 0,6% a.a. foi observada entre 2001 e 2010.

Tais fatores permitirão o crescimento da economia brasileira ao longo dos próximos dez anos, entretanto, é importante frisar que o crescimento potencial brasileiro seguirá limitado por fatores estruturais, como restrições de poupança interna.

Como resultado das premissas analisadas anteriormente, o PIB deve apresentar um crescimento médio de 2,9% a.a. Já o PIB per capita, crescerá, em média, 2,2% a.a., saindo de US\$ 13,9 mil em 2018 e alcançando em 2029 o patamar de cerca de US\$ 18 mil (em moeda de 2018) (Gráfico 5).

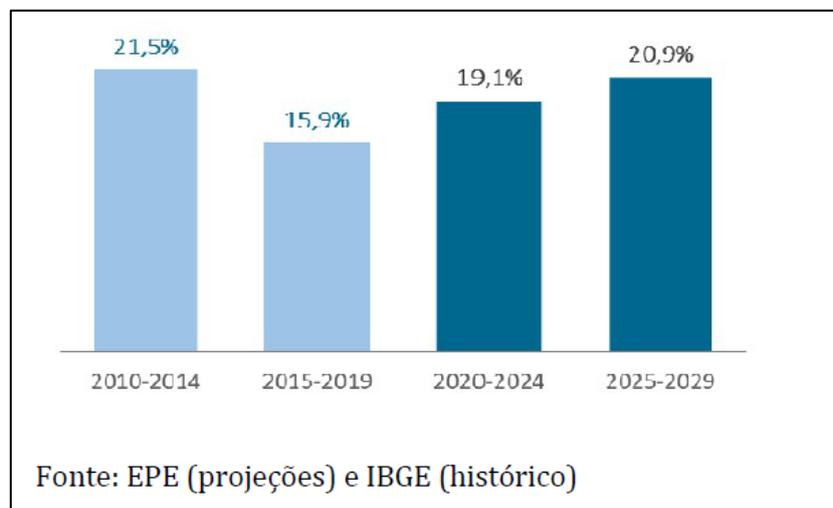


Gráfico 4 – Evolução do crescimento da taxa de investimento.

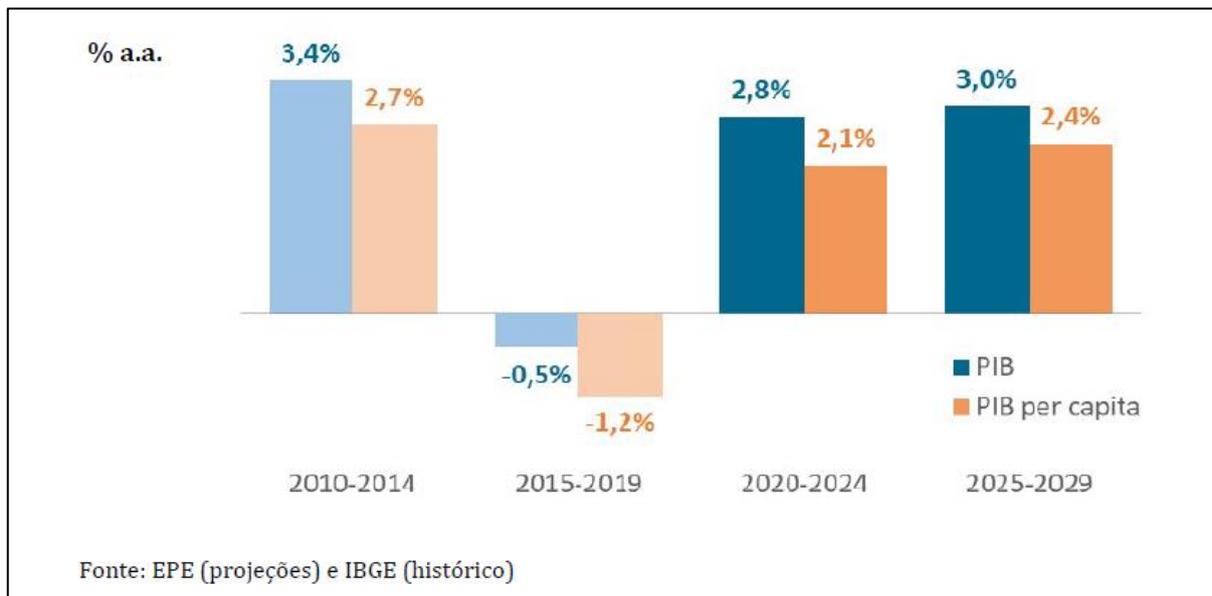


Gráfico 5 – Evolução do PIB e do PIB per capita.

## 2.3 PROJEÇÃO DE CRESCIMENTO DA DEMANDA ENERGÉTICA E ESTRUTURAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA

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 – Sistema Interligado Nacional 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.

Além do aspecto técnico-operativo, esse processo de transição exige uma modernização do marco regulatório do SEB, que vem sendo amplamente discutida, ao longo do ano de 2019, através do GT Modernização, instituído pela Portaria MME nº 187, 04 de abril de 2019.

De forma a seguir com o processo contínuo de inovação que caracteriza o planejamento energético, o PDE 2029 traz novas discussões com a sociedade inseridas nesse contexto de modernização. Seguindo a abordagem apresentada nos últimos ciclos, através da avaliação da expansão da oferta de energia elétrica por distintas visões de futuro, o PDE 2029 aborda em suas análises do cenário de referência e de suas sensibilidades (what ifs) temas que ajudem na preparação do SIN para o futuro. Pela primeira vez, será apresentada uma avaliação dos requisitos de flexibilidade operativa, considerando as rampas horárias provenientes de variações da demanda e da produção de recursos não controláveis, como geração eólica e solar fotovoltaica, para a expansão de referência. Outra importante avaliação será feita em relação a alocação espacial da oferta indicativa, avaliando a relação entre oferta e demanda de cada região e as suas respectivas capacidades de fornecimento e recebimento de energia por meio das interligações regionais.

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. Essa avaliação fornecerá melhor entendimento sobre as ações que devem ser priorizadas pelos tomadores de decisão.

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.

Por fim, aprofundando-se mais nos temas relativos a modernização do SEB serão apresentados mais dois what ifs. O primeiro deles avaliará os impactos que os novos critérios de suprimento para os requisitos de capacidade de potência podem trazer na expansão indicativa. O outro, trará para discussão uma primeira avaliação sobre a resposta da demanda e da modernização das usinas hidrelétricas como alternativas para o suprimento de capacidade de potência. O tema de modernização do parque será explorado também para as usinas termelétricas, tendo em vista o término de contratos e fim de alguns subsídios que permitem a operação com um baixo custo variável. Com isso, o PDE 2029 traz diversos temas importantes e inovadores, e busca se manter como um indutor de discussões que ajudem a promover a necessária modernização do setor elétrico brasileiro.

A partir das hipóteses da evolução dos indicadores macroeconômicos, as análises referentes ao sistema de geração consideraram as projeções de carga de energia para todas as regiões do SIN, já incluindo as perdas elétricas na rede transmissora e o abatimento da geração distribuída. As curvas de carga foram representadas no modelo de simulação da operação em quatro patamares. Os patamares de carga pesada, média e leve foram construídos a partir dos estudos da CPAMP para redefinição dos patamares de carga, consolidados na consulta pública nº 51/2018. Já o quarto patamar, com duração de 10 horas/mês foi estabelecido de modo a representar a demanda máxima do sistema.

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

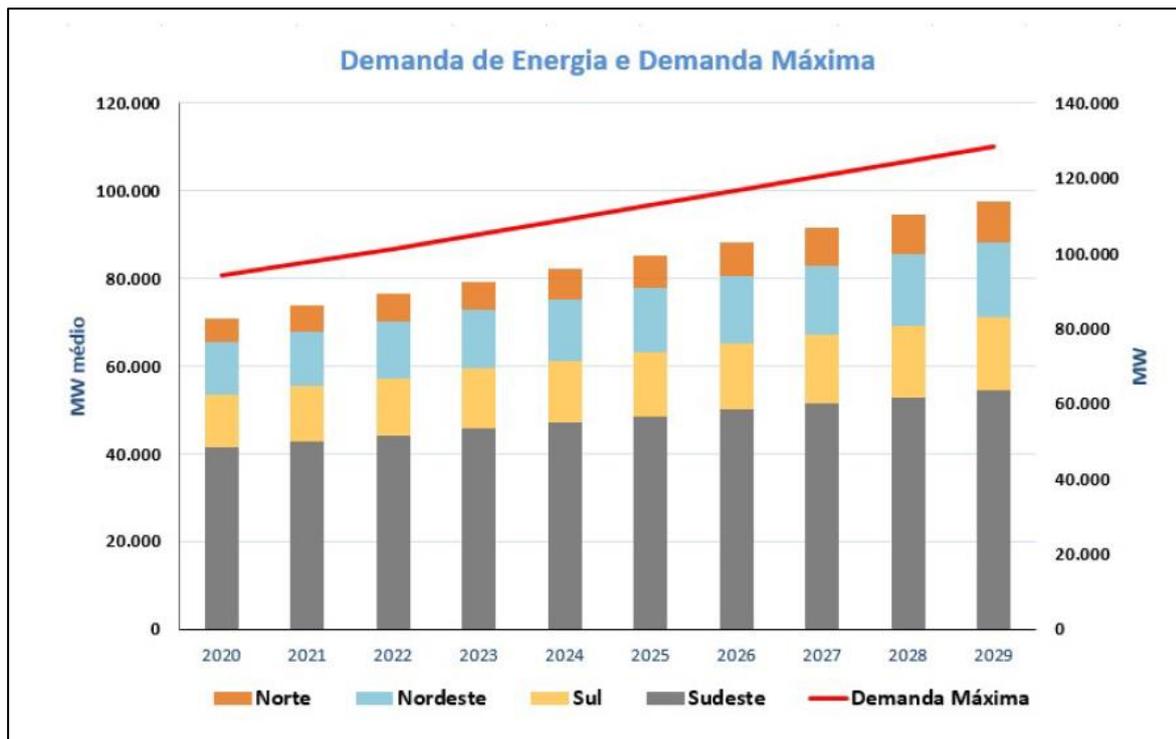


Gráfico 6 – Projeção de Carga do Mercado de Referência.

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 (Gráfico 7).

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 (Gráfico 8). O SIN conta com um acréscimo de 14.000 MW de capacidade instalada já contratada, dos quais aproximadamente 50% será de fontes renováveis.

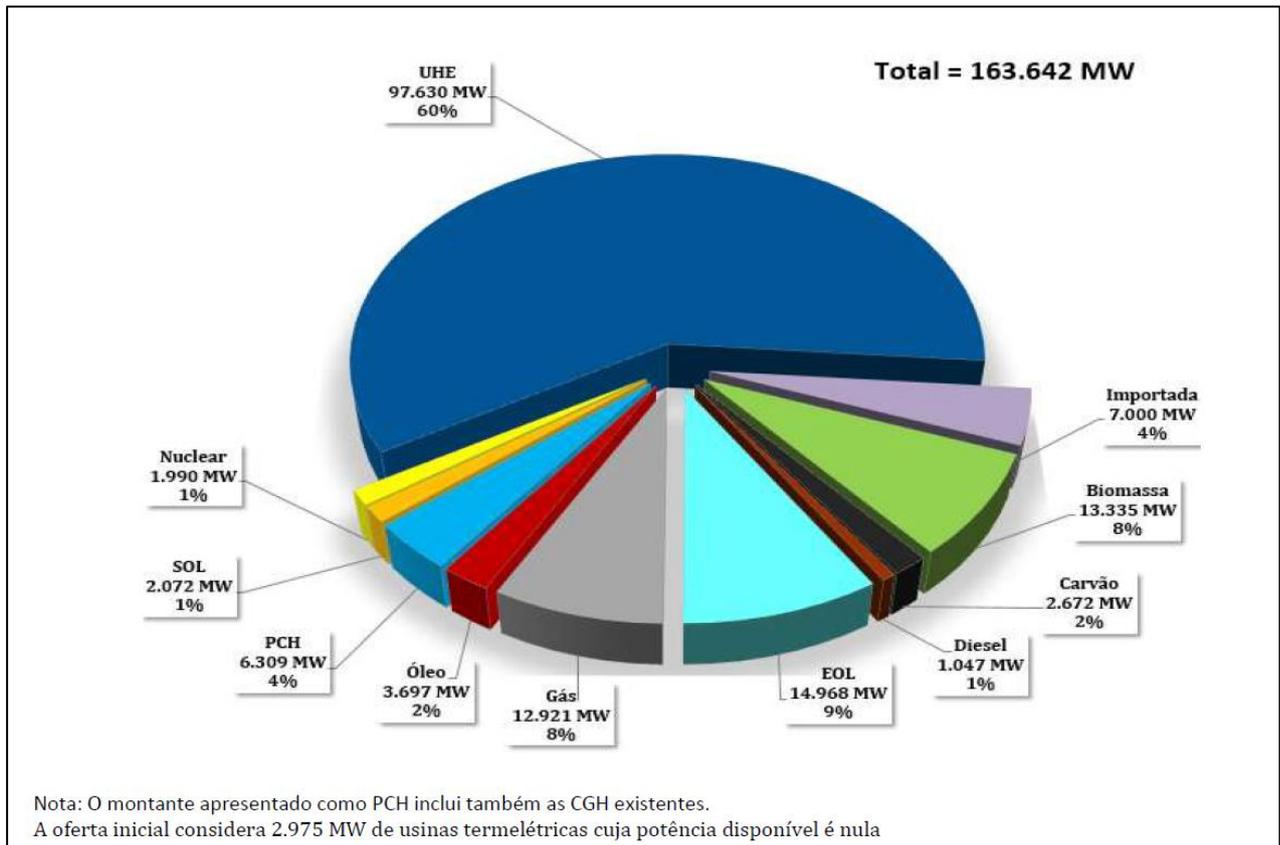


Gráfico 7 – Capacidade Instalada no SIN no final de maio de 2019.

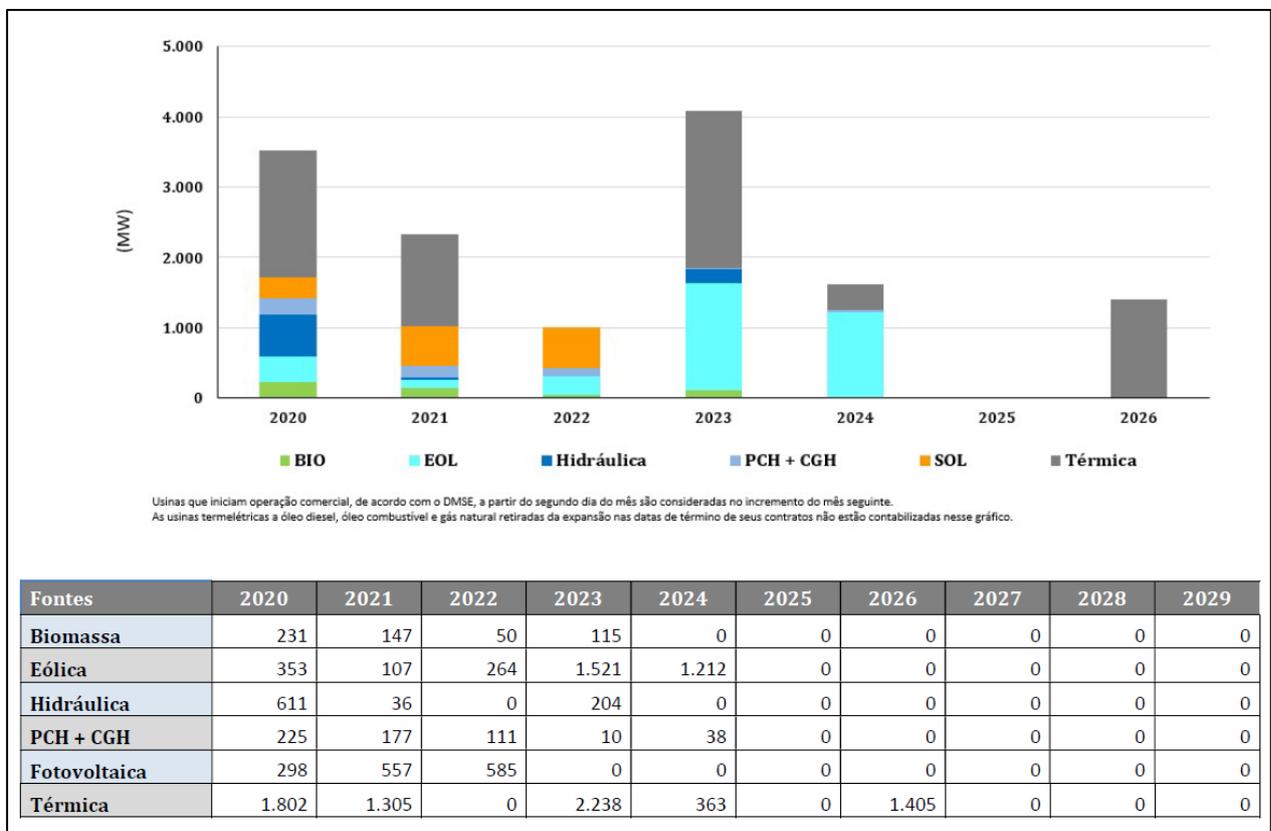


Gráfico 8 – Expansão contratada até 2019 – Incremento anual de capacidade.

Tabela 1 – Indicadores: consumo final de energia.

Discriminação		2019	2024	2029	Variação média anual		
					2019 a 2024	2024 a 2029	2019 a 2029
População Residente	(10 <sup>6</sup> hab)	211	218	224	0,7%	0,5%	0,6%
PIB	(10 <sup>9</sup> reais de 2017)	4.143	4.765	5.526	2,8%	3,0%	2,9%
	per capita (10 <sup>3</sup> R\$/hab)	19,6	21,8	24,6	2,1%	2,5%	2,3%
Oferta interna de energia	(10 <sup>6</sup> tep)	295	332	380	2,3%	2,8%	2,6%
	por PIB (tep/10 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> 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 <sup>6</sup> tep)	247	278	318	2,4%	2,7%	2,6%
	por PIB (kWh/10 <sup>3</sup> 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.

	2019		2024		2029		2019-2029 Variação Média (% a.a.)
	mil tep	%	mil tep	%	mil tep	%	
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 <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ) 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

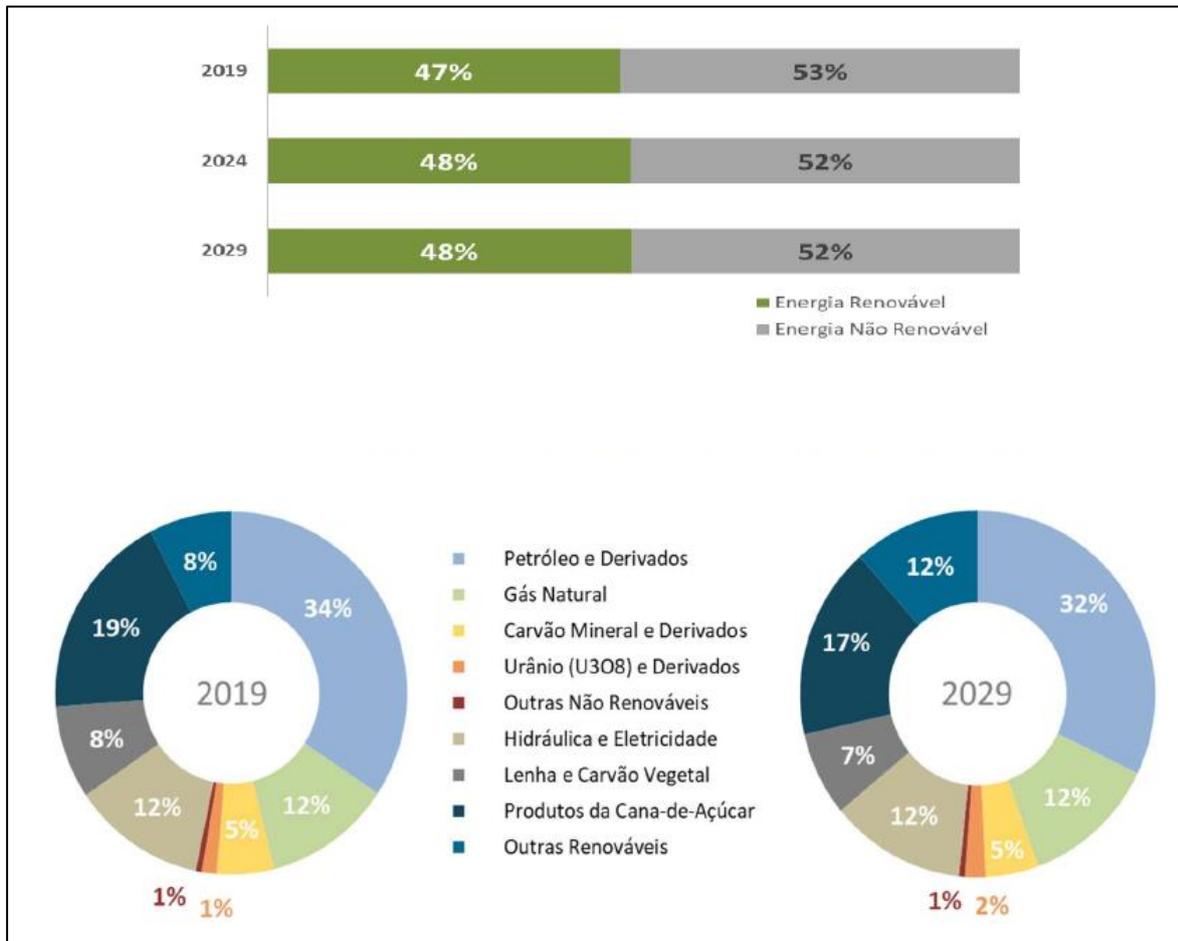


Gráfico 9 – Matriz energética brasileira renovável e não renovável e evolução da composição da oferta interna de energia por fonte.

Tabela 3 – Geração total de eletricidade.

Geração Centralizada	2019		2024		2029	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
Hidráulica <sup>(1)</sup>	418	64	514	65	538	57
Gás Natural	36	6	33	4	42	4
Carvão	6	1	7	1	6	1
Nuclear	15	2	15	2	26	3
Biomassa	38	6	33	4	40	4
Eólica	65	10	95	12	155	16
Solar (centralizada)	5	1	10	1	21	2
Outros <sup>(2)</sup>	4	1	8	1	10	1
<b>Subtotal (atend. Carga)</b>	<b>587</b>	<b>90</b>	<b>715</b>	<b>90</b>	<b>838</b>	<b>89</b>
Autoprodução & Geração Distribuída	2019		2024		2029	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
Biomassa (biogás, bagaço de cana, lixívia e lenha)	31	5	38	5	47	5
Solar	1	0	5	1	13	1
Eólica	0,1	0	0,2	0	0,3	0
Hidráulica	3	0	4	0	7	1
Não renováveis	27	4	31	4	38	4
<b>Subtotal (autoprod. &amp; GD)</b>	<b>62</b>	<b>10</b>	<b>79</b>	<b>10</b>	<b>104</b>	<b>11</b>
<b>Total</b>	<b>649</b>	<b>100</b>	<b>794</b>	<b>100</b>	<b>942</b>	<b>100</b>

Nota: (1) Inclui parcela importada de Itaipu.

(2) Inclui Sistema Isolados.

Tabela 4 – Retirada de Capacidade Instalada Termelétrica do sistema por fato modificador.

Fato Motivador	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Acum. 2029
Término do CCEAR (UTE GN)	0	0	554	0	736	1.475	1.133	500	178	0	4.576
Término do CCEAR (UTE OD/OC)	0	0	0	191	983	1.484	207	381	201	0	3.447
Fim dos subsídios da CDE (UTE CARVÃO)	0	0	0	0	0	0	0	0	1.227	0	1.227
Fim dos subsídios do PPT (UTE GN)	0	249	313	120	1.687	572	0	0	0	0	2.941
Fim da Vida Útil da Usina	0	0	0	0	1.278	640	869	534	0	0	3.321
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>249</b>	<b>867</b>	<b>311</b>	<b>4.684</b>	<b>4.171</b>	<b>2.209</b>	<b>1.415</b>	<b>1.606</b>	<b>0</b>	<b>15.512</b>

O PDE 2029 chama a atenção sobre a oferta termelétrica existente em final de contrato e/ou a necessidade de modernização devido ao longo período em operação. Outro aspecto importante é o final de vigência da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) em 2027, que permite a operação de usinas termelétricas à carvão nacional com um baixo Custo Variável Unitário (CVU), e o final do PPT ao longo do horizonte decenal. Com isso estima-se que, aproximadamente, 15.500 MW de capacidade instalada encontram-se na situação descrita nas premissas apresentadas na Tabela 4, podem não estar disponíveis para o sistema. O Anexo III do PDE detalha as usinas consideradas nessa condição. Para analisar essa questão, o PDE 2029, de acordo com a premissa adotada, avalia a atratividade econômica da manutenção dessa oferta no sistema através de um retrofit frente a expansão de novas plantas, de maior custo fixo e com maior eficiência.

Nesse sentido, aproximadamente 9.000 MW foram colocados à disposição do modelo a partir do mês seguinte à sua retirada.

O PDE 2029 utilizou nas simulações da operação a versão 25 do modelo Newave. Essa versão traz importantes aprimoramentos em relação a versão 24, utilizada no PDE 2027. Dentre esses aprimoramentos, destaca-se a consideração de altura de queda variável para as usinas fio d' água, o que resulta em uma redução na disponibilidade de geração dessas hidrelétricas. Vale destacar que esse aprimoramento reduz, em parte, o otimismo intrínseco da representação a subsistemas equivalentes e aproxima os resultados obtidos pelo modelo daqueles vistos na operação real. Esse é um importante passo para o processo de planejamento e contribui para que a oferta indicativa esteja mais adequada para a operação futura.

Considerando a oferta existente e contratada, apresenta-se no Gráfico 10 o balanço de garantia física comercial, considerando a retirada das usinas termelétricas da Tabela 4 e sem oferta indicativa. O objetivo é indicar, sob o aspecto comercial, uma estimativa da necessidade de contratação de energia nova para as três projeções de mercado consideradas (Referência e Alternativos).

Dependendo do mercado considerado, o balanço comercial de garantia física sinaliza uma necessidade de contratação de nova oferta, para o atendimento do mercado total de energia de algo entre 13.000 e 25.000 MW médios de contratos lastreados por novos empreendimentos no horizonte decenal. Destaca-se que esse balanço considera a retirada das garantias físicas das termelétricas da Tabela 4 anterior. É importante ressaltar que esse intervalo é apenas uma estimativa da energia a ser contratada para suprir as necessidades do sistema e pode diferir das reais necessidades sinalizadas

pelos agentes de mercado. A razão é que a demanda dos leilões de energia nova, que suprem o mercado regulado, é oriunda das informações das distribuidoras que utilizam projeções econômicas e estratégias de contratações que podem ser distintas daquelas adotadas neste plano. Raciocínio similar vale para a contratação para suprir a expansão do mercado livre.

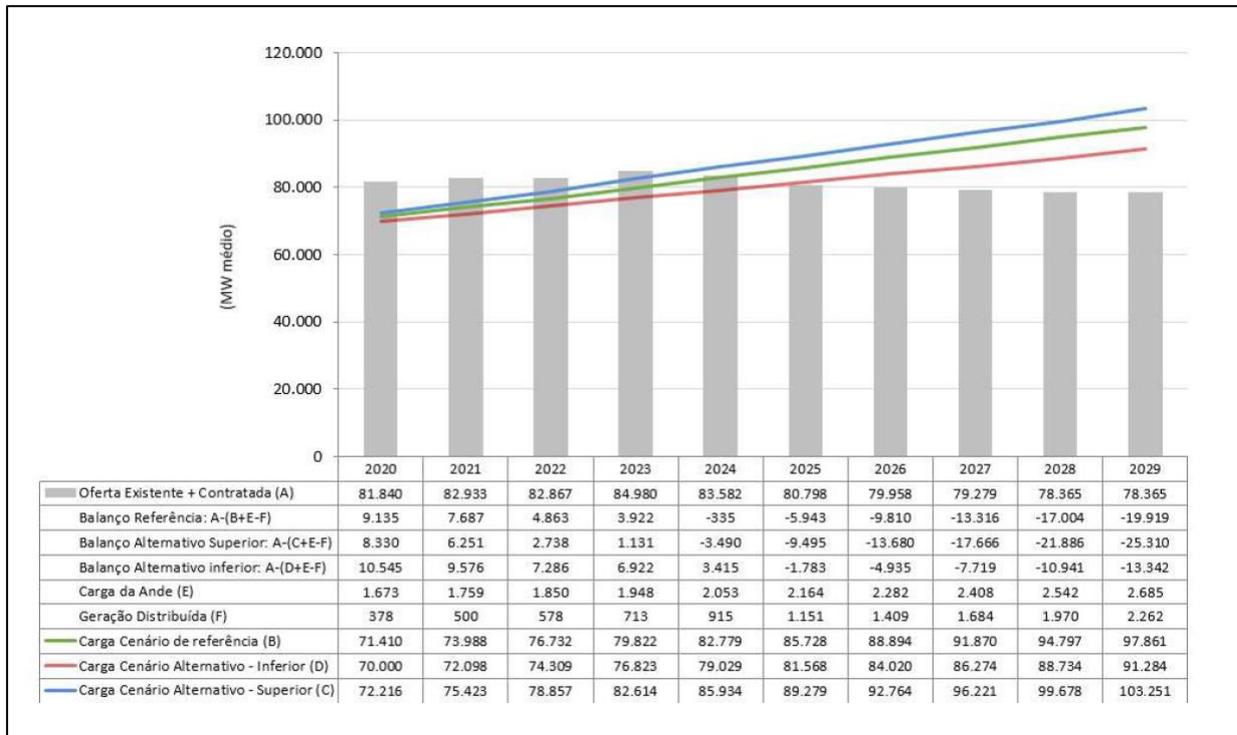
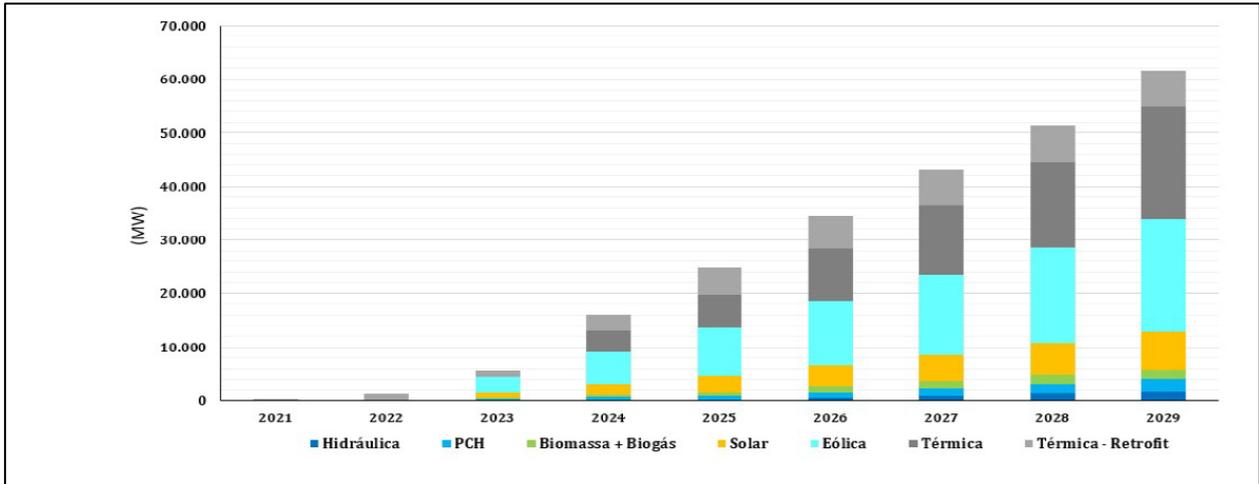


Gráfico 10 – Crescimento da Geração para os cenários.

Tendo em vista as incertezas inerentes ao processo de planejamento da expansão do sistema elétrico, o PDE 2029 apresenta algumas visões de futuro, construídas através de cenários e análises de suas sensibilidades (what-if), visando sinalizar seus efeitos sobre alguns temas relevantes para a expansão. As sensibilidades apresentadas visam promover discussões que permitam o desenvolvimento de ações que devam ser tomadas para cada situação, além de enriquecer o processo de planejamento. São elas:

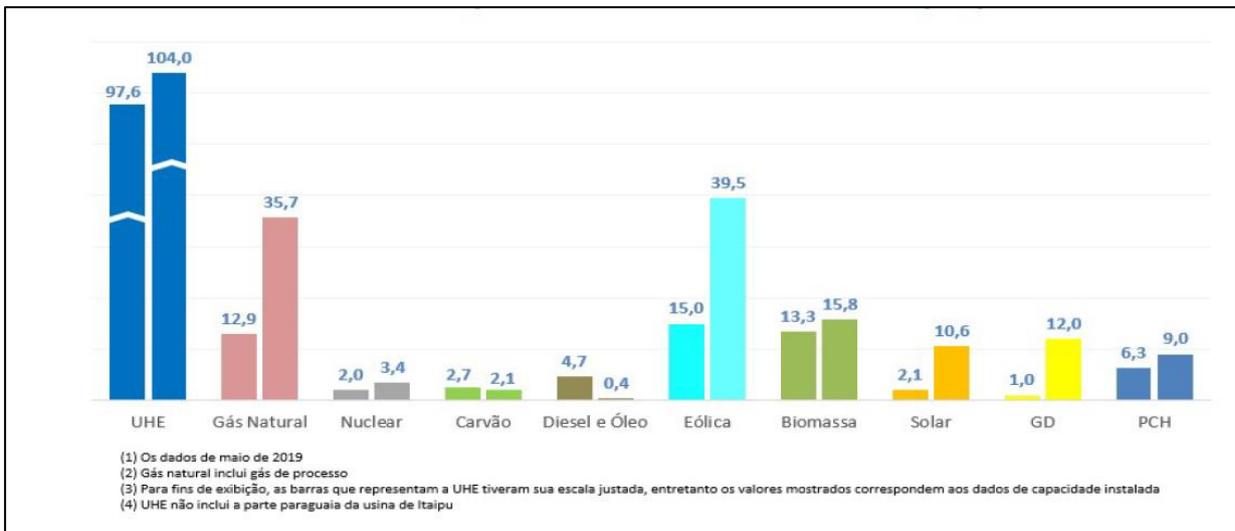
1. Expansão de Referência: considerando as premissas apresentadas neste relatório e o caso de referência para projeção da carga de energia elétrica;
2. Expansão com diferentes projeções de demanda: neste PDE além da projeção considerando uma situação de maior crescimento econômico do País realizou-se também um exercício com menor taxa de crescimento do consumo de energia elétrica;
3. Expansão com maior oferta de gás natural nacional de baixo custo: considerando-se diversas ações que poderão aumentar a oferta nacional de gás natural, espera-se uma redução no seu custo, o que poderá viabilizar usinas termelétricas de menor CVU;
4. Impactos na expansão da oferta para diferentes critérios de suprimento de potência: cenário para avaliar os possíveis impactos que as discussões do GT Modernização sobre Revisão de Critérios de Suprimento podem causar no PDE;
5. Avaliação sobre tecnologias alternativas para suprimento de capacidade de potência: primeiro exercício considerando a participação de Resposta da Demanda e Modernização de UHE como alternativas para suprimento de curta duração.



Fontes	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Térmica - Retrofit	249	1.116	1.116	3.153	4.977	6.110	6.610	6.788	6.788
Biomassa + Biogás	0	0	180	460	740	1.020	1.300	1.580	1.860
Eólica	0	0	3.000	6.000	9.000	12.000	15.000	18.000	21.000
Hidráulica (*)	0	0	0	0	0	385	803	1.298	1.819
PCH	0	0	300	600	900	1.200	1.500	1.800	2.100
Fotovoltaica	0	0	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
Térmica	0	0	0	3.872	6.164	9.709	12.830	15.854	20.997

(\*) O incremento anual de oferta hidrelétrica considera a motorização e o melhor período para enchimento de seus

Gráfico 11 – Expansão indicativa de referência.



(1) Os dados de maio de 2019  
 (2) Gás natural inclui gás de processo  
 (3) Para fins de exibição, as barras que representam a UHE tiveram sua escala justada, entretanto os valores mostrados correspondem aos dados de capacidade instalada  
 (4) UHE não inclui a parte paraguaia da usina de Itaipu

Gráfico 12 – Variação entre a capacidade instalada inicial e com a expansão do PDE 2029 por tecnologia.

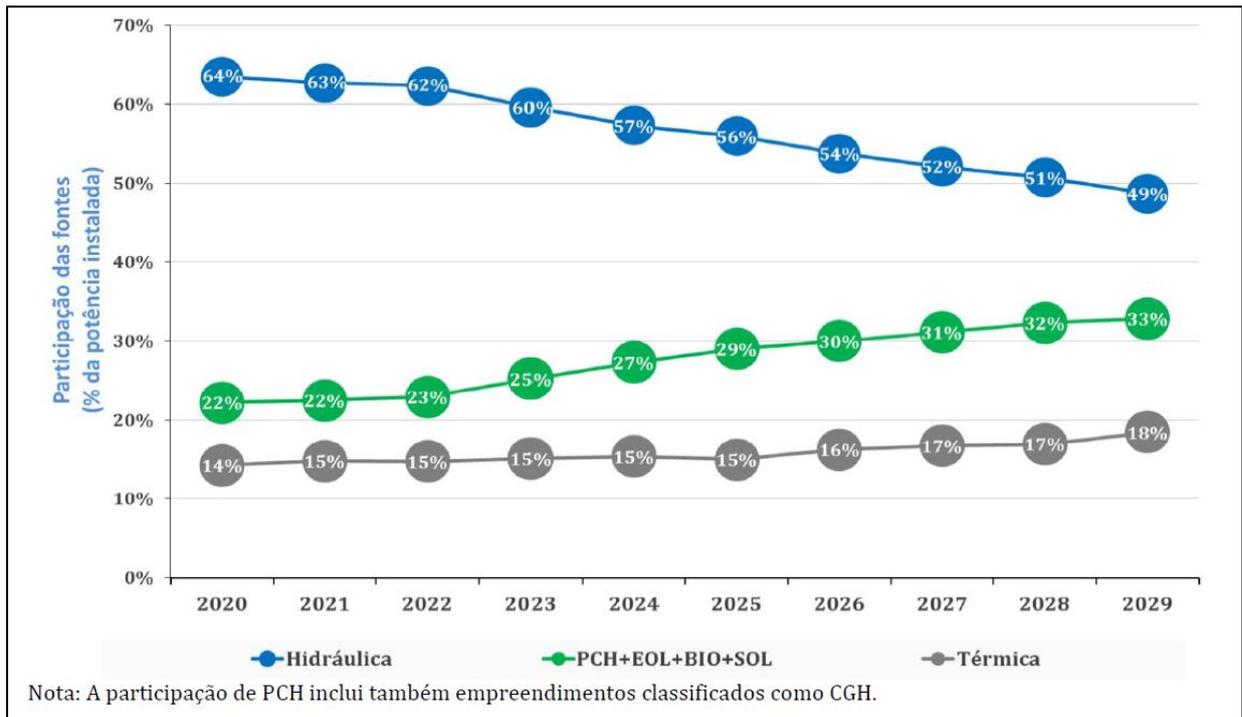


Gráfico 13 – Participação das fontes na capacidade instalada da Geração Centralizada.

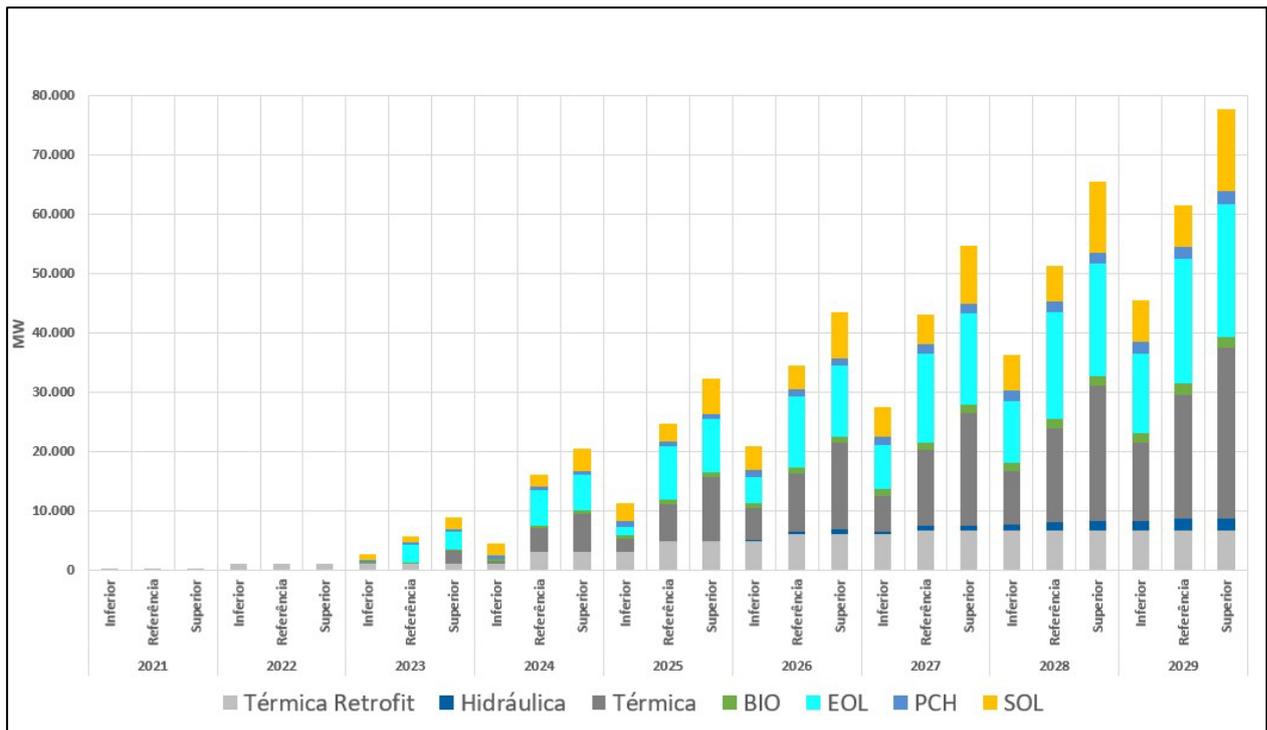


Gráfico 14 – Expansão indicativa – mercado alternativo.

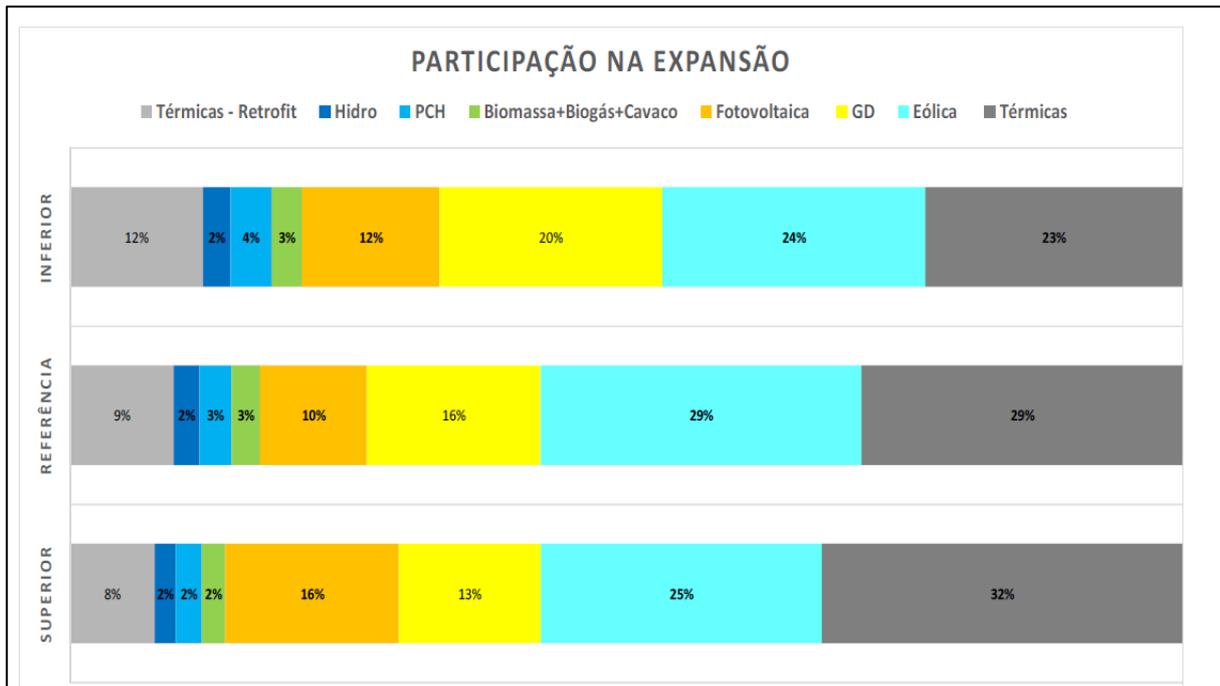


Gráfico 15 – Participação das fontes na expansão dos diferentes crescimentos de mercado.

O sistema elétrico brasileiro vem passando por diversas mudanças e o PDE 2029 trouxe novas discussões para contribuir nesse processo de modernização e ajudar a preparar o SIN para os próximos dez anos.

A atenção necessária aos contratos de usinas termelétricas que findam ao longo do horizonte decenal foi abordada através de uma avaliação de atratividade econômica, com o objetivo de avaliar a eventual necessidade de contratação de novas plantas, em substituição às que não se mostrem competitivas.

Além das usinas termelétricas, o SEB conta com um parque hidrelétrico no qual grande parte das plantas estão operando há mais de 25 anos. A modernização dessas usinas poderá trazer diversos benefícios para o sistema e o PDE 2029 aborda, em uma trajetória what if, os ganhos de potência provenientes desse processo. A modernização de UHE pode se mostrar um importante caminho para solucionar um dos maiores desafios da expansão para o próximo decênio. Para isso, é fundamental que mecanismos de remuneração sejam criados, de modo a incentivar esse tipo de investimento.

O Brasil tende a seguir nos próximos dez anos com uma oferta de geração de eletricidade predominantemente renovável, com cerca de 80% do parque gerador composto por usinas hidrelétricas (de grande e pequeno porte), eólicas, solares e termelétricas a biomassa. Além desses importantes recursos, a Expansão de Referência indica também a complementação termelétrica a gás natural e carvão, que será fundamental para garantir a segurança do suprimento.

Além da oferta termelétrica flexível, predominante no caso de referência, o what if de maior oferta de gás natural nacional, para a qual se espera um menor custo de operação, mostrou que a depender do “prêmio pela flexibilidade” opções com certos níveis de inflexibilidade podem se mostrar economicamente atrativas. É destacado, porém, que o benefício agregado por usinas com inflexibilidade é decrescente, o que exige preços cada vez menores à medida em que novas plantas inflexíveis façam parte da expansão.

O suprimento de potência continua sendo um grande indutor da expansão do SIN, como vem sendo apresentado desde o PDE 2026. O montante a ser contratado para esse

serviço depende, dentre outros fatores, do critério de suprimento associado a esse requisito, como foi abordado em uma trajetória what if. Destaca-se que quanto menor for o risco de não suprimento definido, a expansão para esse fim agregará menos energia ao sistema.

Visando apontar para uma maior eficiência na alocação de investimentos, o PDE 2029 trouxe, pela primeira vez, uma abordagem sobre a Resposta da Demanda como uma alternativa da expansão. Diversos avanços devem ser feitos, tanto relacionados à representação nos estudos como na formação de base de dados, para a adequada representação desse recurso. Mesmo com uma abordagem inicial é possível concluir que existe um elevado potencial no Brasil para essa inovação.

Outra abordagem inédita desse PDE foi a avaliação do requisito de flexibilidade do sistema, e sua alteração devido à maior participação de fontes não controláveis. Devido ao efeito portfólio e à diferente ordem de grandeza entre a carga e a oferta não controlável, em níveis sistêmicos é esperado que o SIN não apresente dificuldades no horizonte decenal. Porém, é necessária atenção às regiões que concentrem grandes montantes de oferta não controlável, como é o caso da região Nordeste, que poderá chegar a 70% de sua oferta composta por tecnologia eólica e solar fotovoltaica em 2029, de acordo com a trajetória de referência.

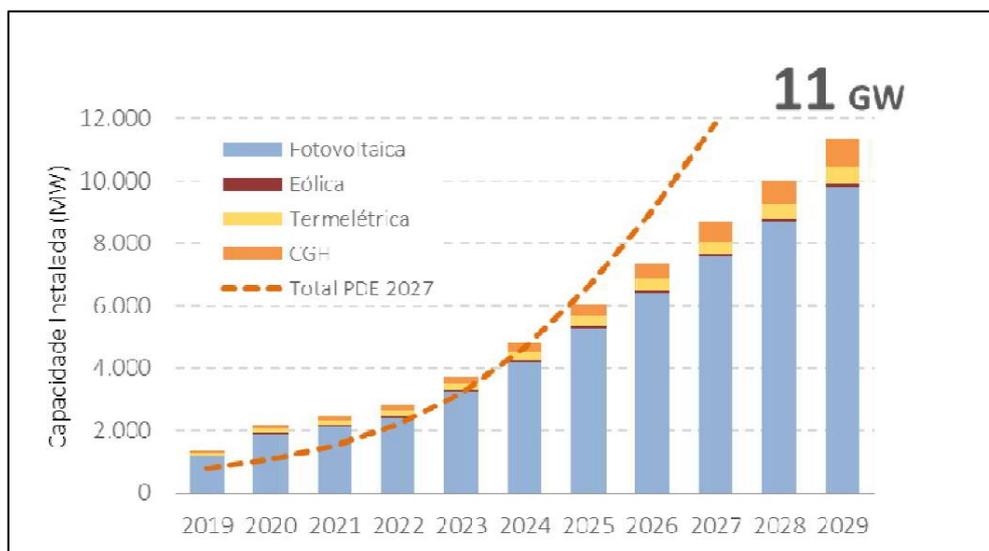


Gráfico 16 – Projeção da capacidade instalada da Micro e Minigeração Distribuída.

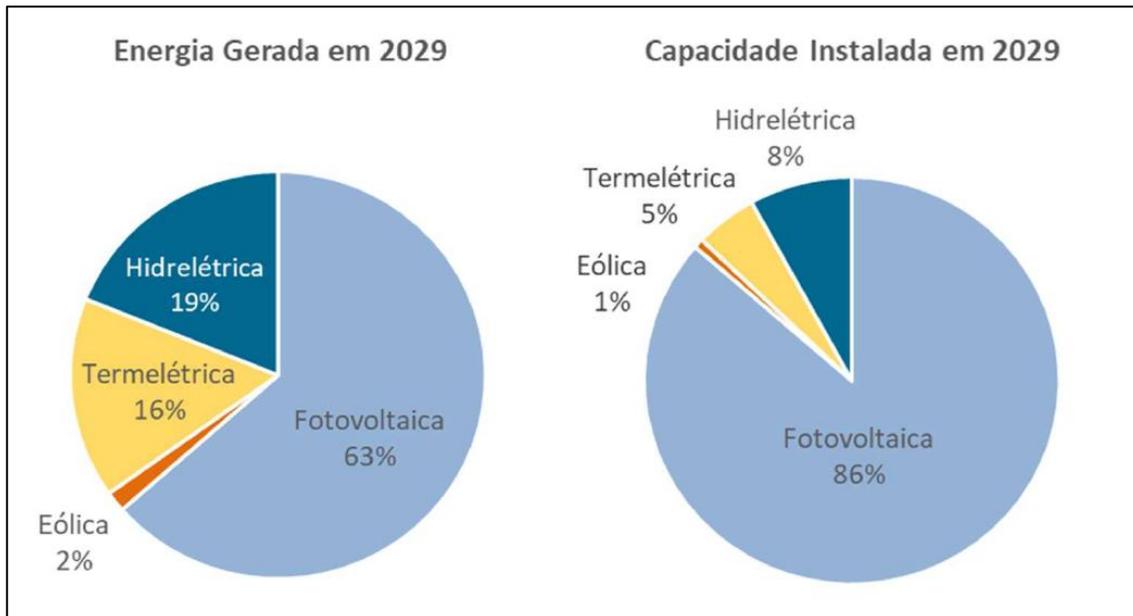


Gráfico 17 – Potência e energia por fonte em 2029 na trajetória de referência.

## 2.4 PANORAMA ENERGÉTICO E DE LINHAS DE TRANSMISSÃO DE SANTA CATARIANA

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) (Gráfico 18), 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.

A região sul do Brasil tem um maior potencial na fonte hídrica, principalmente de CGHs e PCHs, quando comparado as regiões norte e nordeste. Cabe enfatizar que se considerado todo ciclo de vida de produção de energia, a energia hídrica, principalmente de CGHs e PCHs, tem a menor taxa de CO<sub>2</sub> eq.

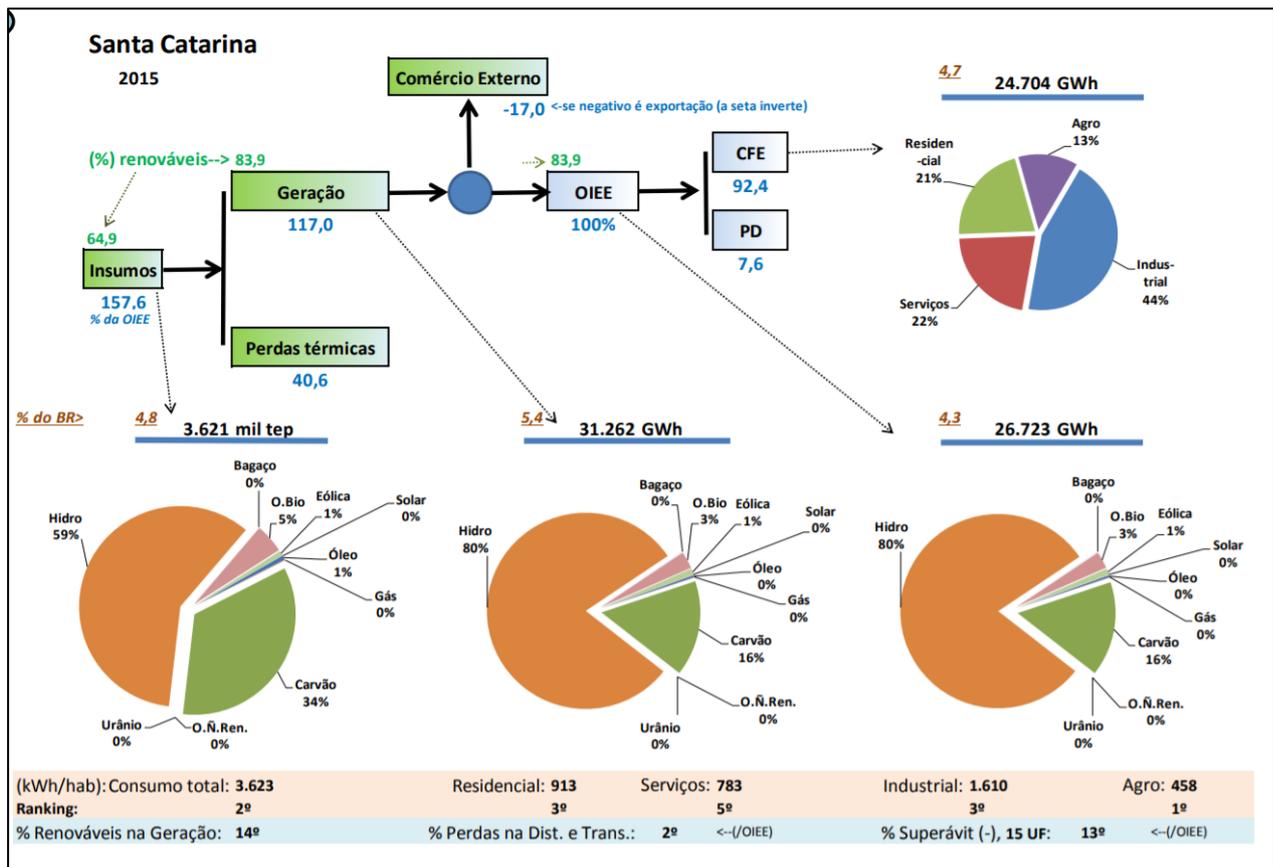


Gráfico 18 – Matriz energética de Santa Catarina (2015) - Fonte: <http://www.mme.gov.br/>

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 fornecimento 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 subestação de fronteira. Essa reavaliação resultou na recomendação da implantação de uma nova subestação na região, a SE 230/138 kV Ratoles, e da LT 230 kV Biguaçu - Ratoles 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. Adicionalmente, foi recomendada 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 Tamanduá.

Considera-se também o Princípio da Precaução, preconizado 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 nº 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 Nº 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 FEDERAL E INTERNACIONAL**

#### **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 002/85 – Dispõe sobre licenciamento de atividades potencialmente poluidoras, pelos órgãos estaduais competentes.

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 Ecosistêmica 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, § 1º, art. 19 da Lei Nº 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 Nº 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 – Institui 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.

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 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 8.001/90 – Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei Nº 7.990/89, e dá outras providências.

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 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 9.427/96 – 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 da 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.

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.

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 Sobreexploradas ou Ameaçadas de Sobreexploração.

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 Sobreexplorados ou Ameaçados de Sobreexploração, 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, contenção, 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, dispendo sobre a proteção da vegetação nativa. Altera as Leis Nº 6.938/81, 9.393/96, e 11.428/06; revoga as Leis Nº 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 6º 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 pública 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 Nº 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. Revogada pela Resolução CONSEMA 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 Energético e 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 Timbó**

Decreto Nº 4.295 de 22 de março de 2002 – Criação do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Timbó.

### **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 Tamanduá em sua totalidade. O rio Tamanduá é afluente da margem direita do rio Timbó, o qual é um dos formadores do rio Iguazu (Sub-bacia 65 – Código da Agência Nacional de águas – ANA). A bacia do rio Tamanduá tem suas nascentes na Serra Geral, com altitudes máximas nos seus divisores, da ordem de 1.100 m, no seu limite Sul.

A bacia hidrográfica do rio Tamanduá situa-se, em sua totalidade, no estado de Santa Catarina (Região Centro Norte do Estado), compreendendo os municípios de Bela Vista do Toldo, Canoinhas, Irineópolis, Major Vieira, Santa Cecília e Timbó Grande, e possui uma área de drenagem total de aproximadamente 595 km<sup>2</sup>. A extensão total do Rio Tamanduá, que será objeto de estudo, possui aproximadamente 89,2 km.

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

Ressalta-se que o rio Tamanduá fica em uma área predominantemente rural e nenhuma das sedes urbanas dos municípios é atravessada pelo rio Tamanduá, nem os empreendimentos em estudo promoveram impactos em áreas urbanas.

O Caderno de Desenhos apresenta os desenhos de localização, delimitação da bacia, municípios atingidos e cenários temporais, os quais são descritos a seguir.

### 4.2 ABRANGÊNCIA TEMPORAL

Esta Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Tamanduá consiste em avaliar as consequências da implantação de todos os aproveitamentos com influência para essa bacia, independente da fase em que se encontra, ou seja, se avalia os empreendimentos em operação e os aproveitamentos nas fases de estudo, em suas diferentes fases. Como será mostrado no capítulo a seguir de Caracterização dos Aproveitamentos. Todos os aproveitamentos que se mostraram viáveis para implantação estão sendo avaliados nesta AIBH, sendo ao total 6 empreendimentos.

Atualmente na bacia do rio Tamanduá tem-se implantada integralmente e em operação apenas a CGH Bonet. Ainda, no rio Timbó, no qual o rio Tamanduá deságua, há a PCH Rio Timbó instalada e em operação, que tem sua casa de força no rio Tamanduá, restituindo a água captada do rio Timbó, utilizada na sua geração, no rio Tamanduá. Por isso considerou-se esta usina também, por impactar o rio Tamanduá com acréscimo de água da geração. Sendo assim este é o cenário atual (**Cenário 1**) da bacia do rio Tamanduá, e o primeiro a ser estudado.

O primeiro cenário futuro a ser estudado (**Cenário 2 – horizonte de 5 a 10 anos**) é baseado nas PCHs aprovadas nos inventários hidroenergéticos, já com Projetos Básicos Aprovados pela ANEEL, tanto do rio Tamanduá, quanto do rio Timbó. Para o primeiro cenário futuro mantém-se então a CGH Bonet, pois a PCH Bonet ninguém requereu a elaboração do Projeto Básico até o momento, logo deve demorar a ser implantada, se for.

Neste primeiro cenário futuro (**Cenário 2**) ter-se-á a implantação da PCH Tamanduá, com Projeto Básico já aprovado pela ANEEL e Resolução Autorizativa de Implantação. Ainda ter-se-á a implantação da PCH Espriado, no rio Timbó, logo a montante da PCH Rio Timbó, sendo que a PCH Espriado está, da mesma forma, prevista para restituir a

água de sua casa de força no rio Tamandúá. Conforme preconizado no inventário a implantação da PCH Espraiado irá promover perdas energéticas da PCH Rio Timbó, que só poderá operar nas vazões vertidas pela PCH Espraiado.

Por fim num outro cenário futuro (**Cenário 3 – horizonte de 10 a 20 anos**), também está prevista a implantação da PCH Bonet, com continuidade da CGH Bonet, no rio Tamandúá e da PCH Santa Cruz, no rio Timbó, a qual tem remanso do reservatório que entra no rio Tamandúá. Porém, estas PCHs atualmente não têm interessados, ou seja, nenhuma empresa entrou com processo de requerimento do registro ativo, atual DRI, ou seja, não houve desenvolvimento de Projeto Básico após a aprovação do Inventário, logo deverão demorar mais tempo para sair, se saírem.

As descrições das fases que se encontram na ANEEL os empreendimentos, assim como suas principais características encontram-se no capítulo 5 a seguir.

O mapa nº 2 no Caderno de Desenhos apresenta os 3 cenários a serem estudados:

#### **Cenário 1 - Cenário Atual:**

- CGH Bonet – rio Tamandúá
- PCH Rio Timbó – rio Timbó com casa de força no rio Tamandúá

#### **Cenário 2 - Cenário Futuro Horizonte de 5 a 10 anos:**

- CGH Bonet – rio Tamandúá
- PCH Tamandúá – rio Tamandúá
- PCH Espraiado – rio Timbó com casa de força no rio Tamandúá
- PCH Rio Timbó – rio Timbó com casa de força no rio Tamandúá

#### **Cenário 3 - Cenário Futuro Horizonte de 10 a 20 anos:**

- CGH Bonet e PCH Bonet – rio Tamandúá
- PCH Tamandúá – rio Tamandúá
- PCH Espraiado – rio Timbó com casa de força no rio Tamandúá
- PCH Rio Timbó – rio Timbó com casa de força no rio Tamandúá
- PCH Santa Cruz – rio Timbó, com remanso do reservatório entrando no rio Tamandúá

## 5 CARACTERIZAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS

### 5.1 HISTÓRICO DOS AHE NA ANEEL

Atualmente há duas usinas instaladas e em operação que influenciam na bacia do rio Tamanduá, as quais precedem os estudos dos Inventários Hidroenergéticos aprovados pela ANEEL para as respectivas bacias, sendo esta: CGH Bonet ou Usina III (1,932 MW), esta integralmente no rio Tamanduá, que entrou em operação em junho 1966, e a PCH Rio Timbó (5,50 MW), com barramento e tomada de água no rio Timbó, e casa de força e canal de fuga restituindo água no rio Tamanduá, a qual entrou em operação em 15/08/1959.

Em 08 de novembro de 2006, a ANEEL aprovou os estudos de Inventário Hidroenergético do Rio Tamanduá, desenvolvidos pela RTK Consultoria Ltda., atual RTK Engenharia Ltda., com 2 PCHs, a PCH Bonet e a PCH Tamanduá, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – AHEs aprovados no Inventário do rio Tamanduá.

Aproveitamento	Coordenadas Geográficas do Eixo do Barramento	Posição (Dist. da Foz) [km]	Área de Drenag. [km <sup>2</sup> ]	N.A máximo normal de montante [m]	N.A normal de jusante [m]	Potência Instalada [MW]	Área do Reservatório [km <sup>2</sup> ]
AHE Tamanduá	26°29'54''S/ 50°45'26''W	17,50	543,0	863,0	775,0	14,50	0,91
AHE Bonet	26°34'07''S/ 50°35'29''W	53,75	221,0	939,4	870,10	5,20	3,34

A PCH Bonet, depois de aprovado o Inventário Hidroenergético do rio Tamanduá, teve uma tentativa de registro ativo de desenvolvimento do Projeto Básico, porém o DSP ANEEL nº 49, de 9 de janeiro 2012, decidiu não conceder registro ativo para a elaboração do projeto básico da PCH Bonet, situada no rio Tamanduá, no Estado de Santa Catarina, solicitado pela empresa Bonet Madeiras e Papéis Ltda., devido à outorga do AHE Usina III (CGH Bonet), situado na mesma localidade, encontrar-se em análise por esta Agência.

Após este, através da Resolução ANEEL nº 3.360, de 28 de fevereiro de 2012, resolveu que: Extingue a concessão da CGH Usina III, outorgada à Bonet Madeiras e Papéis Ltda., e autorizar, em caráter excepcional, a empresa Bonet Madeiras e Papéis Ltda. a operar a Usina III, bem como a comercializar o excedente da energia gerada, até que o Poder Concedente decida sobre a reversão e indenização dos bens. Após isto não há nenhum registro de solicitação de elaboração de Projeto Básico da PCH Bonet.

A PCH Tamanduá teve seu Projeto Básico aprovado pela ANEEL através do Despacho - DSP nº 502 de 06 de fevereiro de 2009, em nome da empresa Tamanduá Energia S.A., ainda em 05 de novembro de 2013, teve aprovada a Resolução Autorizativa da ANEEL, a qual alterou seu cronograma de implantação, com previsão de início de operação em novembro de 2016, porém não atendida por questões de licenciamento ambiental. O Quadro 2 a seguir apresenta as características do Projeto Básico aprovado pela ANEEL, divulgadas no DSP nº 502/2009.

Quadro 2 – Características Básicas da PCH Tamanduá – DSP DRS ANEEL nº 502/2009.

PCH Tamanduá	Características Básicas
Coordenadas de referência do Eixo do Barramento	26° 29' 54" S e 50° 45' 26" W
Coordenadas de referência da Casa de Força	26° 29' 49" S e 50° 45' 26" W
Potência Mínima Instalada [MW]	16
Número de unidades	02
N. A. máximo normal de montante [m]	863,00
N. A. normal de jusante [m]	776,20
Queda Bruta [m]	86,80
Perdas Hidráulicas [m]	4,60
Rendimento do Conjunto Turbina-Gerador [%]	89,25
Indisponibilidade Forçada [%]	2
Indisponibilidade Programada [%]	1
Tipo de turbina	Francis de eixo horizontal
Vazão de projeto do vertedouro (m <sup>3</sup> /s)	633,10
Vazão Remanescente +Usos Consuntivos [m <sup>3</sup> /s]	1,17
Área do Reservatório no N.A. máx. normal [km <sup>2</sup> ]	0,91
Série de Vazões Médias Mensais	ANEXO I Período de Jan/1976 a Dez/2005
Descarga média de longo termo (m <sup>3</sup> /s)	18,16

O DSP ANEEL nº 3.730, de 12 de setembro de 2014, também desenvolvido pela RTK Engenharia, Ltda., em conjunto com as empresas DW Engenheiros Associados S/C Ltda e Continental Energia Ltda., aprovou o Inventário Hidroenergético do rio Timbó, com 3 PCHs em sua divisão de quedas, de acordo com o Quadro 3.

Quadro 3 – Inventário Aprovado ANEEL nº 3,370/2014 para o rio Timbó.

AHE	Coordenadas geográficas dos eixos dos barramentos <sup>(3)</sup>	Distância aproximada da foz [km]	Área de Drenagem [km <sup>2</sup> ]	N.A máx. normal de montante [m] <sup>(4)</sup>	N.A normal de jusante [m] <sup>(4)</sup>	Potência Instalada [MW]	Área do Reservatório [km <sup>2</sup> ]
Ricardo Marins <sup>(1)</sup>	26°33'21"S 50°45'21"W	60,10	1.030,00	889,00	855,82	8,70	1,59
Espraiado <sup>(2)</sup>	26°30'31"S 50°47'02"W	46,80	1.086,00	855,30	756,45	29,0	1,85
Santa Cruz	26°26'31"S 50°48'52"W	33,00	1.770,00	756,00	747,91	4,43	0,71

<sup>(1)</sup>A implantação da PCH Ricardo Marins impactará a geração da CGH Salto do Timbó, que se encontra em operação com potência de 965 KW, com outorga concedida pela Portaria DNAEE nº 1.359/93, vigente até junho de 2020

<sup>(2)</sup>A implantação da PCH Espraiado impactará a geração da PCH Rio Timbó, que se encontra em operação com potência de 5,5 MW, com outorga concedida pelo Decreto nº 90.190/84, vigente até setembro de 2014

<sup>(3)</sup>Coordenadas em SIRGAS 2000

<sup>(4)</sup>Altimetria determinada a partir do MAPGEO2010

Como descrito no primeiro parágrafo deste capítulo, no rio Timbó, atualmente, está instalada e em operação a PCH Rio Timbó, a qual tem casa de força e canal de fuga no rio Tamanduá, ou seja, as vazões de geração são transpostas do rio Timbó para o rio Tamanduá, porém retornam ao rio Timbó na sequência, devido ao rio Tamanduá ser um afluente pela margem direita deste.

A PCH Espraiado teve seu Projeto Básico aprovado pela ANEEL, através do DSP nº 511, de 29 de fevereiro de 2016. Conforme descrito no Quadro 3 acima com as PCHs do Inventário do rio Timbó, a PCH Espraiado impactará na geração da PCH Rio Timbó,

devido a PCH Espraiado também ter sua casa de força e canal de fuga no rio Tamandúá. Sendo assim, a PCH Rio Timbó só poderia gerar com vazões vertidas pela PCH Espraiado, ou seja, acima da vazão máxima turbinável da PCH Espraiado, o que diminuirá muito seu fator de capacidade. O Quadro 4 seguir apresenta algumas características do Projeto Básico aprovado.

Quadro 4 – Características Básicas da PCH Espraiado DSP DRS ANEEL nº 511/2016.

PCH Espraiado	Estudos de Inventário	Sumário Executivo
Localização do barramento	26°30'31"S 50°47'2"W	26°30'31"S 50°47'2"W
NA Montante (m)	855,3	855,3
NA Jusante (m)	756,45	756,45
Queda Bruta (m)	98,85	98,85
Área do Reservatório (km <sup>2</sup> )	1,85	1,93
Potência (kW)	29000	29000
Vazão Q <sub>MLT</sub> <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> /s)	29,29	29,48

PCH Espraiado	Sumário Executivo
Potência Instalada Total (kW)	29000
Número de Unidades Geradoras	3
Potência por gerador (kVA)/fator de potência	10740 / 0,9
Potência por turbina (kW)/ engolim. mínimo (m <sup>3</sup> /s)	9966 / 5,70
Rendimento da turbina	93,00%
Rendimento do gerador	97,00%
Taxa equivalente de indisp. forçada (%)	2,50%
Indisponibilidade programada (%)	2,50%
Perdas hidráulicas nominais (m)	3
Queda bruta nominal (m)	98,85
Perdas elétricas até o ponto de conexão (%)	1,00%
Consumo Interno (kW médio)	20
Vazão Remanescente do Aproveitamento (m <sup>3</sup> /s)	2,45
Vazão de Usos Consuntivos (m <sup>3</sup> /s)	1,407
Série de Vazões Médias Mensais	Conforme Anexo

Salienta-se que a PCH Santa Cruz não teve nenhum interessado em realizar seu Projeto Básico até o momento após a aprovação do Inventário, e que a mesma impactará o rio Tamandúá (depois de construída) através do remanso do seu reservatório.

Os quadros (Quadro 5) a seguir apresentam o resumo do descrito anteriormente sobre as CGHs e PCHs atuais (implantadas e em operação) e futuras (Inventariadas e/ou com Projetos Básicos aprovados pela ANEEL). Salienta-se também que toda documentação levantada junto a ANEEL se encontra no Caderno de Anexos e Documentação.

Quadro 5 – Resumo das Características Básicas dos AHEs da Situação Atual e Futura da bacia do rio Tamandá.

Situação Atual - Projetos Instalados e Operando com interferência na bacia do rio Tamandá												
Projetos	Rio	Proprietário	Potência Instalada	NA Normal Montante	NA Normal Jusante	TVR (*)	Coord. Barramento		Coord. Casa de Força		Aspecto Legal	Situação
			MW	m	m	km	Sul	Oeste	Sul	Oeste		
CGH Bonet	Tamandá	Bonet Madeiras e Papéis Ltda.	1,932	919,40	870,10	1,07	26°33'53,95"	50°35'42,66"	26°33'28,16"	50°36'04,34"	REA ANEEL nº 3.360/2012	Operando
PCH Rio Timbó	Timbó, com restituição no rio Tamandá	Cia. Bom Sucesso de Eletrecidade	5,500	841,75	762,70	7,55	26°29'39,27"	50°47'12,84"	26°29'12,12"	50°46'54,82"	Despacho ANEEL nº 3356/2010	Operando

Situação Futura - Projetos em Fase de Inventário e Projeto Básico Aprovados pela ANEEL com Interferência na bacia do rio Tamandá + AHEs da Situação Atual												
Projetos	Rio	Proprietário	Potência Instalada	NA Normal Montante	NA Normal Jusante	TVR (*)	Coord. Barramento		Coord. Casa de Força		Aspecto Legal	Situação
			MW	m	m	km	Sul	Oeste	Sul	Oeste		
PCH Bonet	Tamandá	RTK Consultoria, mas PB solicitado por Bonet Madeiras e Papéis Ltda.	5,200	939,40	870,10	2,08	26°34'09,18"	50°35'31,04"	26°33'26,12"	50°36'03,32"	DSP-INV nº 2614/2006 e DSP nº 49/2012	Inventário
PCH Tamandá	Tamandá	Tamandá Energia S.A.	16,000	863,00	776,20	6,72	26°29'58,29"	50°43'47,62"	26°29'54,01"	50°45'30,44"	DSP. ANEEL nº 502/2009 e REA ANEEL nº 4.416/2013	Projeto Básico Aprovado
PCH Espirado	Timbó, com restituição no rio Tamandá	Cia. Bom Sucesso de Eletrecidade	29,000	855,30	756,45	11,70	26°30'31,00"	50°47'02,00"	26°29'49,68"	50°46'32,04"	DRS-DSP ANEEL nº 511/2016	Projeto Básico Aprovado
PCH Rio Timbó	Timbó, com restituição no rio Tamandá	Cia. Bom Sucesso de Eletrecidade	5,500	841,75	762,70	7,55	26°29'39,27"	50°47'12,84"	26°29'12,12"	50°46'54,82"	Despacho ANEEL nº 3356/2010	Operando
PCH Santa Cruz	Timbó, remanso do reservatório influencia na foz do Tamandá	RTK Engenharia Ltda., DW Engenheiros Associados S/C Ltda. e Continental Energia Ltda.	4,430	756,00	747,91	0,11	26°26'31,00"	50°48'52,00"	26°26'31,00"	50°48'52,00"	DSP-INV nº 3730/2014	Inventário

(\*) TVR = Trecho de Vazão Reduzida

## 5.2 CGH USINA III OU CGH BONET

No local de coordenadas 26° 33' 28,06" S e 50° 36' 4,34" W (casa de força), existe um aproveitamento para abastecimento da Industria Bonet Madeiras e Papéis Ltda. implantado em 1966, denominado de Usina III (Bonet), com 1,932 MW sob queda bruta total de 49,30 m, (919,40 m - 870,10 m), através de um barramento de 2 metros de altura, e que também possui um reservatório, a montante, de regularização significativo (26° 33' 53,95" S e 50° 35' 42,66" W), porém este sem motorização, com NAR na cota 937,40 m, formado por uma barragem de alvenaria de pedra com altura aproximada de 10 m, desperdiçando uma queda bruta de 20 m (26° 34' 09,01" S e 50° 35' 30,94" W).

A CGH Usina III ou Bonet entrou em operação em 1966, logo não há dados do projeto disponíveis. Então utilizou-se os dados do levantamento topográfico de campo das estruturas realizado no Inventário Hidroenergético do rio Tamanduá e também da LAO de operação da CGH Usina III.

Altura do Barramento de Regularização: 10,00 m.

Cota da crista do Barramento de Regularização: 937,40 m.

Área Alagada do Reservatório de Regularização = 2,60 km<sup>2</sup>

Largura do Vertedor: 76 m de soleira espessa e 2 com comportas.

Altura do barramento de jusante: 2,00 m.

Cota da Crista do Vertedor do Barramento de Jusante: 919,40 m.

Área alagada do barramento de jusante = 0,13 km<sup>2</sup>

Largura do vertedor = 70 m.

Vazão Sanitária: 0,243 m<sup>3</sup>/s

Extensão do canal adutor: 1.090 m.

Nível de jusante: 870,10 m.

Vazão Máxima Turbinável: 5,00 m<sup>3</sup>/s

Ainda, a CGH Usina III, possui dois condutos forçados, sendo o conduto forçado 01, com diâmetro de 1,00 metro, e o conduto forçado de 02, com diâmetro de 1,70 metro, os quais levam a casa de força que possui 04 turbinas, sendo a turbina 01 com capacidade de 320 KW, a turbina 02 com capacidade de 272 KW, a turbina 03 com capacidade de 600 KW, e turbina 04 com capacidade de 740 KW.

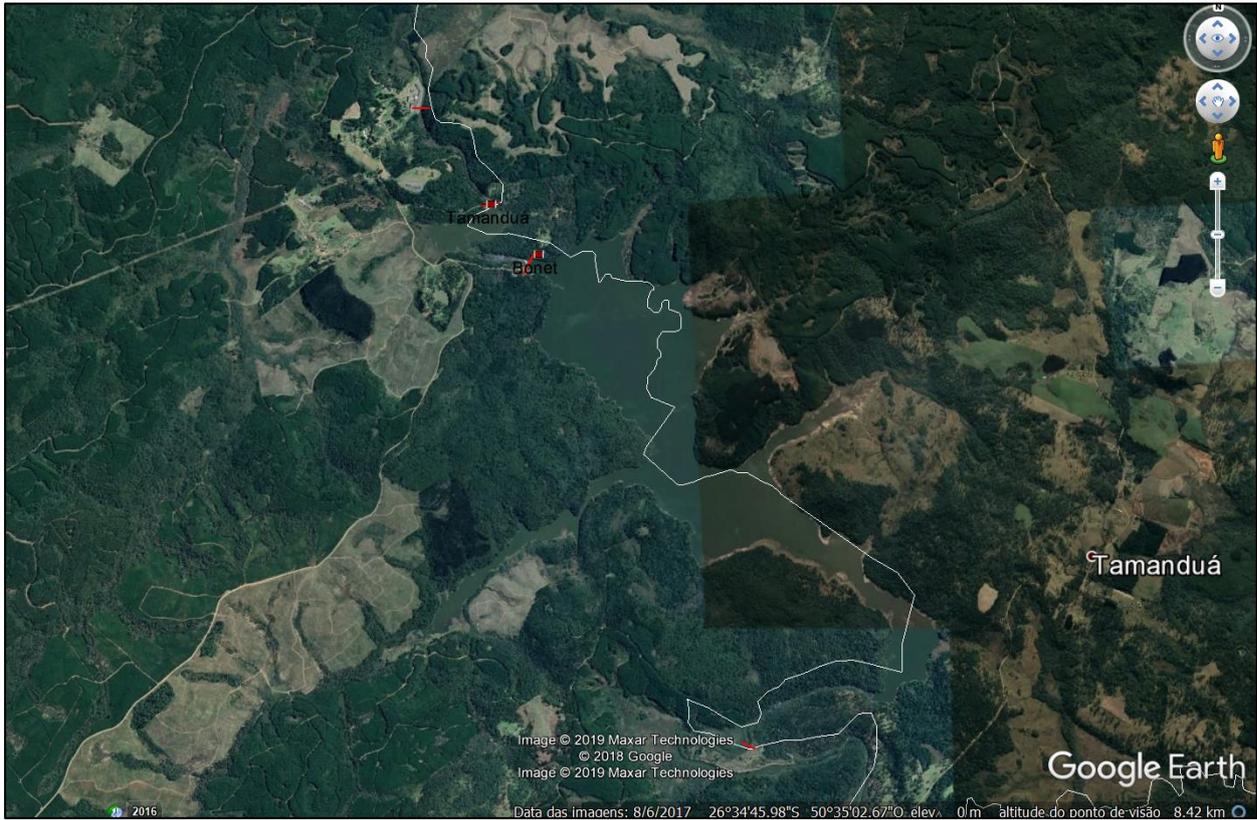


Figura 1 – CGH Bonet.



Barramento/vertedor de regularização



Tubulação de saída das comportas do barramento de regularização



Barramento/vertedor de jusante



Tomada de água do circuito de geração

Figura 2 – Detalhes das Estruturas da CGH Usina III.



Figura 3 – Conduitos forçados e casa de força.

### 5.3 PCH BONET

Conforme demonstrado no relatório do Inventário Hidroenergético do rio Tamandúá - R1, a alternativa de divisão de queda "E" foi selecionada como a mais atrativa dentre as estudadas. A mesma é constituída por dois aproveitamentos, o de jusante determinado no estudo de alternativa, AHE Tamandúá, e outro situado a montante denominado de AHE Bonet.

No local, coordenadas 26° 33' 24" S e 50° 36' 4" W, existe um aproveitamento para abastecimento da Indústria Bonet Madeiras e Papéis Ltda. implantado em 1966, denominado de Usina III (Bonet), com 1,932 MW sob queda bruta total de 49,30 m, (919,40 m - 870,10 m), e que possui um reservatório de regularização significativo, porém sem motorização, com NAR na cota 937,40 m, formado por uma barragem de alvenaria de pedra com altura aproximada de 10 m, desperdiçando uma queda bruta de 20 m.

Para avaliação do potencial total existente no local foi realizada a restituição aerofotogramétrica do local em escala 1:5.000, o estudo hidrológico e o estudo de um aproveitamento da queda disponível total. Os estudos efetuados determinaram um único aproveitamento hidrelétrico no local, adotando ainda uma elevação de 2 m. no nível atual do reservatório de regularização existente.

#### 5.3.1 Descrição da Alternativa Selecionada para a AHE Bonet

O arranjo deste aproveitamento é composto pelo alteamento da barragem de regularização existente em 2,0 m, resultando em uma barragem com altura máxima de

11,4 m e comprimento total de 155 m, sendo que 70 m são relativos ao vertedouro tipo soleira livre.

No local, km 53,75 em relação a foz do rio Tamanduá no rio Timbó, a área de drenagem é de 221 km<sup>2</sup>, que conforme estudo hidrológico proporciona uma vazão média de longo período de 7,45 m<sup>3</sup>/s.

Através de um canal de adução com 2,25 km é proporcionada uma queda bruta de 69,30 m entre as elevações 939,40 m e 870,10 m.

Prevê-se a operação do reservatório com 3,0 m de deplecionamento proporcionando um volume útil de  $9,2 \times 10^6$  m<sup>3</sup>. O reservatório planejado terá uma área de 3,34 km<sup>2</sup> no seu nível normal de operação na cota 939,40 m.

O circuito de geração é composto por, um canal de adução com 5 m de largura, contendo junto à barragem uma tomada d'água com dois vãos e no final uma câmara de carga que conduz o escoamento para o conduto forçado, com diâmetro de 1,8 m e 183 m de comprimento até a sua bifurcação.

A casa de força abrigará duas unidades com turbinas Francis Simples de eixo horizontal de 2,6 MW cada, sob queda líquida máxima de 66,90 m.

Quadro 6 – Características da PCH Bonet, segundo o Inventário aprovado pela ANEEL DSP nº 2.614/2006.

Identificação do Aproveitamento Hidrelétrico - AHE		RIO TAMANDUÁ - SC				
		Dados	un	AHE		
				TAMANDUÁ	BONET *	
Localização do AHE	Coordenadas Geográficas	S	26°29'54"	26°34'07"		
		W	50°45'26"	50°35'29"		
	Coordenadas UTM	N	7.069.067	7.061.230		
		E	524.197	540.683		
	Distância aproximada da Foz	km	17,50	53,75		
Características Físicas e Operacionais	Reservatório	Níveis D'Água	Máximo Maximorum (NA máx máx)	m	862,50	941,10
			Máximo Normal (NA máx normal)	m	860,00	939,40
			Mínimo Normal (NA min normal)	m	860,00	936,40
			Médio Normal (NA méd normal)	m	860,00	938,00
			Normal a jusante (NA Jusante)	m	775,00	870,10
			Deplecionamento	m	0,00	3,00
	Volumes	Total (NA máx normal)	m <sup>3</sup> x10 <sup>6</sup>	0,025	25,30	
		Útil	m <sup>3</sup> x10 <sup>6</sup>	0,00	9,20	
	Áreas	Máximo Maximorum (NA máx máx)	km <sup>2</sup>	7,35 x 10 <sup>-3</sup>	3,56	
		Máximo Normal (NA máx normal)	km <sup>2</sup>	6,11 x 10 <sup>-3</sup>	3,34	
		Mínimo Normal (NA min normal)	km <sup>2</sup>	6,11 x 10 <sup>-3</sup>	2,91	
		A Reservatório (TR=100 anos)	km <sup>2</sup>	6,87 x 10 <sup>-3</sup>	3,48	
	Quedas	Bruta Máxima (Hb1)	m	85,00	69,30	
		Bruta Média (Hb2)	m	85,00	68,10	
		Bruta Mínima (Hb3)	m	85,00	66,30	
		Líquida Máxima (H1) - Perda = 5%	m	80,75	69,11	
Líquida Média (H2) - Perda = 5%		m	80,75	67,43		
Líquida Mínima (H3) - Perda = 5%		m	80,75	65,80		
Hidrologia	Vazões	Área de Drenagem - AD	km <sup>2</sup>	543,00	221,00	
		Média no Período Crítico	m <sup>3</sup> /s	14,07	5,9	
		Média de Longo Termo - Q <sub>MLT</sub> (jan/1940 a dez/1999)	m <sup>3</sup> /s	18,03	7,45	
		Para as Obras de Desvio, TR=25 anos	m <sup>3</sup> /s	434,0	192,0	
		Para dimensionamento do Vertedouro, TR = 1.000 anos	m <sup>3</sup> /s	798,0	321,0	
		Q <sub>máx</sub> Turbinado	m <sup>3</sup> /s	20,34	8,96	
		Q <sub>95%</sub>	m <sup>3</sup> /s	3,90	1,60	
		Q <sub>remanescente</sub> (Q <sub>7,10</sub> )	m <sup>3</sup> /s	1,20	0,49	
Características Energéticas	Energia Firme - EF (MWh Médios)	MWh	8,02	2,88		
	Energia Média Gerada - Período: JAN/31 a DEZ/00 (MWh Médios)	MWh	9,02	3,15		
	Potência Instalada - PI	MW	14,50	5,20		
Turbinas	Quantidade	un	2,00	2,00		
	Tipo	-	Francis	Francis		
	Eixo	-	Eixo Horizontal	Eixo Horizontal		
	Custo Total ( com JDC, SE e LT)	R\$ x 10 <sup>6</sup>	35,97	12,55		
	Custo Total( com JDC, SE e LT)	US\$	12,40	4,33		
	Custo de Instalação (com JDC, SE e LT)	R\$/kW	2481	2413		
	Custo de Instalação (com JDC, SE e LT)	US\$/kW	855	464		
	Índice Custo/Benefício - ICB (12% a.a.)	R\$/MW/h	68,82	65,30		
	Índice Custo/Benefício - ICB (12% a.a.)	US\$/MW/h	23,73	22,52		
	Custo da Energia Gerada -CEG	R\$/MW/h	76,17	70,15		

## 5.4 PCH TAMANDUÁ

### 5.4.1 Arranjo Geral do Projeto

O Arranjo Geral selecionado será do tipo derivação, constituído uma barragem vertedoura com soleira livre, cuja crista deverá situar-se na elevação 863,00m, uma tomada d'água situada em posição imediatamente a montante do eixo do barramento, circuito hidráulico de adução composto por túnel de adução e chaminé de equilíbrio, conduto forçado, casa de força e canal de fuga, com nível d'água máximo normal de jusante na cota 776,20m.

### 5.4.2 Desvio do Rio

O Desvio do rio será feito em duas etapas, executado por meio de três Adufas de Desvio de 3,0 X 3,80m e de Ensecadeiras de 1ª e de 2ª fase.

A Ensecadeira de 1ª Fase será executada a partir da margem esquerda em direção ao centro do rio até chegar na beira da cachoeira existente e deverá ser composta por enrocamento, material de transição e solo argiloso, com vistas à sua impermeabilização.

Com vistas à correta execução da Ensecadeira de 1ª Fase, o avanço do primeiro trecho deverá ultrapassar um pouco a linha central do curso d'água, formando uma espécie de "espigão" de enrocamento, o qual terá a função de desviar inicialmente o fluxo d'água e, conseqüentemente, permitir a execução do trecho final, paralelo ao fluxo do rio.

Após a construção da Ensecadeira de 1ª Fase, deverão ser iniciados todos os trabalhos de escavação, remoção de materiais, limpeza e tratamento de fundação do primeiro trecho da barragem, o qual deverá conter três Adufas de Desvio, emboque de entrada do Túnel de Adução e início de suas escavações (1ª frente de serviços).

Para execução da Ensecadeira de 2ª Fase, deverão ser removidos cerca de 2/3 da Ensecadeira de 1ª Fase, deixando-se um tramo central. A partir deste tramo central deverão ser construídos dois trechos intercalados, sendo o primeiro perpendicular ao fluxo natural do rio em direção da margem direita e o segundo, em direção ao primeiro trecho da barragem de CCR, o qual terá o objetivo de auxiliar o direcionamento do fluxo d'água para as Adufas de Desvio.

Após o término das obras de construção da barragem em CCR e do circuito hidráulico de geração, deverá ser realizado o fechamento do rio por meio das comportas das adufas, as quais estarão localizadas sob um bloco da barragem.

A operação de concretagem dos tampões poderá ser feita normalmente a partir da margem esquerda.

### 5.4.3 Dimensionamento das Ensecadeiras

Para a determinação das cotas das ensecadeiras foi utilizado o programa computacional HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center – River Analysis System*) versão 3.1.1, que utiliza o "Standard Step Method", descrito por Ven Te Chow.

A fim de se analisar o perfil da linha d'água ao longo da ensecadeira e com isso determinar sua cota, foram utilizados os seguintes dados básicos:

- a) Levantamento aerofotogramétrico em escala 1:5.000, no sítio da usina;

- b) Levantamento planialtimétrico em escala 1:1.000, realizado na região da Barragem e da Tomada D'água;
- c) Levantamento de seções topobatimétricas ao longo do sítio do empreendimento.

A restituição aerofotogramétrica na escala 1:5.000, associada com o levantamento topográfico planialtimétrico na escala 1:1.000 e o conjunto de levantamentos das seções topobatimétricas, foram empregados na determinação das seções transversais necessárias para a definição do modelo hidráulico. Foi avaliado o perfil de linha d'água para a vazão correspondente a um Tempo de Recorrência – TR igual a 2 (dois) anos para o período úmido.

Obs. Notar que o TR = 2 anos (período úmido) foi adotado, pois a barragem será em Concreto Compactado a Rolo – CCR, ou seja, estrutura galgável.

#### **5.4.4 Construção das Ensecadeiras**

O projeto do Desvio do Rio prevê a construção de ensecadeira de enrocamento com impermeabilização por solo lançado, a montante do eixo da barragem. A ensecadeira de montante terá coroamento na elevação 863,0 m e protegerá a área de construção da barragem contra cheias de 186 m<sup>3</sup>/s. Esta proteção se justifica pelo tipo de obra, que levará seis meses para ser construída.

O maciço de enrocamento da ensecadeira será lançado no leito do rio, em ponta de aterro. A impermeabilização será lançada por montante, a partir do maciço de enrocamento. O talude externo do maciço de enrocamento terá inclinação de 1V:1,3H, o da transição 1V:1,5H, e o do solo lançado, 1V:3,0H.

#### **5.4.5 Dimensionamento das Adufas**

##### **5.4.5.1 Premissas de Cálculo**

Os principais parâmetros utilizados no dimensionamento das adufas de desvio foram:

- a) Vazão de Projeto do Desvio: 186 m<sup>3</sup>/s, correspondente a vazão de cheia com tempo de recorrência igual a 2 (dois) anos, para o período úmido, e superior a cheia com tempo de recorrência de 10 (dez) anos para o período seco;
- b) Obs. Notar que o TR = 2 anos (período úmido) foi adotado, pois as Adufas serão em Concreto Armado, ou seja, estruturas galgáveis.
- c) Cota do fundo do canal de aproximação - EL<sub>ca</sub> (m) = 855,50;
- d) A construção da barragem, com duração prevista para 6 (seis) meses, se dará no período seco.

##### **5.4.5.2 Metodologia**

Todos os cálculos seguiram os critérios definidos no Capítulo 5 do Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas, edição de 1997.

Tendo em vista que existe um desnível topográfico acentuado imediatamente a jusante do local previsto para a implantação das Adufas, considerou-se que elas não serão afogadas a jusante.

#### 5.4.5.3 Resultados Obtidos

Após a realização dos cálculos e dimensionamentos, concluiu-se pela necessidade de Adufas de Desvio, com três aberturas internas de 3,0m (largura) X 3,80m (altura).

#### 5.4.6 **Construção das Adufas**

A estrutura das Adufas destinada ao fechamento do canal de desvio deverá ser em concreto armado, com 3 aberturas de 3,00 m (L) x 3,80 m (H), localizadas sob o vertedouro, separadas por pilares com espessura mínima de 2,60 m.

Cada abertura encontra-se provida de duas ranhuras para colocação de comportas metálicas de fechamento.

Após o fechamento das comportas, será providenciado o tamponamento definitivo de uma das adufas por jusante. A outra adufa poderá ser utilizada com a função de “desarenação” e descarga de fundo, reduzindo dessa forma, os efeitos da deposição de sedimentos em área contígua à barragem.

A abertura parcial poderá ser feita por ocasião da manutenção periódica da comporta e com auxílio de equipamento mecânico adequado ou mesmo por meio de guincho apoiado sobre o corpo da barragem. Para que este apoio seja possível, deverá ser previsto um alargamento parcial da crista da barragem, junto à margem esquerda do rio, com elemento em concreto armado, o qual deverá ter largura e capacidade de suporte suficiente para apoio do citado equipamento.

Por fim, cabe destacar que a solução dessa questão será estudada e melhor detalhada por ocasião da elaboração do projeto executivo.

#### 5.4.7 **Barragens/Vertedouro**

Adotou-se uma barragem de CCR para fechamento do vale, em seção homogênea de concreto compactado a rolo, com crista na elevação 863,00m, com borda-livre de 0,6 m em relação ao NA máx. maximorum, na elevação 865,40 m.

O talude de jusante é inclinado de 1 V : 0,75 H a jusante e vertical a montante.

A largura na crista foi fixada em 3,0 m. A altura máxima sobre a fundação é de 7,50m (considerando o local mais profundo – Adufas de Desvio). O comprimento total da crista da barragem, incluindo os muros das margens: esquerda e direita é de 127,30 m.

O comprimento total do vão livre do Vertedouro é de 90,0m.

No talude de montante está prevista uma camada de concreto convencional de 30 cm de espessura, sendo que a jusante existirá apenas CCR.

O detalhamento das especificações técnicas para execução do maciço compactado a rolo, será elaborado durante a etapa de “Projeto Executivo” e contratação das obras do empreendimento.

Pode-se adiantar que as mesmas deverão seguir/incorporar a experiência adquirida na execução desses maciços de CCR de diversas obras realizadas na região sul do Brasil.

O vertedouro terá uma soleira livre em perfil “Creager” tradicional, com crista na elevação 863,00 m, coincidente com o NA normal de operação e foi dimensionado para escoar a vazão milenar de 633,10 m<sup>3</sup>/s, ou seja, com tempo de recorrência igual a 1.000 anos. A

largura da estrutura (L) foi definida em 90,0 m, considerando-se um coeficiente de vazão  $c = 1,9$  utilizando-se a equação:  $Q = c \times L \times H^{1,5}$ .

A descarga específica máxima resultante é de 7,14 m<sup>3</sup>/s/m.

A sobrelevação do nível d'água do reservatório (H) na ocasião da ocorrência da vazão milenar será próximo de 2,40 m (valor arredondado), definindo, conseqüentemente, o *NA máx maximorum* do reservatório na elevação 865,40 m.

A dissipação da energia vertida se dará em parte pelo efeito dos “degraus” de CCR a jusante, parte sobre a calha de concreto do vertedouro, e o restante por sobre o maciço rochoso a jusante. Cabe registrar que se adotou uma calha curta, em função das boas qualidades do maciço basáltico e da pequena descarga específica adotada. Dessa forma, não se esperam problemas de erosão regressiva a jusante do vertedouro.

#### **5.4.8 Túnel de Adução**

O principal elemento componente do Circuito Hidráulico de Adução será o Túnel de Adução, o qual deverá ser capaz de aduzir a vazão máxima turbinada no valor de 22,23 m<sup>3</sup>/s. Esse Túnel será em formato de arco-retângulo e terá as seguintes dimensões: 3,60m de base por 3,80m de altura, com raio da parte superior igual a 1,80m. Com isso, a área de sua seção transversal deverá ter 12,29 m<sup>2</sup> de área. Seu traçado em perfil deverá ser constituído por dois trechos, sendo o primeiro em baixa pressão, com um total de 2.435,90 m, e o segundo em alta pressão com 271,90 m de extensão (incluindo o trecho blindado com 90,0 m de extensão).

Os trechos de baixa e de alta pressão serão divididos pela Chaminé de Equilíbrio.

O trecho em baixa pressão será subdividido em dois segmentos, onde o primeiro terá uma declividade maior, no valor de 20,25% e 399,37 m de extensão, com o objetivo de alcançar uma zona geologicamente mais favorável e o segundo com inclinação de 0,5% e 2.036,54 m de extensão.

Salienta-se que logo após a saída da tomada d'água, o túnel deverá passar da seção em arco-retângulo com altura total igual a 3,60 m para uma nova seção com 3,60 m de largura de base, altura total igual a 3,80 m e raio da parte superior igual a 1,80 m.

O túnel deverá ter diversos tipos de revestimento e de reforços estruturais, observando sempre suas respectivas classificações, adotadas em função das condições geológicas existentes.

A região de mudança de declividade entre os dois trechos de baixa pressão deverá ter um revestimento em concreto armado com 40 cm de espessura.

O trecho em alta pressão, situado a jusante da chaminé de equilíbrio deverá ter ao todo 271,90 m de extensão e terá, em seus últimos 90 m uma blindagem em aço, com diâmetro interno igual a 2.465 mm.

Tanto nos emboques de entrada como nos emboques de saída deverão ser previstos trechos blindados e reforços estruturais especiais.

No local situado imediatamente a montante da transição do túnel escavado para o trecho blindado deverá ser prevista uma caixa escavada para deposição de detritos.

Tanto o cálculo de estabilidade do túnel quanto à definição dos respectivos revestimentos se encontra detalhada no Apêndice II – Projeto Geotécnico do Túnel de Adução.

A definição e o detalhamento do método construtivo deverão ocorrer na fase de Projeto Executivo.

#### **5.4.9 Tomada d'Água, Chaminé de Equilíbrio e Conduto Forçado**

##### **5.4.9.1 Tomada d'água**

A tomada d'água, posicionada na ombreira esquerda, é uma estrutura de gravidade tradicional, em torre, com duas bocas, com dimensões de 3,0 m de largura e 3,60 m de altura, projetada para a vazão de 22,23 m<sup>3</sup>/s. A largura total da estrutura é de 9,20 m e seu comprimento total é de 10,07 m.

A submergência definida em 3,40 m foi estimada de acordo com a equação de Gordon:  $S = cVd^{0,5}$ , onde  $c = 0,5434$  (para escoamento de aproximação à estrutura simétrico);  $V$  = velocidade do escoamento na região da comporta e  $d$  = altura do conduto de adução.

Foram previstas duas comportas vagão, com dimensões aproximadas de 3,20 m de largura por 3,80 m de altura, com a função de esvaziamento do Túnel de Adução para realização de serviços de manutenção preventiva e/ou corretiva do circuito hidráulico de adução.

##### **5.4.9.2 Chaminé de Equilíbrio**

Trata-se de um reservatório de eixo vertical, posicionado no final do trecho do túnel em baixa pressão e imediatamente a montante do trecho em alta pressão.

Sua construção terá as seguintes finalidades:

1ª) Amortecer as variações de pressão que se propagam pelo conduto forçado, ou seja, o "golpe de aríete" decorrente do fechamento rápido da(s) turbina(s);

2ª) Armazenar água para fornecer ao trecho do circuito adutor de alta pressão – Túnel Forçado, o fluxo inicial provocado pela abertura da(s) turbina(s) até que se restabeleça o regime contínuo.

A Chaminé de Equilíbrio terá diâmetro interno igual a 10,0 m, altura total de 104,42 m e será composta por dois elementos estruturais distintos, onde o primeiro será externo e construído em concreto armado, com 21,72 m de altura e o segundo será escavado verticalmente em rocha, com 82,70 m de profundidade.

##### **5.4.9.3 Conduto Forçado**

Em seu primeiro trecho, o Conduto Forçado foi projetado como um único elemento com 2.465 mm de diâmetro e um comprimento total aproximado de 102,70 m, sendo os primeiros 90,0 m relativos a blindagem do trecho final do túnel de adução e os últimos 12,70 m, situados entre o emboque de saída do túnel e a bifurcação do conduto antes da Casa de Força. Após a bifurcação, próxima à Casa de Força, o conduto passará a ter dois elementos com 7,5m de comprimento e 1.832 mm de diâmetro, sofrendo uma redução no diâmetro para 1.400mm antes da chegada na válvula de controle (válvula borboleta).

#### **5.4.10 Casa de Força e Canal de Fuga**

##### **5.4.10.1 Casa de Força**

A casa de força será uma estrutura convencional, do tipo “abrigada” e foi projetada para conter duas unidades geradoras do tipo Francis Horizontal, com potência unitária nominal igual a 8.250 kW e peso total do rotor igual a 325,0 kN por unidade.

No interior da casa de força estão previstas áreas usuais, como setores para as galerias eletromecânicas, montagem, o escritório da operação, sanitários, sala de baterias, etc.

Suas principais dimensões são: 33,0 m de comprimento (paralelamente ao fluxo) e 11,0 m de largura (perpendicularmente ao fluxo). A altura máxima da estrutura é de aproximadamente 19,0 m.

As seções típicas, plantas em diversos níveis, detalhes, bem como os acessos a essa estrutura são apresentados no Volume II.

##### **5.4.10.2 Canal de Fuga**

O canal de fuga será escavado parte em solo, parte em rocha e foi dimensionado para escoar as vazões turbinadas em seção trapezoidal convencional. Sua largura é de cerca de 17,00 m na base menor e 23,00m na base maior. Sua extensão total considerando a linha média, que será de 33,50 m.

#### **5.4.11 Interligação da PCH Tamanduá**

A interligação da PCH Tamanduá poderá ser feita na Subestação Caçador 138/23kV, pertencente à empresa Centrais Elétricas de Santa Catarina – S.A – CELESC, situada próxima à sede do Município de Caçador, por intermédio de uma linha de 34,5 kV, circuito simples, composta por cabos de 447 MCM e com aproximadamente 40,0 km de extensão.

A proteção dessa linha de transmissão será instalada em um cubículo próprio, consistindo das funções de sobre-corrente direcionais de fase e de neutro, além de proteções contra sobre e sub-tensão, tanto na saída da usina como na Subestação Caçador.

### **5.5 PCH RIO TIMBÓ**

A PCH Rio Timbó possui 5,50 MW de Potência Instalada, com queda bruta de 79,05 m., sendo N.A. máximo normal de operação de montante na cota 841,75 m. e NA máximo normal de jusante na cota de 762,70 m.

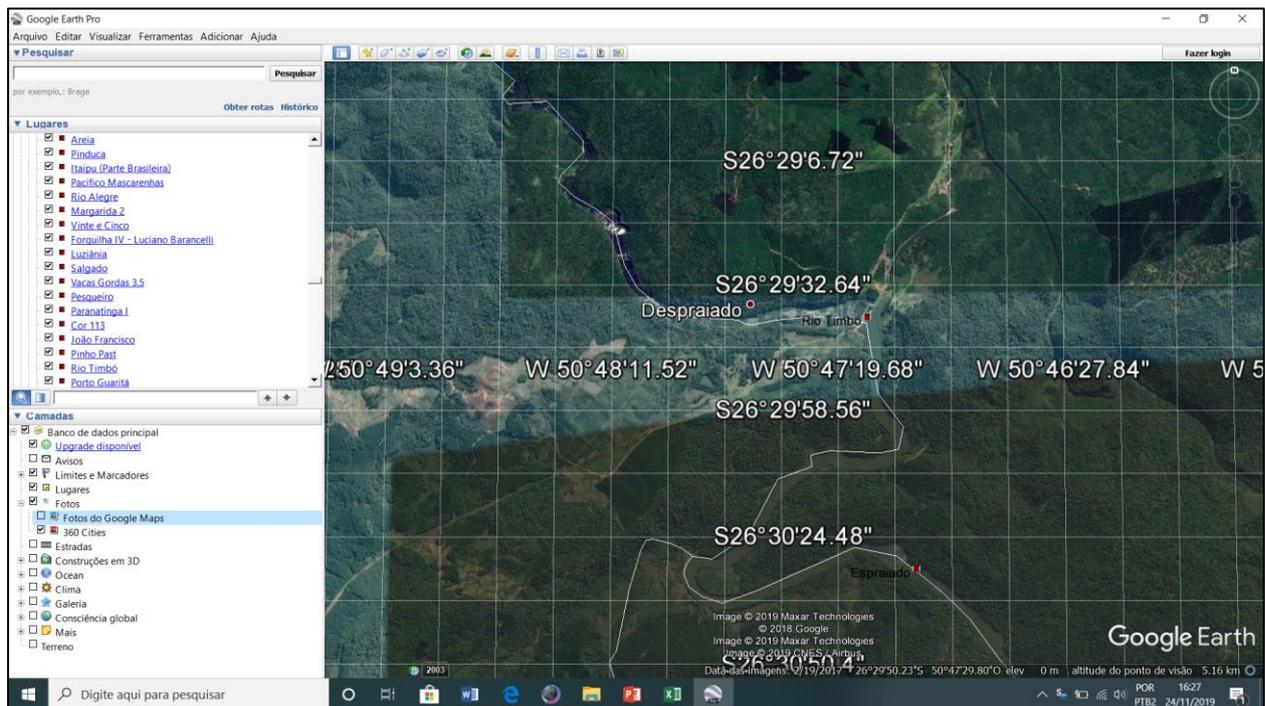


Figura 4 – PCH Rio Timbó.

Quadro 7 – AHEs Aprovados no Inventário do rio Timbó DSP ANEEL nº 3.730/2014.

AHE	Coordenadas geográficas dos eixos dos barramentos (3)	Distância aprox. da foz [km]	Área de Drenagem [km <sup>2</sup> ]	N.A máx. normal de montante [m] (4)	N.A Normal de jusante [m] (4)	Potência Instalada [MW]	Área do Reservatório [km <sup>2</sup> ]
Ricardo Marins (1)	26°33'21" S 50°45'21" W	60,10	1.030,00	889,00	855,82	8,70	1,59
Espraiado (2)	26°30'31" S 50°47'02" W	46,80	1.086,00	855,30	756,45	29,0	1,85
Santa Cruz	26°26'31" S 50°48'52" W	33,00	1.770,00	756,00	747,91	4,43	0,71

**Obs.:**

- (1) A implantação da PCH Ricardo Marins impactará a geração da CGH Salto do Timbó, que se encontra em operação com potência de 965 kW, com outorga concedida pela Portaria DNAEE nº 1.359/93, vigente até junho de 2020.
- (2) A implantação da PCH Espraiado impactará a geração da PCH Rio Timbó, que se encontra em operação com potência de 5,5MW, com outorga concedida pelo Decreto nº 90.190/84, vigente até setembro de 2014.
- (3) Coordenadas em SIRGAS 2000.
- (4) Altimetria determinada a partir do MAPGEO 2010.

Ressalta-se que a PCH Rio Timbó entrou em operação em 15/08/1959, e que na aprovação do Inventário supracitado, a divisão de quedas aprovada priorizou a PCH Espraiado, logo a montante, que também tem casa de força com transposição para o rio Tamanduá. Sendo assim, a PCH Rio Timbó só conseguirá operar com as vazões vertidas da PCH Espraiado, quando esta entrar em operação.

Esta decisão é descrita nas figuras a seguir da Nota Técnica da ANEEL nº 507 de 2014.

37. No trecho entre as cotas **756 e 855,3 m** (km 33 a 57) se encontra em operação a PCH Salto Timbó, com outorga concedida pelo Decreto nº 90.190/84, com vigência até setembro de 2014. Tal usina é disposta de um barramento no rio Timbó, com reservatório na cota 841,746 m, circuito de adução pela margem direita e com casa de força disposta em um afluente denominado Tamanduá, com nível de jusante na cota 762,7 m.

38. Considerando a existência de tal usina, tem-se a possibilidade de aproveitamento do potencial da queda de quase 100 metros disponível nesse trecho do rio basicamente por meio de três alternativas:

- a) Manter a usina existente e implantar uma nova usina a montante, com nível máximo normal na cota 855,3 m e circuito de adução pela margem direita restituindo no rio Tamanduá, mas priorizando a manutenção da geração na usina existente;
- b) Repotenciar a usina existente, de forma a implantar sua motorização ótima, e implantar uma nova usina a montante, no trecho entre as cotas 855,3 e 841,7 m, restituindo as vazões turbinadas no próprio rio Timbó para que sejam aproveitadas pela usina existente; ou
- c) Implantar uma nova usina a montante, com nível máximo normal na cota 855,3 m e circuito de adução pela margem direita restituindo no rio Tamanduá, priorizando a sua geração em detrimento da geração na usina existente, sendo que esta poderia ser mantida apenas para aproveitar as vazões vertidas.

Figura 5 – Nota técnica ANEEL nº 507/2014 – Parte 01.



Fl. 6 da Nota Técnica nº 507/2014-SGH/ANEEL, de 12/09/2014.

39. No caso desta última alternativa ser implantada, de modo a preservar a outorga vigente, as perdas energéticas que a operação da nova usina identificada conduza à usina existente deverão passar por soluções de mercado, via mecanismos contratuais de ressarcimento.

40. Diante desse cenário, nos estudos reapresentados em 2014 foram avaliadas três alternativas para o aproveitamento do potencial hidráulico disponível:

- a) Alternativa 1: é prevista a ampliação da PCH Rio Timbó, mantendo seus níveis operacionais atualmente vigentes (N.A.montante = 841,746 m e N.A.jusante = 762,7 m). Além disso, é prevista a implantação de um novo aproveitamento denominado Morro Grande, a montante da usina existente, com N.A.montante = 855,3 m e N.A.jusante = 842,9 m.
- b) Alternativa 2: é prevista a implantação de uma nova usina, denominada Espreado, composta por um novo barramento localizado a montante da barragem existente, com N.A.montante = 855,3 m e N.A.jusante na cota 756 m, mas que tem sua operação restringida por ser priorizada a manutenção da operação da usina existente. A fim de aproveitar a vazão necessária para operação da usina existente foi prevista uma segunda casa de força junto ao barramento dessa nova usina.
- c) Alternativa 3: composição similar à Alternativa 2, mas com a priorização de operação apenas para uma unidade da usina Rio Timbó.

41. Vê-se que em nenhuma das três alternativas foi avaliada a possibilidade de desmobilização da usina que já se encontra em operação no rio Timbó, sendo prevista em todas elas a priorização da geração da usina existente. A empresa motiva tal decisão em função de a Cia Bom Sucesso de Eletricidade possuir o direito à renovação da concessão da PCH Rio Timbó e também por ter sido autorizada a sua ampliação por meio do Despacho nº 3.356/2010.

Figura 6 – Nota técnica ANEEL nº 507/2014 – Parte 02.

42. Ocorre que para fins de definição do aproveitamento ótimo do potencial hidráulico inventariado é necessário que sejam avaliadas diferentes alternativas de partição de quedas, comparando-se alternativas que contemplem a manutenção das usinas existentes com alternativas que contemplem a sua desativação ou a sua manutenção apenas para turbinamento das vazões remanescentes e vertidas. Nesse sentido, caso a usina que se encontra com outorga vigente na bacia não faça parte do aproveitamento ótimo identificado no estudo de inventário, as perdas energéticas que a operação da nova usina identificada no inventário conduza à usina existente deverão passar por soluções de mercado, via mecanismos contratuais de ressarcimento.

43. Nos estudos de inventário apresentados em 2012, por outro lado, tal análise havia sido realizada, tendo sido comparadas diferentes alternativas de partição de quedas, algumas prevendo a manutenção da usina existente, outras prevendo a ampliação de tal usina e outras prevendo a sua desativação.

44. Em tais estudos concluiu-se que a opção de priorizar a geração em uma nova usina com barramento situado a montante da barragem da usina existente e com restituição na cota 756 m do rio Tamanduá seria mais interessante do que a opção por manter a usina existente priorizando a sua geração, tanto sob o aspecto econômico quanto ambiental. Desse modo, concluiu-se que a alternativa 2A seria aquela que representava o aproveitamento ótimo, sendo prevista, então, a implantação de uma nova usina que teria prioridade de geração em relação à usina existente.

Figura 7 – Nota técnica ANEEL nº 507/2014 – Parte 03.



Fl. 7 da Nota Técnica nº 507/2014-SGH/ANEEL, de 12/10/2014.

45. Assim, já no estudo de 2012 era indicado que a usina Rio Timbó não fazia parte do aproveitamento ótimo do potencial inventariado no trecho em questão, podendo ser mantida apenas para a geração das vazões vertidas pelo novo aproveitamento identificado.

46. A fim de confirmar tal questão, é interessante comparar duas opções, uma avaliada no estudo de 2012 e outra no de 2014: a) Alternativa 2A do estudo de inventário de 2012, que previa a desativação da usina Rio Timbó existente, prevendo a implantação da PCH Timbó no trecho em questão; e b) Alternativa 2 do estudo de inventário de 2014, que previa a manutenção da PCH Rio Timbó existente e a implantação de uma nova usina a montante, denominada Espraiado, priorizando a geração na usina existente.

47. Para tanto, foi necessário atualizar os custos do estudo de 2012 para a mesma data-base do estudo de 2014, com base no índice IGP-DI. Os resultados de tal avaliação são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Comparação entre as Alternativas 2A (estudo de 2012) e 2 (estudo de 2014)

a) Alternativa 2A (estudo de 2012)						
	Custo total (R\$)	Energia média (MWmed)	O&M (R\$)	CTA (R\$)	Energia anual (MWh)	ICB (R\$/MWh)
Timbó	108.925.236,00	16,56	1.160.524,8	12.715.231,95	145.065,6	87,7
b) Alternativa 2 (estudo de 2014)						
	Custo total (R\$)	Energia média (MWmed)	O&M (R\$)	CTA (R\$)	Energia anual (MWh)	ICB (R\$/MWh)
Rio Timbó-existente	0,00	3,83	268.376,00	268.376,00	33.547	8
Espraiado	83.421.187,00	7,8	546.624,00	9.395.881,00	68.328	137,5
Total da Alternativa				9.664.257,00	101.875	94,9

Figura 8 – Nota técnica ANEEL nº 507/2014 – Parte 04.

48. Consta-se que o Índice Custo Benefício – ICB da alternativa 2A do estudo de 2012 é inferior ao da alternativa 2 do estudo de 2014, o que indica que a opção de priorizar a geração da nova usina identificada é mais interessante sob o aspecto econômico do que a opção de manter a operação da usina existente de forma prioritária em relação à nova usina.

49. Desse modo, sob o aspecto regulatório, conquanto a usina Rio Timbó ainda detenha concessão para exploração do respectivo bem da União até setembro de 2014 e tenha solicitado a sua renovação, o atendimento ao princípio do aproveitamento ótimo do sítio implica que as perdas energéticas que a operação da PCH Espirado conduz à Rio Timbó devam passar por soluções de mercado, via mecanismos contratuais de ressarcimento.

50. Conclui-se, assim, que a usina Espirado identificada no estudo de 2014 faz parte do aproveitamento ótimo do potencial hidráulico do trecho entre as cotas 855,5 e 756 m, mas, ao contrário do indicado em tal estudo, a sua geração deve ser prioritária em detrimento da geração da usina Rio Timbó existente.

51. Diante dessa priorização da geração na usina Espirado, e não mais na PCH Rio Timbó, é importante que a motorização dessa nova usina identificada seja reavaliada, considerando a nova configuração definida.

Figura 9 – Nota técnica ANEEL nº 507/2014 – Parte 05.



Fl. 8 da Nota Técnica nº 507/2014-SGH/ANEEL, de 12/09/2014.

52. Para tanto, foi realizada nova simulação da motorização da usina Espirado considerando os parâmetros da usina e os critérios já definidos no estudo e alterando a série de vazões de modo a não mais considerar a vazão remanescente prevista para a manutenção da geração na usina Rio Timbó.

53. Sendo assim, a usina Espirado é definida com as seguintes características básicas:

**Tabela 3 - Aproveitamento ótimo definido para o trecho entre as cotas 855,3 e 756,45 m**

Aproveitamento	Distância da foz [km]	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	N.A máximo normal montante [m]	N.A normal jusante [m]	Potência instalada [MW]	Área do reservatório [km <sup>2</sup> ]
AHE Espirado	46,80	1.086	855,30	756,45	29,0*	1,85

\*Potência recalculada pela SGH em virtude de o aproveitamento ótimo indicar a prioridade da geração da usina Espirado em detrimento da geração da PCH Rio Timbó

54. Adicionalmente, recomenda-se que os anexos dos estudos de 2012 também sejam disponibilizados para que as diferentes alternativas de partição de quedas estudadas naquele momento e que não mais se encontram presentes nos estudos rerepresentados em 2014 possam ser eventualmente consultadas.

Figura 10 – Nota técnica ANEEL nº 507/2014 – Parte 06.

### 5.5.1 Características Principais da PCH Rio Timbó Existente

A PCH Rio Timbó entrou em operação em 1959, logo não havia um projeto detalhado acessível. Então valeu-se do Quadro 8 a seguir, oriundo do Inventário do rio Timbó, referente a alternativa 3, o qual demonstra os principais dados da usina existente levantados. Ressalta-se que os dados da PCH Espirado devem ser desconsiderados desse quadro, pois o inventário selecionou a alternativa que priorizava a geração na PCH Espirado e não da PCH Rio Timbó, como mostra o Quadro 8 a seguir.

Quadro 8 – Características da PCH Rio Timbó existente.

QUADRO-RESUMO - INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO										
Nº do Processo		48500.000096/2004-16								
Nome(s) do(s) Interessado(s)		RTK Engenharia Ltda. e DW Engenheiros Associados Ltda., Continental Energia e Ouro Verde Energética								
Nome do Rio e Trecho		Timbó								
Afluente do Rio (citar também a margem)		Iguaçu - margem esquerda								
Nome da Bacia		Rio Paraná								
Nº da Sub-Bacia		65								
Nome(s) do(s) Estado(s)		Santa Catarina								
IDENTIFICAÇÃO DOS APROVEITAMENTOS	NÚMERO DE ORDEM		1	2	3	3	4	5	5	
	NOME DO APROVEITAMENTO		PCH Santa Cruz	PCH Rio Timbó (existente)	PCH Espraiado	PCH Espraiado CF2	CGH Salto do Timbó (existente)	PCH Ricardo Marins	PCH Ricardo Marins - CF2	
	RIO		Timbó	Timbó	Timbó	Timbó	Timbó	Timbó	Timbó	
	COORD. UTM	E	518.500	521.232	521.519	521.519	524.317	524.317	524.317	
		N	7.075.360	7.069.552	7.067.961	7.067.961	7.062.748	7.062.748	7.062.748	
	COORD. GEOR.	LATITUDE	26° 26' 31" S	26° 29' 39" S	26° 30' 31" S	26° 30' 31" S	26° 33' 21" S	26° 33' 21" S	26° 33' 21" S	
		LONGITUDE	50° 48' 52" W	50° 47' 13" W	50° 47' 02" W	50° 47' 02" W	50° 45' 21" W	50° 45' 21" W	50° 45' 21" W	
	DISTÂNCIA DA FOZ (km)		33	42,55	46,8	46,8	57,78	60,06	60,06	
	ÁREA DE DRENAGEM (km <sup>2</sup> )		1770	1121	1086	1086	1035	1030	1030	
	ÁREA DE DRENAGEM TOTAL (km <sup>2</sup> )		2724							
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	NÍVEIS D'ÁGUA (m)	MONTANTE	MÁXIMO NORMAL Namax	756,000	841,746	855,300	855,300	870,970	889,000	889,000
			MÍNIMO NORMAL Namin	756,000	841,746	853,300	853,300	970,970	887,000	887,000
			MÉDIO Named	756,000	841,746	854,300	854,300	970,970	888,000	888,000
		MAX. NORMAL A JUSANTE Naj	747,910	762,698	756,450	842,450	856,050	855,850	871,000	
		DEPLEÇÃO	0	0	2	2	0	2	2	
	VOLUMES DO RESERVATÓRIO (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	TOTAL	1,836	0,05	10,48	10,48	0,042	16,972	16,972	
		ÚTIL	0	0	2,9	2,9	0	2,876	2,876	
	ÁREAS DO RESERVATÓRIO (km <sup>2</sup> )	NO N.A. MÁXIMO NORMAL	0,705	0,0592	1,8471	1,8471	0,1209	1,592	1,592	
		NO N.A. MÉDIO	0,705	0,0592	1,489	1,489	0,1209	1,52	1,52	
	QUEDAS (m)	BRUTA MÁXIMA - Hb1	8,09	79,05	98,85	12,85	14,92	33,15	18,00	
		BRUTA MÉDIA - Hb2								
		LÍQUIDA MÁXIMA - H1	7,59	73,45	95,15	12,52	14,32	32,39	17,74	
		LÍQUIDA MÉDIA - H2								
	VAZÕES (m <sup>3</sup> /s)	MÉDIA DE LONGO TERMO - MLT (DE MÊS/ANO A MÊS/ANO)	51,86	30,24	29,29	29,29	27,92	27,78	27,78	
		MÉDIA DO PERÍODO CRÍTICO - Q <sub>c</sub>	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
		Q MÍN MÉDIA MENSAL (m <sup>3</sup> /s)	5,93	2,99	2,9	2,9		2,75	2,75	
		Q MÁX TURBINADA (m <sup>3</sup> /s)	65,88	8,93	25,81	12,18	7,84	23,83	11,91	
		DE PROJETO DO DESVIO (TR= 2 ANOS)	297	193	179	179	n.a.	180	180	
		DE PROJETO DO VERTEDOURO (TR= 1000 ANOS)	2105	1204	1337	1337	n.a.	1273	1273	
VAZÃO REMANESCENTE (m <sup>3</sup> /s)		0	2,59	2,51	0	1,00	2,38	0		
CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS	ENERGIA MÉDIA (MW) médios	2,44	3,83	11,96 (-0,87)	0,75	0,8	3,76 (-0,19)	1,03		
	ENERGIA FIRME (MW) médios	2,44	3,83	11,96 (-0,87)	0,75	0,8	3,76 (-0,19)	1,03		
	(A) POTÊNCIA DE REFERÊNCIA (MW)	4,33	5,5	21,74	1,35	0,965	6,83	1,87		
	(B) POTÊNCIA INSTALADA (MW)	4,33	5,5	21,74	1,35	0,965	6,83	1,87		
TURBINAS	QUANTIDADE	2	3	3	1	1	3	1		
	TIPO DE TURBINA	Kaplan Tubular	Francis Dupla	Francis Dupla	Kaplan Tubular	Francis Dupla	Francis Dupla	Kaplan Tubular		
	TIPO DE EIXO	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal		
CUSTOS	(C) CUSTO TOTAL x 10 <sup>6</sup> R\$ (COM JDC)	38.416	n.a.	97.370	n.a.	n.a.	62.196	n.a.		
	CUSTO-ÍNDICE DE REFERÊNCIA (C) / (A) x 10 <sup>3</sup> R\$ / kW	8.872	n.a.	4.217	n.a.	n.a.	7.149	n.a.		
	CUSTO-ÍNDICE DE INSTALAÇÃO (C) / (B) x 10 <sup>3</sup> R\$ / kW	8.872	n.a.	4.217	n.a.	n.a.	7.149	n.a.		
	ÍNDICE CUSTO BENEFÍCIO - ICB R\$ / MWh	145,63	n.a.	80,48	n.a.	n.a.	126,39	n.a.		
OBSERVAÇÕES		* O ICB da PCH Espraiado considera a redução de 0,87 MW médios da energia histórica de 3,83 MW médios da atual PCH Rio Timbó, assim como na PCH Ricardo Marins foi descontado 0,19 MW para compensar a energia renunciada na CGH Salto do Timbó. A depleção e volume útil da CGH foram estabelecidos em função da curva cota x área x volume, para fins de análise energética.								

## 5.6 PCH ESPRAIADO

A PCH Espirado, que teve seu Projeto Básico aprovado pela ANEEL, através do DSP nº 511, de 29 de fevereiro de 2016. Conforme descrito no Quadro 7, do Inventário do rio Timbó, a PCH Espirado impactará na geração da PCH Rio Timbó, devido a PCH Espirado também ter sua casa de força e canal de fuga no rio tamanduá, sendo assim a PCH Rio Timbó só poderia gerar com vazões vertidas pela PCH Espirado, ou seja, acima da vazão máxima turbinável da PCH Espirado, o que diminuirá muito seu fator de capacidade. O Quadro 9 seguir apresenta algumas características do Projeto Básico aprovado.

Quadro 9 – Características Básicas da PCH Espirado DSP DRS ANEEL nº 511/2016.

PCH Espirado	Estudos de Inventário	Sumário Executivo
Localização do barramento	26°30'31"S 50°47'2"W	26°30'31"S 50°47'2"W
NA Montante (m)	855,3	855,3
NA Jusante (m)	756,45	756,45
Queda Bruta (m)	98,85	98,85
Área do Reservatório (km <sup>2</sup> )	1,85	1,93
Potência (kW)	29000	29000
Vazão Q <sub>MLT</sub> <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> /s)	29,29	29,48

PCH Espirado	Sumário Executivo
Potência Instalada Total (kW)	29000
Número de Unidades Geradoras	3
Potência por gerador (kVA)/fator de potência	10740 / 0,9
Potência por turbina (kW)/ engolim. mínimo (m <sup>3</sup> /s)	9966 / 5,70
Rendimento da turbina	93,00%
Rendimento do gerador	97,00%
Taxa equivalente de indisp. forçada (%)	2,50%
Indisponibilidade programada (%)	2,50%
Perdas hidráulicas nominais (m)	3
Queda bruta nominal (m)	98,85
Perdas elétricas até o ponto de conexão (%)	1,00%
Consumo Interno (kW médio)	20
Vazão Remanescente do Aproveitamento (m <sup>3</sup> /s)	2,45
Vazão de Usos Consuntivos (m <sup>3</sup> /s)	1,407
Série de Vazões Médias Mensais	Conforme Anexo

### 5.6.1 Arranjo Geral

A barragem será de concreto compactado e terá altura máxima de 12,0 m no leito do rio e vertedouro com 103,80 m de largura. Sobre o vertedouro estará disposta uma ponte de concreto de acesso, para interligar as margens. O atual acesso junto à barragem da PCH Rio Timbó é constituído de pontilhão em concreto sobre o leito do rio, é precário e durante a passagem de cheias fica submerso.

O projeto aproveita uma queda de 98,85 metros da água captada na barragem a ser construída no rio Timbó e a conduz por túnel de aproximadamente 650 m, seguido por conduto forçado em tubos de aço por mais 600 metros até a casa de força a ser construída às margens do rio Tamanduá com três turbinas que terão capacidade máxima de gerar 29 MW de energia.

### **5.6.2 Barragem/Vertedouro**

A barragem será construída em concreto com aproximadamente 94,13 m de extensão total (25,15 m na ombreira esquerda e 65,20 m na ombreira direita) e 12,00m de altura máxima e o trecho do vertedouro será de 103,80 m (incluindo os pilares da ponte de acesso). As estruturas estarão apoiadas em rocha sã e para isso deverá ser escavada a cobertura de solo existente em ambas as ombreiras. Na estrutura principal da barragem de concreto será instalada tubulação de 600 mm de diâmetro para a manutenção constante de 2,45 m<sup>3</sup>/s de vazão sanitária para a manutenção do rio abaixo da barragem.

### **5.6.3 Sistema de Adução**

O sistema para conduzir a água da PCH Espreado do reservatório para a casa de força será composto pelas seguintes estruturas:

#### **a) Túnel de Adução**

Está prevista a construção de um túnel de adução com seção arco retângulo com dimensão de 5,00m de altura/largura e comprimento de aproximadamente 650m.

#### **b) Conduto Forçado**

O conduto forçado, com cerca de 600 m de comprimento, será em aço, com diâmetro interno de 3,20 m, e espessura da chapa de aço de 12,5 mm. O conduto inicia na extremidade do túnel de adução, e segue em blocos de apoio de concreto, até a casa de força.

Na entrada da casa de força, o conduto forçado se divide em três para alimentar as turbinas das unidades, tendo diâmetros individuais de 1,90 m cada um.

### **5.6.4 Casa de Força**

A estrutura da casa de força será do tipo abrigada, composta de bloco único, onde ficam as três unidades com turbinas do tipo Francis de eixo horizontal, acoplados a geradores com 9,67 MW de potência instalada, totalizando 29,00 MW no total.

A casa de força consistirá numa estrutura estanque, de concreto armado, possuindo área de montagem e acesso, estruturalmente desvinculada do bloco principal. A cobertura será em estrutura metálica.

### **5.6.5 Subestação e Linha de Transmissão**

A subestação da usina, do tipo convencional, será instalada adjacente à casa de força da PCH Espreado, e ocupará área de cerca de 1.500 m<sup>2</sup>. Comportará um transformador e respectiva saída de linha de transmissão, e outro transformador de entrada da PCH Rio Timbó, e respectiva entrada de linha. Uma linha de transmissão deverá ser construída com aproximadamente 50 km de distância para levar a energia até a subestação da CELESC de Caçador/SC que fará a distribuição, através da qual haverá a conexão das PCHs Espreado e Rio Timbó ao SIN - Sistema Interligado Nacional.

## **5.7 PCH SANTA CRUZ**

### **5.7.1 Localização e Acessos**

O aproveitamento, com finalidade exclusiva de geração, situa-se no rio Timbó, com barragem à 33 km de sua foz, no município de Porto União e Irineópolis a 40 km a sudeste da cidade de Porto União, sendo as coordenadas do barramento 26° 26" 31" S e 50° 48" 52" W.

O acesso ao local se faz a partir da rodovia BR-280, ligação das cidades de Porto União e Canoinhas. A partir de Porto União após 15 km toma-se direção sul utilizando-se a SC-478, pavimentada, após 12 km encontra-se localidade de Santa Cruz do Timbó, para o acesso ao local do aproveitamento continua-se na direção sul por mais 13 km de estradas com revestimento primário, cruzando o rio dos Pardos e o rio Bonito.

### **5.7.2 Topografia e Aerofotogrametria**

A barragem está localizada em um vale semiaberto, onde a ombreira esquerda tem declividade em torno de 45° e a ombreira direita tem declividade de 20°. No local do barramento o rio Timbó possui largura de 100 m, 1 m de profundidade, com o nível de água normal e apresenta uma queda natural de 2 m, que proporciona condições para o desenvolvimento de uma pequena central hidrelétrica. Informações adicionais podem ser obtidas no Capítulo Topografia e Cartografia, deste relatório.

### **5.7.3 Geologia**

A região estudada se situa no contato geológico transicional da sequência vulcânica com as rochas areníticas sotopostas das Formações Botucatu e Piramboia, que formam a base da Formação Serra Geral. As rochas basálticas pouco fraturadas a fraturadas, atravessadas por vários sistemas de que apresentam os seguintes rumos: E-W, NE-SW e NNW-SSE.

No local do eixo o leito do rio é rochoso com corredeiras, as ombreiras com estreitos patamares de três derrames sub-horizontalizados de basalto pouco alterado a são, fraturado, com níveis de arenito intertrapiano ao longo do plano de contato entre derrames situado na elevação 845/850 m, aproximadamente.

O maciço de implantação da casa de força e barramento é formado de derrames basálticos. Na base, transgride sobre afloramentos do arenito Botucatu. No local da casa de força ocorrem rochas areníticas da Formação Botucatu que constituem a sua fundação e o canal de fuga será escavado nestas litologias com capeamentos de solos.

### **5.7.4 Hidrologia**

A vazão média de longo período no local do aproveitamento é de 51,85 m<sup>3</sup>/s e a vazão sanitária (Q<sub>7;10</sub>) é de 2,36 m<sup>3</sup>/s, para uma área de drenagem de 1.770 km<sup>2</sup>. Informações adicionais podem ser obtidas no capítulo de Estudos Hidrológicos, deste relatório.

### 5.7.5 Arranjo Proposto

A barragem/vertedouro é de concreto ciclópico, tendo no trecho do vertedouro junto a calha do rio 7 m de altura máxima e 140 m de comprimento, incorporando o vertedouro com crista vertente na cota 756,00 m.

Para a construção do vertedouro em concreto com 7 m de altura, o rio será desviado por etapas, com o desvio final realizados por 5 adufas com largura de 3,0 m e bloco rebaixado, localizadas na margem esquerda, com ensecadeira de segunda fase na elevação 755,00 m, dimensionada para uma cheia de 297 m<sup>3</sup>/s.

O vertedouro tipo soleira livre, situado sobre a barragem foi dimensionado para a vazão de 2.105 m<sup>3</sup>/s, resultando em uma extensão de soleira livre de 120 m, com uma sobrelevação máxima de 5,18 m para o pico da vazão milenar, o nível de jusante para esta cheia influencia controla o escoamento sobre o vertedouro. Para a cheia de 100 anos de recorrência, 1.572 m<sup>3</sup>/s, resulta o nível de 759,80 m a ser considerado nas relocações do reservatório. A área inundada para desapropriação resulta numa área total para desapropriação de 25 ha, já descontando 46 ha correspondentes a calha do rio.

As estruturas de adução e geração estão localizadas na margem esquerda do rio, sendo que o arranjo proposto aproveita a queda total de 8,09 m.

O canal adução possui 60 m de comprimento, a tomada d'água é do tipo gravidade aliviada, tem 18 m de altura e 16 m de largura, e será equipada com grade, comporta ensecadeira e comportas emergência.

A geração é realizada em uma casa de força do tipo abrigada, equipada com duas unidades geradoras com turbina tipo Kaplan, acoplada diretamente aos geradores síncronos, trifásicos, previstos para interligação ao sistema. Estas unidades geradoras terão potência unitária de 2.215 kW, perfazendo uma potência total de 4.430 KW, sendo que a vazão turbinada em cada máquina é de 32,94 m<sup>3</sup>/s. Para a proteção contra enchentes foi adotada a elevação 763,00 m.

O reservatório com área total de 70,5 ha e 19,45 km de extensão, relativo ao nível d'água máximo normal, inundará áreas dos municípios de Porto União e Irineópolis.

## 6 ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 6.1 ETAPAS DO ESTUDO

Os estudos referentes à Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Tamanduá 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 Tamanduá, analisados sob a ótica dos 7 (sete) 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 rio Tamanduá, que ao final do capítulo 6 são resumidos 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 rio Tamanduá.

Com o estabelecimento dos indicadores, deu-se procedência à análise das sensibilidades e potencialidades do rio Tamanduá, 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 rio Tamanduá. 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 sub-item 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 rio Tamanduá, 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 (Q7,10 a TR 10.000 anos) e no estudo de qualidade de água, para as vazões Q7,10 e QMLT (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;
- (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 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 de mais 2 (dois) aproveitamentos (PCH Tamanduá e PCH Espreado), que possuem Projeto Básico aprovado e já iniciaram 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 na bacia (CGH Usina III ou Bonet, CGH Tamanduá e PCH Rio Timbó);
- Considera-se o segundo cenário futuro (**Cenário 3** – horizonte de 10 a 20 anos), adicionando mais 2 (dois) empreendimentos hidrelétricos avaliados em relação ao Cenário 2, a PCH Bonet e a PCH Santa Cruz, ressaltando que ambas não tiveram interessados até o momento em desenvolver seus Projetos Básicos junto a ANEEL, por isso são usinas que deverão demorar mais para serem implantadas, se forem;
- 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 rio Tamanduá, 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 (MENEQUETTE, 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 rio Tamanduá 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 áreas 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 Tamanduá. 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 (SDS) 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 rio Tamanduá.

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 incluído 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<sup>1</sup>, bem como do relevo sombreado disponibilizado pela ESRI<sup>2</sup>.

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 Tamanduá. 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<sup>5</sup>. 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 10 – 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 compõem a bacia

<sup>1</sup> Acessado via endereço WMTS <http://192.168.49.122:7080/PBS/rest/services/GoogleMapsImagery/MapServer/WMTS>

<sup>2</sup> Acessado via endereço <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=3c93bbf238424a3e85aae19823fc92ea> em 06/12/2019

Dado	Fonte	Escala Original	Alterações/Adaptações
Ortofotos	SDS	1:10.000	Recorte, moiscagem 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
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

### 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 Tamanduá. 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.