

Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduá



Volume 3 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 Espraiado prevê operação da PCH Rio Timbó apenas com vazões vertidas pela PCH Espraiado, 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 Espraiado.

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

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas da Avaliação Ambiental Distribuída – AAD.....	13
Figura 2 – Mapa dos Fragmentos por Quadrantes.....	29
Figura 3 – ISA por Componente-Síntese.....	38
Figura 4 - Mapa de sensibilidade do Meio Físico e Ecossistema Terrestre.....	39
Figura 5 - Mapa de Sensibilidade dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos. .	40
Figura 6 - Mapa de Sensibilidade da Socioeconomia.....	41
Figura 7 – Fluxograma da AAI.....	43
Figura 8 – Índices Ambientais FINAIS (IA) por Cenário Ponderados pelo ISA (W).	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores de Sensibilidade Ambiental (ISA) e Variáveis de Análise (VA).	14
Quadro 2 – Escala de Análise Hierárquica de Processo de Pares de Variáveis (Escala Fundamental de Saaty).	15
Quadro 3 – Valores de IR para Matrizes de Diferentes Tamanhos.	16
Quadro 4 – Escala de Magnitude para Compôr as Variáveis de Análise dos índices de Sensibilidade Ambiental.	16
Quadro 5 – VA – IQA.	17
Quadro 6 – VA – IET.	18
Quadro 7 – VA – ZRD Aquífero Guarani.	18
Quadro 8 – VA – Ocorrência de Espécies Migratórias e Ameaçadas de Extinção ou Endêmicas.	19
Quadro 9 – VA – Diversidade da Ictiofauna.	19
Quadro 10 – VA – Riqueza da Ictiofauna.	20
Quadro 11 – VA – Número de Fragmentos Florestais.	21
Quadro 12 – VA – Tamanho Médio dos Fragmentos Florestais.	21
Quadro 13 – VA – Índice de Forma.	22
Quadro 14 – índice de Área Central – 100 metros.	23
Quadro 15 – Densidade de Borda.	23
Quadro 16 – VA - Distância Média do Vizinho Mais Próximo.	23
Quadro 17 – VA - Nível de Conservação Florestal em APP de Rio (%).	24
Quadro 18 – VA – Áreas Remanescentes de FOM.	25
Quadro 19 – VA – Corredor Ecológico.	26
Quadro 20 – VA – Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais.	27
Quadro 21 – VA – Conectividade do Habitat Florestal.	27
Quadro 22 – Cálculos dos Quadrantes.	28
Quadro 23 – VA – Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais para Fauna Terrestre.	29
Quadro 24 – VA – Influência Sobre a Fauna Terrestre.	30
Quadro 25 – VA – Integridade do Solo.	31
Quadro 26 – VA – Mudança de Usos da Terra.	31
Quadro 27 – ISA – Componente-Síntese Ecossistemas Aquáticos.	33
Quadro 28 – ISA – Componente-Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico.	33
Quadro 29 – ISA – Componente-Síntese Meio Socioeconômico.	33
Quadro 30 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Aquáticos - Qualidade da Água.	34

Quadro 31 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Aquáticos – Vulnerabilidade da Ictiofauna.....	34
Quadro 32 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico – Nível de Conservação Florestal.....	34
Quadro 33 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico – Áreas de interesse Para Conservação.	35
Quadro 34 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico – Características Determinantes Para Manutenção da Diversidade Biológica.	35
Quadro 35 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico – Presença de Habitats para Fauna Terrestre.....	36
Quadro 36 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico – Influência Sobre a Fauna Terrestre.	36
Quadro 37 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico – Integridade do Solo.	36
Quadro 38 – VA – Componente Síntese Socioeconômico – Mudança de usos da Terra.	36
Quadro 39 – Cálculos do ISA por Componente-Síntese.	37
Quadro 40 – ISA por Componente-Síntese.....	38
Quadro 41 – Mapas de ISA.	39
Quadro 42 – Escala de Classificação de Impactos.	47
Quadro 43 – Indicadores de Impacto Negativos.....	48
Quadro 44 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Alteração na Qualidade da Água – Cenário 02.	50
Quadro 45 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Alteração na Qualidade da Água – Cenário 03.	50
Quadro 46 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Bloqueio de Rotas Migratórias.....	51
Quadro 47 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Perda de habitat para Fauna Aquática.	52
Quadro 48 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Alteração no Regime Hídrico para Fauna Aquática – TVR.....	52
Quadro 49 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Alteração de Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semiaquática.....	53
Quadro 50 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Perda de Cobertura Florestal Nativa.....	54
Quadro 51 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Perda de habitat para Fauna Associada a FOM.....	55
Quadro 52 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Perda de Habitat para Fauna Associada a Áreas Úmidas.	56
Quadro 53 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas.	57

Quadro 54 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Susceptibilidade a Processos Erosivos.	58
Quadro 55 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Perda de Área potencial Agrossilvipastoril.	60
Quadro 56 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Acessibilidade.	61
Quadro 57 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Alteração dos Modos de Vida.	62
Quadro 58 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Interferência no patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico.	63
Quadro 59 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Estimativa dos Usuários de Recursos Hídricos Atingidos.	65
Quadro 60 – Hierarquização.	67
Quadro 61 – Índice de Consistência Randômico.	68
Quadro 62 – Ponderação dos Impactos dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos.	69
Quadro 63 – Ponderação dos Impactos dos Ecossistemas Terrestres e Meio Físico.	69
Quadro 64 – Ponderação dos Impactos Socioeconômicos.	70
Quadro 65 – Cálculos dos índices de Impactos Ambientais – EA – Cenário 02.	71
Quadro 66 – Cálculos dos índices de Impactos Ambientais – ET – Cenário 02.	71
Quadro 67 – Cálculos dos índices de Impactos Ambientais – SE – Cenário 02.	71
Quadro 68 – Cálculos dos índices de Impactos Ambientais – EA – Cenário 03.	72
Quadro 69 – Cálculos dos índices de Impactos Ambientais – ET – Cenário 03.	72
Quadro 70 – Cálculos dos índices de Impactos Ambientais – SE – Cenário 03.	72
Quadro 71 – Cálculo da Cumulatividade dos Impactos por Cenário – EA.	73
Quadro 72 – Cálculo da Cumulatividade dos Impactos por Cenário – ET.	73
Quadro 73 – Cálculo da Cumulatividade dos Impactos por Cenário – SE.	74
Quadro 74 – Resumo dos Índices Ambientais Cumulativos – IAC.	74
Quadro 75 – Índices Ambientais FINAIS (IA) por Cenário Ponderados pelo ISA (W). ..	74
Quadro 76 – Índice de recomposição calculados para uma faixa de 30 m entorno do futuro reservatório e supressão geral.	78
Quadro 77 – Sinergia dos Impactos.	81
Quadro 78 – Cumulatividade dos Impactos.	82
Quadro 79 – Metas 01 – SHPRH Timbó.	90
Quadro 80 – Metas 02 – SHPRH Timbó.	91
Quadro 81 – Metas 03 – SHPRH Timbó.	91
Quadro 82 – Metas 04 – SHPRH Timbó.	92
Quadro 83 – Metas 05 – SHPRH Timbó.	92
Quadro 84 – Metas 06 – SHPRH Timbó.	92

SUMÁRIO

Volume 3

9	Avaliação Ambiental Distribuída – AAD.....	11
9.1.1	Homogeneidade da Bacia do Rio Tamandua	12
9.1.2	Análise de Sensibilidade do Cenário Atual	12
9.1.3	Seleção dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental e Respectivas Variáveis de Análise	13
9.1.4	Hierarquização dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental e das Variáveis de Análise.....	15
9.1.5	Obtenção do Índice de Sensibilidade Ambiental.....	16
9.1.6	Crterios de Classificação das Variáveis de Análise Quanto a Magnitude .	17
9.1.6.1	Componente-síntese: Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos .	17
9.1.6.2	Componente-síntese: Meio Físico e Ecossistemas Terrestres.....	20
9.1.6.3	Componente-síntese: Meio Socioeconômico	31
9.1.7	Resultados da Sensibilidade Ambiental	32
9.1.8	Espacialização dos Indicadores de Sensibilidade.....	38
10	AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA	42
10.1	Avaliação dos Impactos	42
10.1.1	Cenários Futuros	43
10.1.2	Conflitos Futuros e/ou Potencializados.....	44
10.2	Seleção e Hierarquização dos Indicadores de Impacto	46
10.3	Avaliação dos Impactos Negativos	49
10.3.1	Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos.....	49
10.3.2	Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	54
10.3.3	Socioeconômico	59
10.4	Resultados da Avaliação de Impactos Negativos	65
10.5	Análise Ambiental Multicritério	75
10.5.1	Metodologia	76
10.5.2	Resultados.....	76
10.6	Impactos Positivos	77
10.7	Efeitos Cumulativos e Sinérgicos.....	80
10.7.1	Descrição dos Efeitos Cumulativos e Sinérgicos por Impacto.....	83
10.8	Construção dos Indicadores de Sustentabilidade Socioambiental para Bacia do Rio Tamandua	90
11	Diretrizes e Recomendações Socioambientais.....	95
12	Considerações Finais	100

13	Equipe Técnica	104
14	Referências Bibliográficas	106

9 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DISTRIBUÍDA – AAD

A Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) da Bacia do rio Tamanduá foi realizada com base nos aspectos socioambientais levantados a partir do Capítulo 7 – Diagnóstico Socioambiental.

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

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

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

- **Conflitos Atuais:** conflitos existentes identificados no âmbito do Diagnóstico atual.
- **Conflitos Potenciais:** conflitos existentes que possam ser potencializados ou novas situações desta natureza que possam surgir em função da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos. Este conceito é trabalhado no contexto do Capítulo 10 – Avaliação Ambiental Integrada (AAI).
- **Sensibilidade:** neste estudo este termo é utilizado com a finalidade de identificar o nível de sensibilidade da área de estudo, representando a integridade atual dos recursos naturais, os quais sofrerão interferência pela inserção dos empreendimentos hidrelétricos.
- **Fragilidade:** neste estudo este termo é utilizado para representar os impactos relacionados à implantação dos aproveitamentos hidrelétricos em áreas caracterizadas como sensíveis. Este conceito é trabalhado no contexto do Capítulo 10 – Avaliação Ambiental Integrada (AAI).
- **Potencialidade:** considera-se a existência de aspectos que promovam transformações benéficas em decorrência da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

Assim, a AAD representa a interação dos aspectos levantados no âmbito do Diagnóstico Socioambiental (Capítulo 7), permitindo a representação espacial dos elementos de maior sensibilidade na bacia do rio Tamanduá.

A Espacialização dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental é apresentada no item 9.1.8, por meio dos mapas que representam a sensibilidade, por componente-síntese, na bacia do rio Tamanduá.

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

9.1.1 Homogeneidade da Bacia do Rio Tamanduá

A bacia hidrográfica do rio Tamanduá, conforme relatado no Diagnóstico Ambiental, apresenta características de homogeneidade em seu território, ou seja, todas as partes da bacia são da mesma natureza, mantendo as mesmas características morfométricas, bióticas e sociais, o que não nos permite a diferenciação em subáreas ou compartimentos.

Após a análise individualizada de cada tema, não foram identificadas áreas dentro da bacia com características que diferenciem compartimentos, pois a bacia mantém um padrão de características em toda a sua extensão, não sendo possível subdividir em áreas com altitudes diferenciadas do restante da bacia; padrões de declividades diferenciados; áreas com texturas diferentes; e feições geomorfológicas distintas. Cabe ressaltar para a zona de recarga direta do Aquífero Guarani, onde, em todo trecho do rio Tamanduá em que há previsão de implantação de AHEs, o rio Tamanduá sobrepõem esta zona de recarga, onde há o afloramento de arenito Botucatu. A vegetação, conforme apresentado no Mapa de Cobertura do Solo, também não apresenta elementos que diferenciem compartimentos, pois todas as suas classes são distribuídas de maneira semelhante ao longo da bacia hidrográfica. A análise socioeconômica também é caracterizada por semelhanças na relação da população dos municípios afetados pelo empreendimento e a bacia hidrográfica, sendo municípios que apresentam a mesma formação histórica e cultural.

9.1.2 Análise de Sensibilidade do Cenário Atual

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

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

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

- i. Seleção dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental e Variáveis de Análise;
- ii. Hierarquização e Definição dos Pesos das Variáveis de Análise;
- iii. Hierarquização dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental e Obtenção do Índice de Sensibilidade Ambiental;
- iv. Mapeamento das Sensibilidade Ambiental.

A Figura 1 representa as etapas da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD).

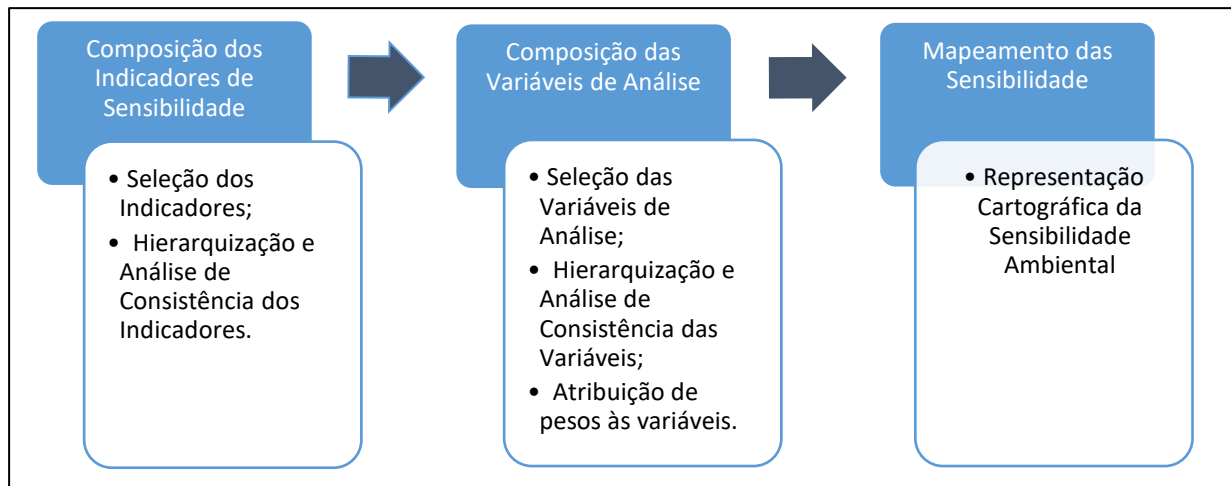


Figura 1 – Etapas da Avaliação Ambiental Distribuída – AAD.

9.1.3 Seleção dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental e Respectivas Variáveis de Análise

A partir dos resultados do Capítulo 7 – Diagnóstico Socioambiental e sua respectiva síntese, foram determinados os principais elementos de qualificação socioambiental da bacia do rio Tamanduá, bem como seus principais processos associados.

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

Ressalta-se que as Variáveis de Análise que compõem os Indicadores de Sensibilidade Ambiental, respondem a critérios restritivos, como relevância e disponibilidade de representação cartográfica.

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

Os Indicadores de Sensibilidade Ambiental (ISA), com suas respectivas Variáveis de Análise (VA) são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Indicadores de Sensibilidade Ambiental (ISA) e Variáveis de Análise (VA).

Componente-síntese	Aspecto	Indicador de Sensibilidade Ambiental	Variáveis de Análise
Recursos hídricos e ecossistemas aquáticos	Recursos Hídricos Superficiais e	Qualidade da Água	Índice de Qualidade da Água - IQA
	Subterrâneos e		Índice de Estado Trófico - IET
	Qualidade da Água		Hidrogeologia – ZRD do Aquífero Guarani
	Ictiofauna	Vulnerabilidade da Ictiofauna	Ocorrência de Espécies de Interesse Conservacionista da Ictiofauna
			Diversidade da Ictiofauna
			Riqueza da Ictiofauna
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Vegetação	Níveis de Conservação Florestal	Número de Fragmentos Florestais (NUMP)
			Tamanho Médio dos Fragmentos Florestais (MPS)
			Índice de Forma (MSI)
			Índice de Área Central – 100 m (CAI)
			Densidade de Borda (ED)
			Distância Média do Vizinho Mais Próximo (MNN)
			Nível de Conservação Florestal em APP de Rio
	Fauna Terrestre	Áreas de Interesse para a Conservação	Áreas Remanescentes de Floresta Ombrófila Mista
			Corredor Ecológico
		Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica	Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais
		Presença de Habitats para Fauna Terrestre	Conectividade do Habitat Florestal
		Influência sobre a Fauna Terrestre	Ocorrência de Habitat Florestal para Fauna
	Meio Físico	Integridade do solo	Ocorrência de Espécies de Interesse Conservacionista da Fauna Terrestre
			Mapa da Susceptibilidade Erosiva
Socioeconomia	Uso do Solo e Alterações nos modos de vida	Uso das terras	Mudança de uso das terras: Comparativos entre os Censos Agropecuários de 2006 e 2017 – IBGE entre as áreas de plantio (florestas, lavouras e pastagens) e a área de floresta nativa (Mapa Fitoecológico – Klein, 1978 e Uso do Solo – PPMA/IMA, 2005)

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

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

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

Deste modo, para chegar a um consenso quanto à comparação entre pares estabelecida pela Quadro 2 (escala fundamental de Saaty), foram realizadas diversas reuniões entre membros da equipe técnica, os quais definiram o grau de importância, possibilitando a hierarquização, fundamentando-se no cenário atual da bacia do rio Tamandá.

O método de análise hierárquica corroborou com o preconizado pelo Manual de Inventário Hidroelétrico (MME, 2007), desenvolvido por Thomas L. Saaty como ferramenta no processo decisório de classificação. Este método procura hierarquizar os elementos por meio de comparações paritárias, onde o processo de atribuição de importância relativa implica em $(i,j) = 1/a(j,i)$ e a matriz é então definida recíproca. Em outras palavras, o elemento preferencial recebe uma nota entre 1 e 9 e o elemento preterido recebe o valor recíproco desta nota (Quadro 2) (MME, 2007).

Quadro 2 – Escala de Análise Hierárquica de Processo de Pares de Variáveis (Escala Fundamental de Saaty).

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

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

consistência verificada pela comparação do Índice de Consistência (IC) e Índice de Consistência Randômico (IR).

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Onde:

n – Dimensão da matriz

λ_{\max} – é dado pela equação a seguir

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{Y_i / W_i}{n - 1}$$

A razão entre IC e IR corresponde à máxima inconsistência e deve ser $\leq 0,1$, que corresponde no máximo 10% de inconsistência. O Valor do IR é estabelecido conforme a Quadro 3 a seguir, onde n corresponde à dimensão da matriz de critérios.

Quadro 3 – Valores de IR para Matrizes de Diferentes Tamanhos.

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

Fonte: Chui, ElKamel e Fowler (2005).

Os resultados obtidos em cada um dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental foram sistematizados e inseridos em planilhas, de acordo com o seu grau de magnitude, conforme apresentado no Item 9.1.7 – Resultados de Sensibilidade Ambiental.

9.1.5 Obtenção do Índice de Sensibilidade Ambiental

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

Os pesos foram estabelecidos entre 0 e 1,00, considerando-se 1 (um) para o máximo grau da sensibilidade e 0 (zero) a ausência de sensibilidade, conforme Quadro 4.

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

Quadro 4 – Escala de Magnitude para Compor as Variáveis de Análise dos índices de Sensibilidade Ambiental.

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

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

9.1.6 Critérios de Classificação das Variáveis de Análise Quanto a Magnitude

9.1.6.1 Componente-síntese: Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos

Qualidade da Água

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

Para este indicador foram considerados os resultados obtidos em campanhas realizadas na Bacia do rio Tamanduá, nos pontos amostrais analisados no diagnóstico da qualidade da água (Capítulo 7).

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

• Índice de Qualidade da Água - IQA

O Índice de Qualidade da Água (IQA)¹ abrange 09 (nove) variáveis consideradas relevantes para avaliação da qualidade da água, as quais possuem seus pesos relativos e a condição com que se apresentam cada parâmetro, segundo uma escala de valores *rating* (CETESB, 2014). As variáveis consideradas no cálculo do IQA são os valores de oxigênio dissolvido, coliformes fecais, pH, DBO, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez e sólidos totais.

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

Critérios de classificação:

Baixa: IQA de 0 a 19

Moderadamente Baixa: IQA de 19 a 36

Média: IQA de 36 a 51

Moderadamente Alta: IQA de 51 a 79

Alta: IQA de 79 a 100

Quadro 5 – VA – IQA.

IQA	Classificação	
	Classe	Peso
70,24	Moderadamente Alta	0,74

Considerando os IQAs obtidos pelos resultados dos 8 pontos analisados da campanha realizada no rio Tamanduá, a bacia apresentou IQA médio de 70,24, classificando-o como de sensibilidade moderadamente alta.

¹ Resultados e metodologia do cálculo apresentados no Capítulo 7.

- **Índice de Estado Trófico – IET**

O Índice de Estado Trófico (IET)² tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia. Para o cálculo do IET foram utilizados valores de fósforo total e clorofila A. O fósforo representa uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como agente causador do processo. Já a clorofila *a* é considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando o nível de crescimento de algas em suas águas (CETESB, 2014). Os critérios de classificação foram estabelecidos com base nas diferentes classes de trofia para rios.

Critérios de classificação:

Baixa: IET >67

Moderadamente Baixa: IET de 67 a 60,3

Média: IET de 60,2 a 53,7

Moderadamente Alta: IET de 53,6 a 47

Alta: IET <47

Quadro 6 – VA – IET.

IET	Classificação	
	Classe	Peso
58,81	Média	0,56

Considerando os IETs obtidos pelos resultados dos 8 pontos analisados da campanha realizada no rio Tamanduá, a bacia apresentou IET médio de 58,81, classificando-o como de sensibilidade média.

- **Zona de Recarga Direta do Aquífero Guarani**

Para este critério fez-se uma análise binária, considerando que todo rio Tamanduá praticamente está sobre a zona de Recarga Direta do Aquífero Guarani, considerou-se o valor máximo (1,00).

Critérios de classificação:

Baixa: Fora da Zona de Recarga Direta do Aquífero Guarani

Alta: Dentro da Zona de Recarga Direta do Aquífero Guarani

Quadro 7 – VA – ZRD Aquífero Guarani.

ZRD Aquífero Guarani	Classificação	
	Classe	Peso
Dentro da ZRD	Alta	1,00

Vulnerabilidade da Ictiofauna

- **Variável de análise: Ocorrência de espécies migratórias e ameaçadas de extinção ou endêmicas**

O processo de extinção está relacionado ao desaparecimento de espécies ou grupos de espécies em um determinado ambiente ou ecossistema (MMA, 2018). Ao longo do

² Resultados e metodologia apresentados no Capítulo 7.

tempo, o homem vem acelerando muito a taxa de extinção de espécies, a ponto de ter-se tornado, atualmente, o principal agente do processo de extinção.

Somente uma espécie com interesse conservacionista foi registrada na área de estudo, situando-se na área de influência da PCH Rio Timbó e Espraiado. A espécie registrada é um lambari, o *Astianax gymnogenys*, espécie considerada Vulnerável no estado e Em Perigo no âmbito nacional. Este espécime foi registrado tanto no trecho de vazão reduzida como na área do futuro reservatório do empreendimento da PCH Espraiado. Já na PCH Rio Timbó não foi possível identificar o ponto de registro.

A espécie *Apareiodon vittatus* é considerada endêmica da Bacia do Rio Iguaçu, sendo este registrado junto a área de influência do rio Timbó, na PCH Espraiado (BAUNGARTNER et al., 2012; IMPACTO AMBIENTAL, 2015).

Escala de magnitude:

Baixa – 1 a 2 espécies

Moderadamente baixa – 3 a 4 espécies

Média – 5 a 6 espécies

Moderadamente alta – 7 a 8 espécies

Alta – acima de 9 espécies

Magnitude encontrada: baixa (2 espécies de peixes registradas na área de influência da Bacia do Rio Tamanduá até o momento se enquadram como migratórias, ameaçadas ou endêmicas).

Quadro 8 – VA – Ocorrência de Espécies Migratórias e Ameaçadas de Extinção ou Endêmicas.

Ocorrência de Espécies Migratórias e Ameaçadas de Extinção ou Endêmicas	Classificação	
	Classe	Peso
2	Baixa	0,20

• **Diversidade de ictiofauna**

Os índices baseados nas abundâncias proporcionais das espécies são as medidas de diversidade mais utilizadas em ecologia. Esses índices levam em conta, tanto a uniformidade quanto a riqueza de espécies, sendo chamados também de índices de heterogeneidade. O índice de diversidade representa o número de espécies presentes e a uniformidade com que os indivíduos são distribuídos no ambiente (índice de Shannon-Wiener), o qual apresenta maior peso para as espécies consideradas raras. Medidas de diversidade de espécies são úteis para comparar padrões no âmbito espacial e temporal.

Crítérios de classificação:

Baixa: Valor da diversidade entre 0 – 1,000

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

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

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

Alta: Valor da diversidade > 4,000

Magnitude encontrada: 1,867

Quadro 9 – VA – Diversidade da Ictiofauna.

Diversidade da Ictiofauna	Classificação	
	Classe	Peso
1,867	Moderadamente baixa	0,37

A diversidade de ictiofauna encontrada através dos trabalhos de campo analisados apresentaram um valor moderadamente baixo. A ictiofauna tende a ser o grupo faunístico mais influenciado através da implantação de empreendimentos desta natureza, pois com a instalação da barragem o ambiente acaba sendo modificado, passando de ambiente lótico para ambiente lêntico, e por fim ocasionando uma modificação na comunidade ictia, sendo as espécies de ambientes lóticos as mais afetadas. Como a jusante da bacia do rio Tamandua já possui anteparos naturais (cachoeiras), além da existência de barragens, a composição da ictiofauna existente na bacia do rio Tamandua já sofre essas interferências de modo direto.

• Variável de análise: Riqueza de ictiofauna

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

Escala de magnitude:

Baixa – 0 a 9 espécies

Moderadamente baixa – 10 a 19

Média – 20 a 29

Moderadamente alta – 30 a 39

Alta – acima de 40

Magnitude encontrada: 49 espécies ao longo da bacia do Rio Tamandua

Quadro 10 – VA – Riqueza da Ictiofauna.

Riqueza da Ictiofauna	Classificação	
	Classe	Peso
49	Alta	1,00

A riqueza diagnosticada na área de influência da Bacia do Rio tamandua pode ser considerado alta (n=49), conferindo ao ambiente particularidades que possibilita a coexistência de várias espécies sem criar uma forte competição interespecífica.

9.1.6.2 Componente-síntese: Meio Físico e Ecossistemas Terrestres

Níveis de Conservação Florestal

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

Os critérios escolhidos para expressar o nível de conservação florestal são:

- Número de Fragmentos Florestais (NUMP)
- Tamanho Médio dos Fragmentos Florestais (MPS);
- Índice de Forma (MSI);

- Índice de Área Central - 100 metros (CAI);
- Densidade de Borda (ED);
- Distância Média do Vizinho Mais Próximo (MNN)
- Nível de Conservação Florestal em APP de Rio

• Número de Fragmentos Florestais

O NUMP apresenta o número total de fragmentos florestais na área de estudo. Quanto maior o valor do NUMP, mais fragmentada é a paisagem.

Critérios de classificação:

Baixa: acima de 50 fragmentos

Moderadamente Baixa: 30 até 50 fragmentos

Média: 10 até 30 fragmentos

Moderadamente Alta: 5 até 10 fragmentos

Alta: 0 até 5 fragmentos

Quadro 11 – VA – Número de Fragmentos Florestais.

Número de fragmentos (adimensional)	Classificação	
	Classe	Peso
215	Baixa	0,20

A bacia apresenta grande número de fragmentos florestais, principalmente de menor área, logo foi categorizado com a classe de **Baixa** sensibilidade ambiental. Isto demonstra alta fragmentação da bacia, onde os fragmentos maiores vêm sendo divididos e isolados, formando mais manchas florestais, mas de menor tamanho.

• Tamanho Médio dos Fragmentos Florestais (MPS)

O MPS apresenta a média de área dos fragmentos florestais. Quanto maior a este valor, mais conservado está o ambiente.

Critérios de classificação:

Baixa: 0 até 5 ha

Moderadamente Baixa: 5,1 até 10 ha

Média: 10,1 até 50 ha

Moderadamente Alta: 50,1 até 100 ha

Alta: acima de 100 ha

Quadro 12 – VA – Tamanho Médio dos Fragmentos Florestais.

Tamanho médio dos fragmentos (hectares)	Classificação	
	Classe	Peso
141,43	Alta	0,85

Apesar do número de pequenos fragmentos ser maior na paisagem, estes são pouco significativos, já os fragmentos maiores, apesar de serem poucos, abrangem grande

área da bacia. Logo, o tamanho médio dos fragmentos ficou pertencente a classe **Alta**. Maiores fragmentos estão associados a maior diversidade de espécies.

- **Índice de Forma**

O índice de forma expressa o quão próximo ao formato circular é o fragmento, quanto mais próximo de 1, mais esférico e possui menos bordas. Formatos circulares são mais desejáveis.

Critérios de classificação:

Baixa: acima de 6

Moderadamente Baixa: 4 a 6

Média: 3 a 4

Moderadamente Alta: 1,6 a 3

Alta: 1 a 1,5

Quadro 13 – VA – Índice de Forma.

Índice de Forma (adimensional)	Classificação	
	Classe	Peso
1,892	Moderadamente Alta	0,65

O resultado da forma média de todos os fragmentos florestais analisados da bacia do rio Tamanduá situa-se na classe **Moderadamente Alta**, indicando que a maioria das manchas não possuem muitas bordas recortadas, se assemelhando ao formato circular que permite maior conservação do fragmento por possuir menor influência do efeito de borda. Mas como esse índice considera o número de fragmentos presentes, e não sua área, para este caso, o valor obtido se deve a grande quantidade de fragmentos pequenos, menores que 10 ha, que apesar de serem a maioria são pouco significativos na paisagem pelo baixo percentual de área ocupada.

- **Índice de Área Central - 100 metros**

A área central do fragmento é sua área retirando-se uma distância pré-determinada das bordas, neste caso de 100 metros. Este índice vem se mostrando mais significativo que a área total, pois o fragmento pode apresentar um bom tamanho para o desenvolvimento de espécies, mas muitas vezes sua forma mais alongada e recortada não lhe permite formar áreas de núcleo, não se tornando um ambiente que sustente a biodiversidade. O índice de área central expressa em termos percentuais quanto da área total dos fragmentos é destinado para área de núcleo. Logo quanto maior a porcentagem, melhor a conservação dos fragmentos.

Critérios de classificação:

Baixa: 1 a 5 %

Moderadamente Baixa: 5,1 a 10 %

Média: 10,1 a 50 %

Moderadamente Alta: 50,1 a 70 %

Alta: acima de 70 %

Quadro 14 – índice de Área Central – 100 metros.

Índice de área central - 100 m (%)	Classificação	
	Classe	Peso
54,07	Moderadamente alta	0,75

Os fragmentos apresentaram um bom índice de área central, sendo categorizados na classe **Moderadamente Alta**.

- **Densidade de Borda (ED)**

A densidade de borda é a relação do perímetro dos fragmentos por sua área total. Quanto maior este valor, mais susceptível ao efeito de borda.

Critérios de classificação:

Baixa: acima de 90 m/ha

Moderadamente Baixa: 60,1 a 90 m/ha

Média: 30,1 a 60 m/ha

Moderadamente Alta: 10,1 a 30 m/ha

Alta: 0 a 10 m/ha

Quadro 15 – Densidade de Borda.

Densidade de borda (m/ha)	Classificação	
	Classe	Peso
58,81	Média	0,60

A densidade média de bordas dos fragmentos com bordas de 100 m foi categorizado como classe **Média**.

- **Distância Média do Vizinho Mais Próximo**

O MNN apresenta a distância média das manchas de floresta ombrófila mista na bacia. Quanto menor a distância entre eles, maior a conectividade da cobertura florestal.

Critérios de classificação:

Baixa: acima de 80 m

Moderadamente Baixa: 60,1 até 80 m

Média: 40,1 até 60 m

Moderadamente Alta: 20,1 até 40 m

Alta: 0 até 20 m

Quadro 16 – VA - Distância Média do Vizinho Mais Próximo.

Distância média do vizinho mais próximo (metros)	Classificação	
	Classe	Peso
121,34	Baixa	0,20

Foi constatado grandes distâncias entre os fragmentos vizinhos, que na média apresentou 121,34 m, sendo classificado na classe **Baixa**. Este resultado expressa alta fragmentação florestal na bacia.

• **Nível de Conservação Florestal em APP de Rio**

Foi realizado um buffer de 30 m ao redor da base hidrográfica da ANA, na área da bacia do rio Tamandú. Adotou-se esse valor para representar a quantidade mínima necessária de APP de mata ciliar, pois de acordo com o código florestal (Lei nº 12.651/2012), a distância destinada a mata ciliar varia conforme a largura do rio, entre os valores de 30 m para rios menores de 10 m de largura, até 500 m para rios acima de 600 metros de largura. O menor valor de APP foi adotado por se utilizar de uma base de dados secundária oficial com somente o traçado do rio, sem definição da largura. Após, a classe de floresta ombrófila mista foi interseccionada com o buffer gerado, de forma a verificar a quantidade de vegetação presente em APP. O resultado é expresso em termos percentuais, sendo que quanto maior o valor, mais vegetação de mata ciliar.

Critérios de classificação:

Baixa: 0 a 20 %

Moderadamente Baixa: 20,1 a 40 %

Média: 40,1 até 60 %

Moderadamente Alta: 60,1 até 80 %

Alta: acima de 80 %

Quadro 17 – VA - Nível de Conservação Florestal em APP de Rio (%).

Nível de conservação florestal em APP de rio (%)	Classificação	
	Classe	Peso
57,97	Média	0,45

A porcentagem de vegetação em APP de mata ciliar foi considerada como **Média**, com 57,97% do seu total.

Áreas de Interesse para Conservação

• **Áreas Remanescentes de Floresta Ombrófila Mista**

As áreas remanescentes de floresta ombrófila mista presentes na área de estudo (Bacia hidrográfica do rio Tamandú) totalizam 30.407,76 hectares, ou seja, 50,15% da área total da bacia. Estes remanescentes são compostos por 215 fragmentos de floresta, sendo que a maioria destes são com áreas menores que 10 hectares (142), representando apenas 1,93% da floresta. O maior fragmento de floresta apresenta 24.572,96 ha de área, ou seja, 80,71% da área total de Floresta Ombrófila Mista.

Critérios de classificação:

Baixa: Remanescentes florestais cobrindo de 0 até 20% da área de estudos (Bacia hidrográfica do rio Tamandú).

Moderadamente Baixa: Remanescentes florestais cobrindo 21% até 40% da área de estudos (Bacia hidrográfica do rio Tamandú).

Média: Remanescentes florestais cobrindo 41% até 60% da área de estudos (Bacia hidrográfica do rio Tamandará).

Moderadamente Alta: Remanescentes florestais cobrindo 61% até 80% da área de estudos (Bacia hidrográfica do rio Tamandará).

Alta: Remanescentes florestais cobrindo 81% até 100% da área de estudos (Bacia hidrográfica do rio Tamandará).

Quadro 18 – VA – Áreas Remanescentes de FOM.

Áreas Remanescentes de Floresta Ombrófila Mista	Classificação	
	Classe	Peso
Remanescentes florestais cobrindo 41% até 60% da área de estudos	Média	0,5

Apesar dos fatores de antropização já citados como: as práticas de agricultura, pecuária, silvicultura, roçada de sub-bosque, corte seletivo e pastejo. Aliado a isso destaca-se o fator de exploração florestal muito intensificado no passado, que por sua vez contribuiu significativamente para a perda de áreas de floresta nativa. Essa condição fez com que a vegetação florestal dentro da área de estudos (bacia do rio Tamandará) ficasse toda fragmentada em mosaicos florestais.

Conforme mapa fitogeográfico do IBGE, a bacia do rio Tamandará originalmente era coberta em sua totalidade pela Floresta Ombrófila Mista. Com base no mapa de uso do solo apresentado fica evidente que a vegetação secundária existente está em fase de regeneração e que cobre uma área total de 50,15% da área total da bacia. Considerando que a área coberta por vegetação ocupa um pouco mais que a metade da área da bacia é estabelecido o peso de 0,5, ou seja, classificando-o como de sensibilidade Média.

• Corredor Ecológico

O Corredor Ecológico Timbó foi criado pelo Decreto Estadual nº 2.956/2010. Localizado no Planalto Norte, protege importantes remanescentes de Floresta de Araucária e Campos de Altitude, possui 4.900 km² e abrange os seguintes municípios: Bela Vista do Toldo, Caçador, Calmon, Canoinhas, Irineópolis, Lebon Régis, Major Vieira, Matos Costa, Porto União, Santa Cecília e Timbó Grande (IMA, 2021).

A atividade econômica principal é a produção de Pinus, mas também se destacam a pecuária leiteira e o cultivo de soja, milho e fumo (IMA, 2021).

Para esta variável de análise considerou-se as unidades de conservação, Terras Indígenas, Áreas Prioritárias para a Conservação MMA (2007) existentes na Área de Estudo (bacia do rio Tamandará) e também a cobertura do Corredor Ecológico dentro da área de estudos.

Critérios de classificação:

Baixa: Área de Estudo (bacia do rio Tamandará) parcialmente inserida em corredor ecológico, sem a presença de Terras Indígenas, Unidades de Conservação com ou sem plano de manejo instituído e Áreas Prioritárias para a Conservação.

Moderadamente Baixa: Área de Estudo (bacia do rio Tamandará) totalmente inserida em corredor ecológico, sem a presença de Terras Indígenas, Unidades de Conservação com ou sem plano de manejo instituído e Áreas Prioritárias para a Conservação.

Média: Área de Estudo (bacia do rio Tamanduá) totalmente inserida em corredor ecológico, com a Presença de Áreas Prioritárias para a Conservação, sem a presença de Terras Indígenas, Unidades de Conservação com ou sem plano de manejo instituído.

Moderadamente Alta: Área de Estudo (bacia do rio Tamanduá) totalmente inserida em corredor ecológico, com a Presença de Áreas Prioritárias para a Conservação e/ou Terras Indígenas ou Unidades de Conservação com ou sem plano de manejo instituído.

Alta: Área de Estudo (bacia do rio Tamanduá) totalmente inserida em corredor ecológico, com a Presença de Áreas Prioritárias para a Conservação, Terras Indígenas e Unidades de Conservação com ou sem plano de manejo instituído.

Quadro 19 – VA – Corredor Ecológico.

Corredor Ecológico	Classificação	
	Classe	Peso
Área de Estudo totalmente inserida em corredor ecológico, com a Presença de Áreas Prioritárias para a Conservação	Média	0,50

Considerando que a área de estudo (bacia do Rio Tamanduá) está inserida em sua totalidade dentro do Corredor Ecológico Timbó (Decreto Estadual nº 2.956/2010) e que existem Áreas Prioritárias para a Conservação MMA (2007) dentro da bacia hidrográfica, desta forma a classe identificada é “Média” e o peso estabelecido na presente análise é de 0,5.

Cabe destacar que não foram identificadas Terras Indígenas e Unidades de Conservação dentro da área de estudos (bacia do rio Tamanduá). Sendo as Unidades de Conservação mais próximas as RPPN Rio dos Pardos e Rio Bonito localizadas a 25 e 18 quilômetros de distância respectivamente.

Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica

- **Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais**

Um fragmento florestal pode ser definido como uma área de vegetação natural interrompida por barreiras antrópicas ou naturais (ex.: estradas, povoados, culturas agrícolas e florestais, pastagens, montanhas, lagos, represas) capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen e, ou, sementes (VIANA, 1990).

Dessa maneira, a análise considerou os grandes fragmentos florestais, ou seja, aquelas maiores ou iguais a 100 hectares, como capazes de manutenção da diversidade biológica.

Critérios de classificação:

Baixa: 0 fragmentos

Moderadamente Baixa: 1 a 5 fragmentos

Média: 6 a 10 fragmentos

Moderadamente Alta: 11 a 15 fragmentos

Alta: > 15 fragmentos

Quadro 20 – VA – Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais.

Ocorrência de grandes fragmentos florestais (Nº)	Classificação	
	Classe	Peso
9	Média	0,55

A bacia do rio Tamandua apresentou 9 fragmentos de floresta ombrófila mista, sendo classificada como **Média**.

• Conectividade do Habitat Florestal

Considerando que a conectividade é determinante para garantir a diversidade biológica dos grandes fragmentos, foram considerados os fragmentos maiores que 10 hectares como significativos, avaliando a distância destes entre si.

Crítérios de classificação:

Baixa: acima de 80 m

Moderadamente Baixa: 60,1 até 80 m

Média: 40,1 até 60 m

Moderadamente Alta: 20,1 até 40 m

Alta: 0 até 20 m

Quadro 21 – VA – Conectividade do Habitat Florestal.

Conectividade do Habitat Florestal (m)	Classificação	
	Classe	Peso
742,32	Baixa	0,10

Foi constatado grandes distâncias entre os grandes fragmentos, que na média apresentou 742,32 m, sendo classificado na classe **Baixa**. Este resultado indica que os fragmentos de maior área estão distantes entre si, dificultando a circulação da fauna sobre eles.

Presença de Habitats Para Fauna Terrestre

• Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais para a Fauna Terrestre

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

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

Entre as espécies associadas a grandes fragmentos florestais e registrados durante este estudo podem ser citados:

Avifauna - intensa atividade de *Amazona vinacea* na área de estudo, os registros de *Tinamus solitarius* e os gaviões de penachos *Spizaetus tyrannus* e *Spizaetus melanoleucus* demonstram que a Bacia do Rio Tamandua possui um importante

ambiente florestal para a área de vida dessas espécies, que necessitam de extensos territórios, inclusive disponibilidade de recursos alimentares.

Herpetofauna - a perereca *Boana* cf. *curupi*, espécie tipicamente associada a um ambiente florestal.

Mastofauna - *Leopardus pardalis* e *L. gutullus*

Para a classificação desta variável foi realizado a distribuição de quadrantes ao longo do trecho da bacia do rio Tamanduá com a área de 707,11x707,11, resultando numa área de 50 ha cada.

Para expressar os resultados, as classes de áreas foram divididas em 4 partes iguais, representando a área ocupada dos fragmentos em cada quadrante, segmentado em 25, 50, 75 e 100 % da área.

Quadro 22 – Cálculos dos Quadrantes.

Divisão	Área		Quadrantes	
	Hectares	Percentual	Quantidade	Percentual
0,0 a 12,5	2064,45	6,79	378	29,98
12,5 - 25,0	5182,48	17,04	281	22,28
25,0 - 37,5	8749,95	28,78	282	22,36
37,5 - 50,0	14411,01	47,39	320	25,38
Total	30407,90	100,00	1261	100,00

Desta forma, foram gerados 1348 quadrantes sobre BH do rio Tamanduá, de 50 ha cada. Dos quadrantes criados, 1261 continham algum fragmento florestal em seu interior, e 87 quadrantes não possuíam nenhum fragmento. Quanto maior o percentual de quadrantes preenchidos por floresta nativa acima dos 37,5 ha, é considerado maior a integridade da bacia e, portanto, maior sua sensibilidade. O índice para o peso foi definido em função do percentual de ocupação do quadrante por floresta nativa.

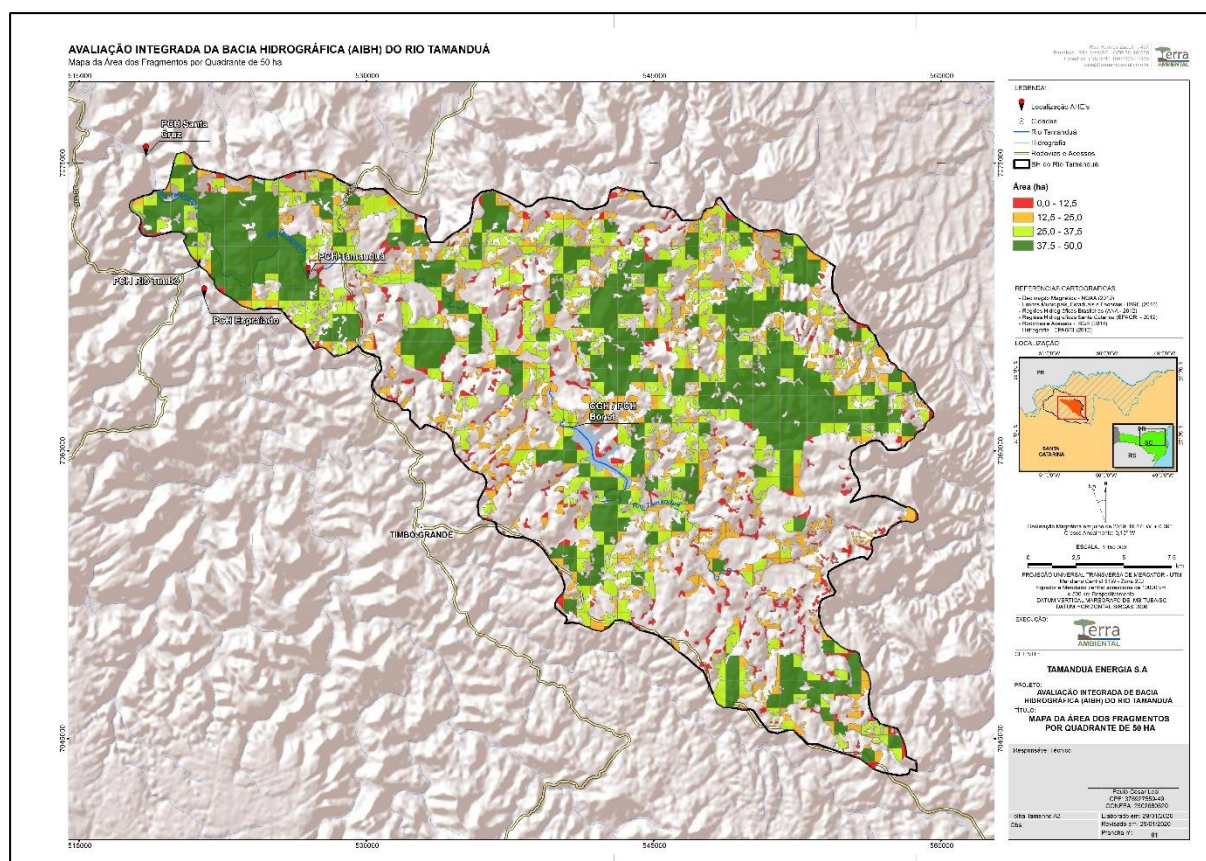


Figura 2 – Mapa dos Fragmentos por Quadrantes.

Dos 1261 quadrantes analisados, apenas 320 continham 100% de sua área ocupada por floresta ombrófila mista.

Crítérios de classificação:

Baixa: maior número de quadrantes até 12,5 ha ocupado por floresta

Média: maior número de quadrantes de 12,5 a 25 ha ocupado por floresta

Moderadamente Alta: maior número de quadrantes de 25 a 37,5 ha ocupado por floresta

Alta: maior número de quadrantes > 37,5 ha ocupado por floresta

Magnitude encontrada: Dos 1261 quadrantes analisados, 320 continham 100% de sua área ocupada por floresta ombrófila mista. Neste contexto a BH do Rio Tamandará é considerada com Alta Sensibilidade.

Quadro 23 – VA – Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais para Fauna Terrestre.

Ocorrência de grandes Fragmentos Florestais para Fauna terrestre	Classificação	
	Classe	Peso
100%	Alta	1,00

Influência Sobre a Fauna Terrestre

- **Variável de Análise: Ocorrência de Espécies Conservacionistas da Fauna Terrestre**

Escala de magnitude

Baixa – 1 a 2 espécies

Moderadamente baixa – 3 a 4

Média – 5 a 6

Moderadamente alta – 7 a 8

Alta – acima de 9

Magnitude encontrada: 14

Quadro 24 – VA – Influência Sobre a Fauna Terrestre.

Influência sobre a Fauna Terrestre	Classificação	
	Classe	Peso
14	Alta	1,00

As espécies de interesse conservacionistas em geral são as que mais sofrem com o processo de antropização de ambientes, principalmente através da fragmentação vegetal. Tais espécies tendem a sofrer mais devido sua plasticidade ambiental ser mais restrita, necessitando de ambientes com melhores condições ambientais. Nisso, qualquer tipo de alteração pode provocar o declínio dessas espécies, além de sofrer com a cultura da caça. Ao todo, 14 espécies da fauna terrestres registradas são consideradas ou ameaçadas de extinção ou indicadores de qualidade ambiental, sendo: 4 espécies de anfíbios; 3 espécies de mamíferos e 7 espécies de avifauna.

Integridade de Solo

• Variável de Análise: Mapa de Susceptibilidade Erosiva

A análise desta variável foi construída a partir do Mapa de Susceptibilidade Erosiva, onde foi desenvolvido considerando a Geologia, Pedologia, Declividade e Uso do Solo.

Partindo da premissa da Sensibilidade, onde a variável de análise permite avaliar as condições de integridade, pressão e interesse social, conforme preconiza o Manual de Inventário Hidroelétrico (2007), foi realizada a análise integridade do solo avaliando o Mapa de Susceptibilidade Erosiva, que apontou os locais de maior e menor susceptibilidade, indicando assim os ambientes de maior integridade.

Critérios de classificação:

Baixa: Extremamente Susceptível

Moderadamente Baixa: Muito Susceptível

Média: Moderadamente Susceptível

Moderadamente Alta: Pouco Susceptível

Alta: Pouco a Não Susceptível

A bacia do rio Tamanduá apresentou os seguintes percentuais para as classes de Susceptibilidade Erosiva, apresentadas no Mapa nº32 do caderno de mapas:

- Pouco a não susceptível (0,00%);
- Pouco susceptível (0,01%);
- Moderadamente susceptível (31,76%);

- Muito susceptível (67,09%);
- Extremamente susceptível (1,15%).

Considerando o predomínio da classe Muito Susceptível com 67,09% do total da área da bacia hidrográfica, a sensibilidade ficou em **Moderadamente Baixa**, conforme apresentado a seguir.

Quadro 25 – VA – Integridade do Solo.

Integridade do Solo	Classificação	
	Classe	Peso
Muito Susceptível	Moderadamente Baixa	0,35

9.1.6.3 Componente-síntese: Meio Socioeconômico

• Mudança de Uso das Terras

A transformação no uso das terras avaliada entre 1995 e 2017, apresenta uma considerável pressão da silvicultura e das áreas de lavoura para os interesses da indústria de papel e celulose intensificando as áreas de plantio, substituindo a floresta ombrófila mista, alterando a paisagem e transformando a cultura da região. Sob essa análise, considera-se a pressão de uso antrópico sobre a paisagem natural, uma vez que o contexto histórico da região é de conflito entre interesses madeireiros e a exploração da floresta nativa.

Foi avaliada a evolução no crescimento de áreas de uso antrópico e a evolução das áreas de floresta nativa para identificar em porcentagem a diferença de crescimento do uso antrópico para a floresta nativa.

Critérios de classificação:

Baixa: diferença entre o crescimento das áreas de uso antrópico sobre o crescimento das áreas de floresta nativa maior de 200%

Moderadamente Baixa: diferença entre o crescimento das áreas de uso antrópico sobre o crescimento das áreas de floresta nativa entre 101% e 200%

Média: diferença entre o crescimento das áreas de uso antrópico sobre o crescimento das áreas de floresta nativa entre 81% e 100%

Moderadamente Alta: diferença entre o crescimento das áreas de uso antrópico sobre o crescimento das áreas de floresta nativa entre 51% e 80%

Alta: diferença entre o crescimento das áreas de uso antrópico sobre o crescimento das áreas de floresta nativa menor de 50%

Quadro 26 – VA – Mudança de Usos da Terra.

Mudança de Uso das Terras – diferença entre o crescimento das áreas de uso antrópico sobre a floresta nativa (% médio dos municípios)	Classificação	
	Classe	Peso
310,83	Baixa	0,20

A porcentagem média da diferença entre o crescimento das áreas de uso antrópico sobre a floresta nativa foi considerada **Baixa**, com 310,83% para os seis municípios analisados.

9.1.7 Resultados da Sensibilidade Ambiental

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

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

PV x WV

PV=Peso atribuído às Variáveis de Análise
WV=Grau de Ponderação das Variáveis de Análise

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

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

PI x WI

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

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

Nos quadros a seguir (Quadro 27 a Quadro 39) estão apresentados os cálculos realizados para estabelecer os Índices de Sensibilidade Ambiental (ISA) e Variáveis de Análise (VA) de cada Componente-síntese.

Quadro 27 – ISA – Componente-Síntese Ecossistemas Aquáticos.

Análise de Sensibilidade - ISA - Componente Síntese Ecossistemas Aquáticos								
ISA - Componentes-síntese Ecossistemas Aquáticos	Avaliação			Normalização		Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
	Qualidade da Água	Vulnerabilidade da Ictiofauna	Total	Qualidade da Água	Vulnerabilidade da Ictiofauna			
Qualidade da Água	1.00	3.00	4.00	0.75	0.75	0.750	1.500	2.000
Vulnerabilidade da Ictiofauna	0.33	1.00	1.33	0.25	0.25	0.250	0.500	2.000
Total	1.33	4.00	5.33			1.000		2.000
			IR =	0.000	IC =	0.000	RC=IC/IR =	0.000%

Quadro 28 – ISA – Componente-Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico

Análise de Sensibilidade - ISA - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico																				
ISA - Componentes- síntese Ecossistemas Terrestres	Avaliação							Normalização						Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W				
	Níveis de Conservação Florestal	Áreas de Interesse para a Conservação	Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica	Presença de Habitats para Fauna Terrestre	Influência sobre a Fauna Terrestre	Integridade do solo	Total	Níveis de Conservação Florestal	Áreas de Interesse para a Conservação	Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica	Presença de Habitats para Fauna Terrestre	Influência sobre a Fauna Terrestre	Integridade do solo							
	Níveis de Conservação Florestal	1.00	1.00	3.00	5.00	5.00	3.00	18.00	0.33	0.13	0.38	0.58	0.42				0.38	0.366	2.533	6.926
	Áreas de Interesse para a Conservação	1.00	1.00	1.00	0.33	1.00	1.00	5.33	0.33	0.13	0.13	0.04	0.08				0.13	0.137	0.883	6.436
	Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.33	0.11	0.13	0.13	0.12	0.08				0.13	0.114	0.756	6.648
	Presença de Habitats para Fauna Terrestre	0.20	3.00	1.00	1.00	3.00	1.00	9.20	0.07	0.38	0.13	0.12	0.25				0.13	0.176	1.169	6.645
	Influência sobre a Fauna Terrestre	0.20	1.00	1.00	0.33	1.00	1.00	4.53	0.07	0.13	0.13	0.04	0.08				0.13	0.094	0.590	6.300
	Integridade do solo	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.33	0.11	0.13	0.13	0.12	0.08				0.13	0.114	0.756	6.648
	Total	3.07	8.00	8.00	8.67	12.00	8.00	47.73										1.000		6.601
											IR =	1.240	IC =	0.120	RC=IC/IR =	9.686%				

Quadro 29 – ISA – Componente-Síntese Meio Socioeconômico.

Análise de Sensibilidade - ISA - Componente Síntese Socioeconômico						
ISA - Componentes-síntese Socioeconômico	Avaliação		Normalização	Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
	Usos da Terra	Total	Usos da Terra			
Usos da Terra	1.00	1.00	1.00	1.000	1.000	1.000
Total	1.00	1.00		1.000		1.000
IR =	0	IC =	0.000		RC= IC/IR =	0.00%

Quadro 30 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Aquáticos - Qualidade da Água.

Análise de Sensibilidade - Variáveis de Análise do Componente Síntese Ecossistemas Aquáticos - Qualidade da Água										
Análise de Sensibilidade - Variáveis de Análise do Componente Síntese Ecossistemas Aquáticos - Qualidade da Água	Avaliação			Total	Normalização			Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
	Índice de Qualidade da Água - IQA	Índice de Estado Trófico - IET	Hidrogeologia - ZRD Aquífero Guarani		Índice de Qualidade da Água - IQA	Índice de Estado Trófico - IET	Hidrogeologia - ZRD Aquífero Guarani			
Índice de Qualidade da Água - IQA	1.00	1.00	7.00	9.00	0.47	0.47	0.47	0.467	1.400	3.000
Índice de Estado Trófico - IET	1.00	1.00	7.00	9.00	0.47	0.47	0.47	0.467	1.400	3.000
Hidrogeologia - ZRD Aquífero Guarani	0.14	0.14	1.00	1.29	0.07	0.07	0.07	0.067	0.200	3.000
Total	2.14	2.14	15.00	19.29				1.000		3.000
IR = 0.58				IC = 0.000				RC= IC/IR = 0.00%		

Quadro 31 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Aquáticos – Vulnerabilidade da Ictiofauna.

Análise de Sensibilidade - Variáveis de Análise do Componente Síntese Ecossistemas Aquáticos - Vulnerabilidade da Ictiofauna										
Análise de Sensibilidade - Variáveis de Análise do Componente Síntese Ecossistemas Aquáticos - Vulnerabilidade da Ictiofauna	Avaliação			Total	Normalização			Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
	Ocorrência de Espécies de Interesse Conservacionista da Ictiofauna	Diversidade da Ictiofauna	Riqueza da Ictiofauna		Ocorrência de Espécies de Interesse Conservacionista da Ictiofauna	Diversidade da Ictiofauna	Riqueza da Ictiofauna			
Ocorrência de Espécies de Interesse Conservacionista da Ictiofauna	1.00	0.14	0.14	1.29	0.07	0.07	0.07	0.067	0.200	3.000
Diversidade da Ictiofauna	7.00	1.00	1.00	9.00	0.47	0.47	0.47	0.467	1.400	3.000
Riqueza da Ictiofauna	7.00	1.00	1.00	9.00	0.47	0.47	0.47	0.467	1.400	3.000
Total	15.00	2.14	2.14	19.29				1.000		3.000
IR = 0.58				IC = 0.000				RC= IC/IR = 0.00%		

Quadro 32 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico – Nível de Conservação Florestal.

Variáveis de Análise Nível de Conservação Florestal - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico																			
Variáveis de Análise - Nível de Conservação Florestal - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres	Avaliação							Total	Normalização							Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W	
	Número de Fragmentos Florestais (NUMP)	Tamanho Médio dos Fragmentos Florestais (MPS)	Índice de Forma (MSI)	Índice de Área Central – 100 m (CAI)	Densidade de Borda (ED)	Distância Média do Vizinho Mais Próximo (MNN)	Nível de Conservação Florestal em APP de Rio		Número de Fragmentos Florestais (NUMP)	Tamanho Médio dos Fragmentos Florestais (MPS)	Índice de Forma (MSI)	Índice de Área Central – 100 m (CAI)	Densidade de Borda (ED)	Distância Média do Vizinho Mais Próximo (MNN)	Nível de Conservação Florestal em APP de Rio				
	Número de Fragmentos Florestais (NUMP)	1.00	0.20	1.00	0.14	0.33	0.20	0.20	3.08	0.04	0.03	0.07	0.02	0.04	0.03	0.05	0.04	0.29	7.43
	Tamanho Médio dos Fragmentos Florestais (MPS)	5.00	1.00	3.00	3.00	0.50	1.00	0.33	13.83	0.19	0.13	0.20	0.40	0.06	0.15	0.09	0.17	1.42	8.20
	Índice de Forma (MSI)	1.00	0.33	1.00	0.33	1.00	0.33	0.33	4.33	0.04	0.04	0.07	0.04	0.11	0.05	0.09	0.06	0.48	7.60
	Índice de Área Central – 100 m (CAI)	7.00	0.33	3.00	1.00	2.00	2.00	0.50	15.83	0.26	0.04	0.20	0.13	0.23	0.31	0.14	0.19	1.40	7.50
	Densidade de Borda (ED)	3.00	2.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.33	8.83	0.11	0.25	0.07	0.07	0.11	0.15	0.09	0.12	0.99	8.07

Variáveis de Análise Nível de Conservação Florestal - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico																		
Variáveis de Análise - Nível de Conservação Florestal - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres	Avaliação							Total	Normalização							Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
	Número de Fragmentos Florestais (NUMP)	Tamanho Médio dos Fragmentos Florestais (MPS)	Índice de Forma (MSI)	Índice de Área Central - 100 m (CAI)	Densidade de Borda (ED)	Distância Média do Vizinho Mais Próximo (MNN)	Nível de Conservação Florestal em APP de Rio		Número de Fragmentos Florestais (NUMP)	Tamanho Médio dos Fragmentos Florestais (MPS)	Índice de Forma (MSI)	Índice de Área Central - 100 m (CAI)	Densidade de Borda (ED)	Distância Média do Vizinho Mais Próximo (MNN)	Nível de Conservação Florestal em APP de Rio			
Distância Média do Vizinho Mais Próximo (MNN)	5.00	1.00	3.00	0.50	1.00	1.00	1.00	12.50	0.19	0.13	0.20	0.07	0.11	0.15	0.27	0.16	1.19	7.46
Nível de Conservação Florestal em APP de Rio	5.00	3.00	3.00	2.00	3.00	1.00	1.00	18.00	0.19	0.38	0.20	0.27	0.34	0.15	0.27	0.26	2.06	8.02
Total	27.00	7.87	15.00	7.48	8.84	6.53	3.70	76.41										7.76
													IR = 1.320		IC = 0.126	RC=IC/IR =		9.543%

Quadro 33 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico – Áreas de interesse Para Conservação.

Variáveis de Análise Áreas de Interesse Para Conservação - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico								
Variáveis de Análise - Áreas de Interesse Para Conservação - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres	Avaliação		Total	Normalização		Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
	Áreas Reman. de Floresta Ombófila Mista	Corredor Ecológico		Áreas Reman. de Floresta Ombófila Mista	Corredor Ecológico			
Áreas Remanescentes de Floresta Ombófila Mista	1.00	5.00	6.00	0.83	0.83	0.83	1.67	2.00
Corredor Ecológico	0.20	1.00	1.20	0.17	0.17	0.17	0.33	2.00
Total	1.20	6.00	7.20					2.00
IR =	0.000				IC =	0.000	RC= IC/IR =	0.00%

Quadro 34 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico – Características Determinantes Para Manutenção da Diversidade Biológica.

Variáveis de Análise - Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico								
Variáveis de Análise - Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres	Avaliação		Total	Normalização		Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
	Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais	Conectividade do Habitat Florestal		Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais	Conectividade do Habitat Florestal			
Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais	1.00	6.00	7.00	0.86	0.86	0.86	1.71	2.00
Conectividade do Habitat Florestal	0.17	1.00	1.17	0.14	0.14	0.14	0.29	2.00
Total	1.17	7.00	8.17					2.00
IR =	0.000				IC =	0.000	RC= IC/IR =	0.00%

Quadro 35 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico – Presença de Habitats para Fauna Terrestre.

Variáveis de Análise - Presença de Habitats para Fauna Terrestre - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico						
Variáveis de Análise - Presença de Habitats para Fauna Terrestre - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres	Avaliação	Total	Normalização	Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
	Ocorrência de Habitat Florestal para Fauna		Ocorrência de Habitat Florestal para Fauna			
Ocorrência de Habitat Florestal para Fauna	1.00	1.00	1.00	1.000	1.000	1.000
Total	1.00	1.00		1.000		1.000
IR =	0.000	IC =	0.000		RC= IC/IR =	0.00%

Quadro 36 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico – Influência Sobre a Fauna Terrestre.

Variáveis de Análise - Influência sobre a Fauna Terrestre - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico						
Variáveis de Análise - Influência sobre a Fauna Terrestre - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres	Avaliação	Total	Normalização	Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
	Ocorrência de Espécies de Interesse Conservacionista da Fauna Terrestre		Ocorrência de Espécies de Interesse Conservacionista da Fauna Terrestre			
Ocorrência de Espécies de Interesse Conservacionista da Fauna Terrestre	1.00	1.00	1.00	1.000	1.000	1.000
Total	1.00	1.00		1.000		1.000
IR =	0.000	IC =	0.000		RC= IC/IR =	0.00%

Quadro 37 – VA – Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico – Integridade do Solo.

Variáveis de Análise - Integridade do Solo - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres e Meio Físico						
Variáveis de Análise - Integridade do Solo - Componente Síntese Ecossistemas Terrestres	Avaliação	Total	Normalização	Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
	Ocorrência de Habitat Florestal para Fauna		Ocorrência de Habitat Florestal para Fauna			
Ocorrência de Habitat Florestal para Fauna	1.00	1.00	1.00	1.000	1.000	1.000
Total	1.00	1.00		1.000		1.000
IR =	0.000	IC =	0.000		RC= IC/IR =	0.00%

Quadro 38 – VA – Componente Síntese Socioeconômico – Mudança de usos da Terra.

Análise de Sensibilidade - Variáveis de Análise do Componente Síntese Socioeconômico						
Análise de Sensibilidade - Variáveis de Análise do Componente Síntese Socioeconômico	Avaliação		Normalização	Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
	Mudança de Usos da Terra	Total	Mudança de Usos da Terra			
Mudança de Usos da Terra	1.00	1.00	1.00	1.000	1.000	1.000
Total	1.00	1.00		1.000		1.000
IR =	0.000	IC =	0.000		RC= IC/IR =	0.00%

Quadro 39 – Cálculos do ISA por Componente-Síntese.

Componente-síntese	Aspecto	Indicador de Sensibilidade Ambiental	Variáveis de Análise	W VA	Valor	Valor Ponderado	Valor Final do VA	W ISA	Valor Ponderado ISA	Valor Final do CS	Normalização de W CS
Recursos hídricos e ecossistemas aquáticos	Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos, e Qualidade da Água	Qualidade da Água	Índice de Qualidade da Água - IQA	0.467	0.737	0.344	0.671	0.750	0.503	0.667	0.456
			Índice de Estado Trófico - IET	0.467	0.557	0.260					
			Hidrogeologia	0.067	1.000	0.067					
	Ictiofauna	Vulnerabilidade da Ictiofauna	Ocorrência de Espécies de Interesse Conservacionista da Ictiofauna	0.067	0.200	0.013	0.654	0.250	0.164		
			Diversidade da Ictiofauna	0.467	0.373	0.174					
			Riqueza da Ictiofauna	0.467	1.000	0.467					
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Vegetação	Níveis de Conservação Florestal	Número de Fragmentos Florestais (NUMP)	0.039	0.200	0.008	0.441	0.366	0.161	0.595	0.407
			Tamanho Médio dos Fragmentos Florestais (MPS)	0.173	0.850	0.147					
			Índice de Forma (MSI)	0.064	0.650	0.041					
			Índice de Área Central – 100 m (CAI)	0.186	0.750	0.140					
			Densidade de Borda (ED)	0.122	0.600	0.073					
			Distância Média do Vizinho Mais Próximo (MNN)	0.159	0.200	0.032					
			Nível de Conservação Florestal em APP de Rio	0.257	0.450	0.116					
		Áreas de Interesse para a Conservação	Áreas Remanescentes de Floresta Ombrófila Mista	0.833	0.500	0.417	0.500	0.137	0.069		
			Corredor Ecológico	0.167	0.500	0.083					
	Fauna Terrestre	Características Determinantes da Manutenção da Diversidade Biológica	Ocorrência de Grandes Fragmentos Florestais	0.857	0.550	0.471	0.486	0.114	0.055		
			Conectividade do Habitat Florestal	0.143	0.100	0.014					
		Presença de Habitats para Fauna Terrestre	Ocorrência de Habitat Florestal para Fauna	1.000	1.000	1.000	1.000	0.176	0.176		
		Influência sobre a Fauna Terrestre	Ocorrência de Espécies de Interesse Conservacionista da Fauna Terrestre	1.000	1.000	1.000	1.000	0.094	0.094		
	Meio Físico	Integridade do solo	Mapa da Susceptibilidade Erosiva	1.000	0.350	0.350	0.350	0.114	0.040		
Socioeconomia	Uso do Solo e Alterações nos modos de vida	Uso das terras	Mudança de uso das terras: Comparativos entre os Censos Agropecuários de 2006 e 2017 – IBGE entre as áreas de plantio (florestas, lavouras e pastagens) e a área de floresta nativa (Mapa Fitoecológico – Klein, 1978 e Uso do Solo – PPMA/IMA, 2005)	1.000	0.200	0.200	0.200	1.000	0.200	0.200	0.137

Os resultados apresentados no Quadro 40 e na Figura 3 correspondem ao Índice de Sensibilidade Ambiental (ISA) de cada Componente-síntese. Os resultados serão usados na próxima etapa para o cálculo dos IAs (índices ambientais das alternativas de divisão de queda dos cenários estudados).

Quadro 40 – ISA por Componente-Síntese.

Componente-Síntese	Índice de Sensibilidade Ambiental
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	0,456
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	0,407
Socioeconomia	0,137

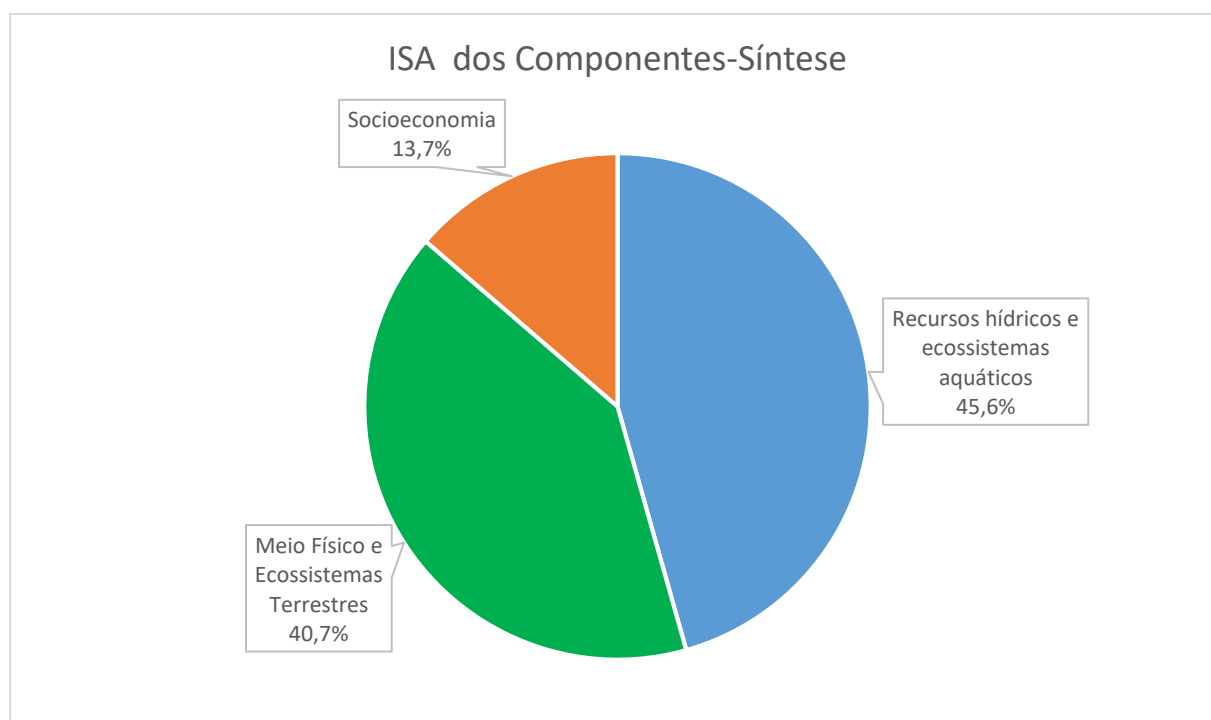


Figura 3 – ISA por Componente-Síntese

9.1.8 Espacialização dos Indicadores de Sensibilidade

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

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

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

O produto cartográfico final da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) é, portanto, a composição de um mapa para cada Componente-síntese: Recursos Hídricos e

Ecosistemas Aquáticos, Meio Físico e Ecosistemas Terrestres e Socioeconomia, conforme relacionado no Quadro 41.

Quadro 41 – Mapas de ISA.

Título
Mapa de Sensibilidade do Meio Físico e Ecossistema Terrestre
Mapa de Sensibilidade dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos
Mapa de Sensibilidade da Socioeconomia

Os mapas são apresentados a seguir (Figura 4 a Figura 6).

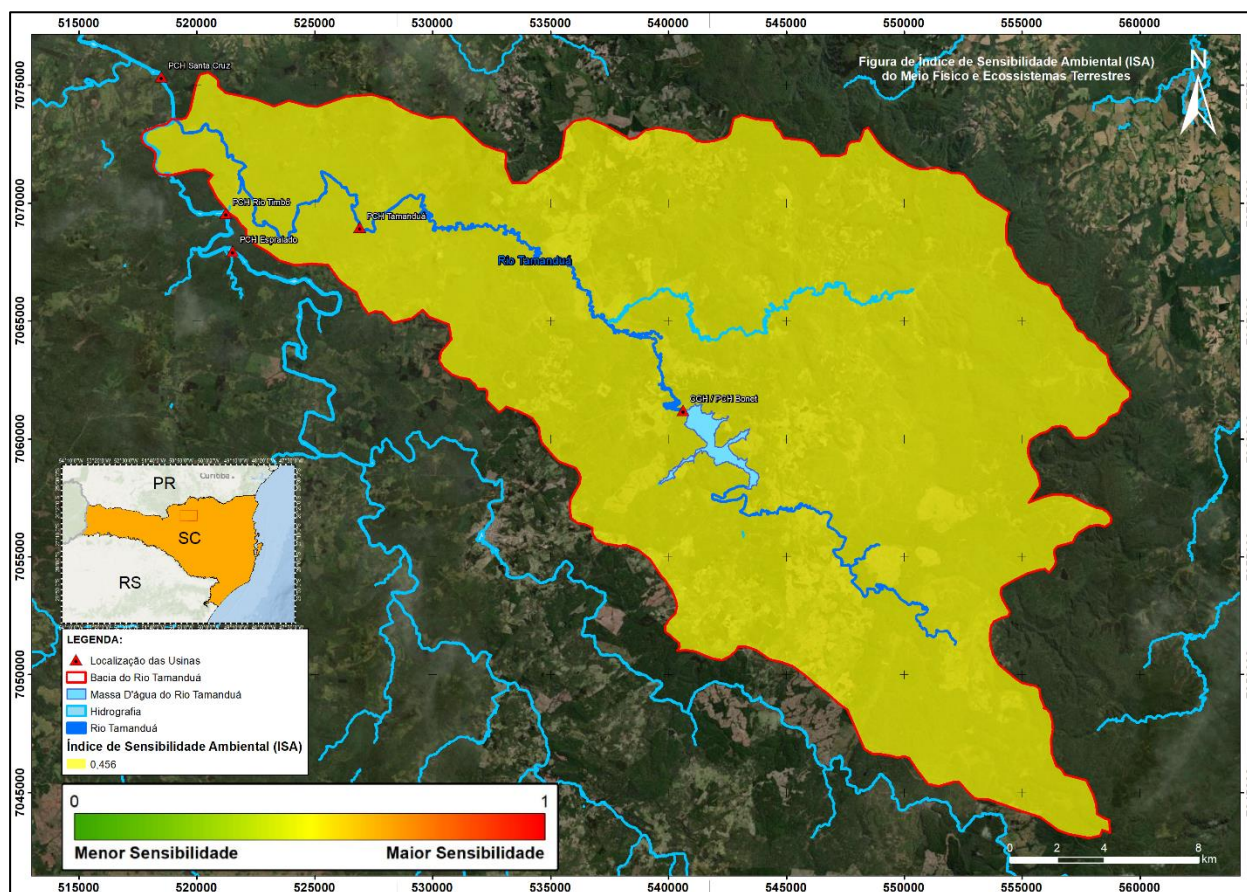


Figura 4 - Mapa de sensibilidade do Meio Físico e Ecossistema Terrestre.

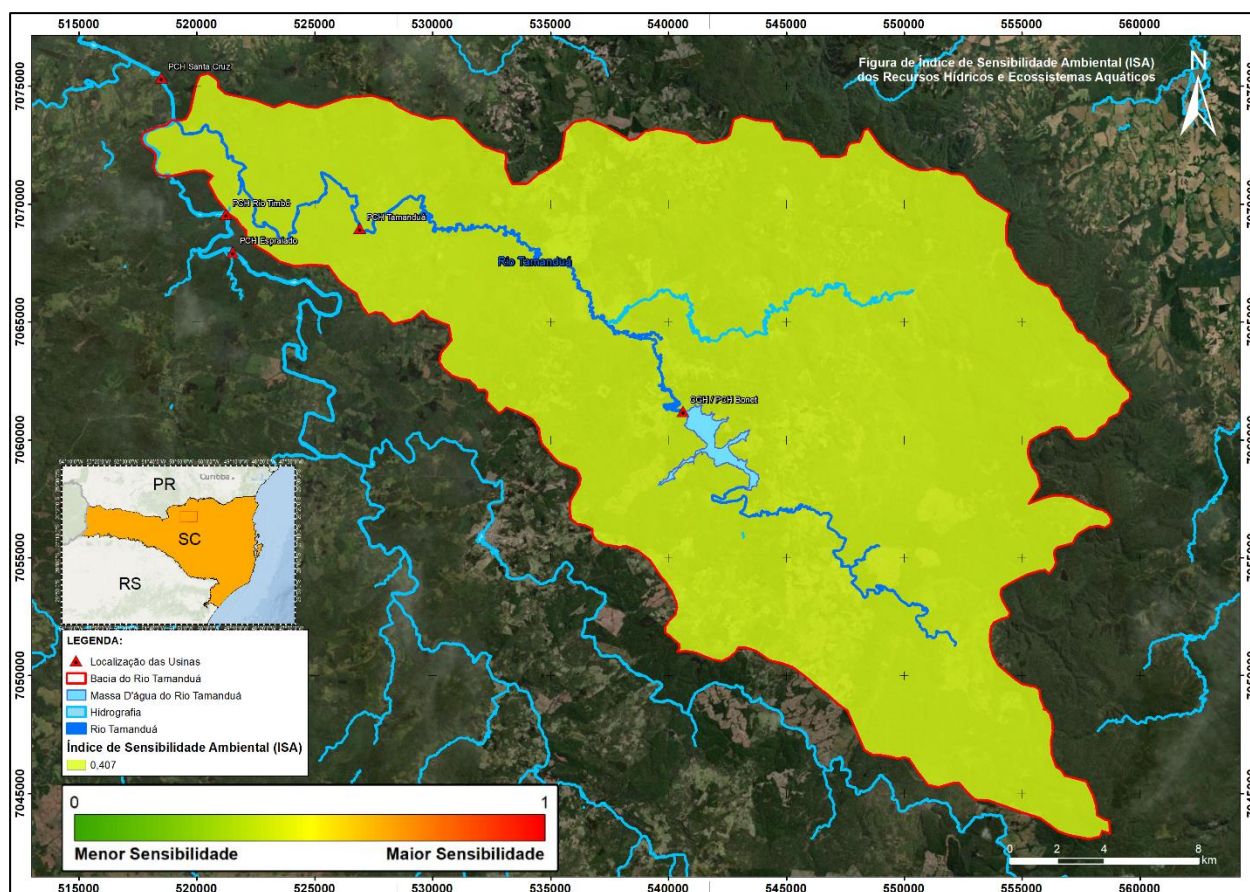


Figura 5 - Mapa de Sensibilidade dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos.

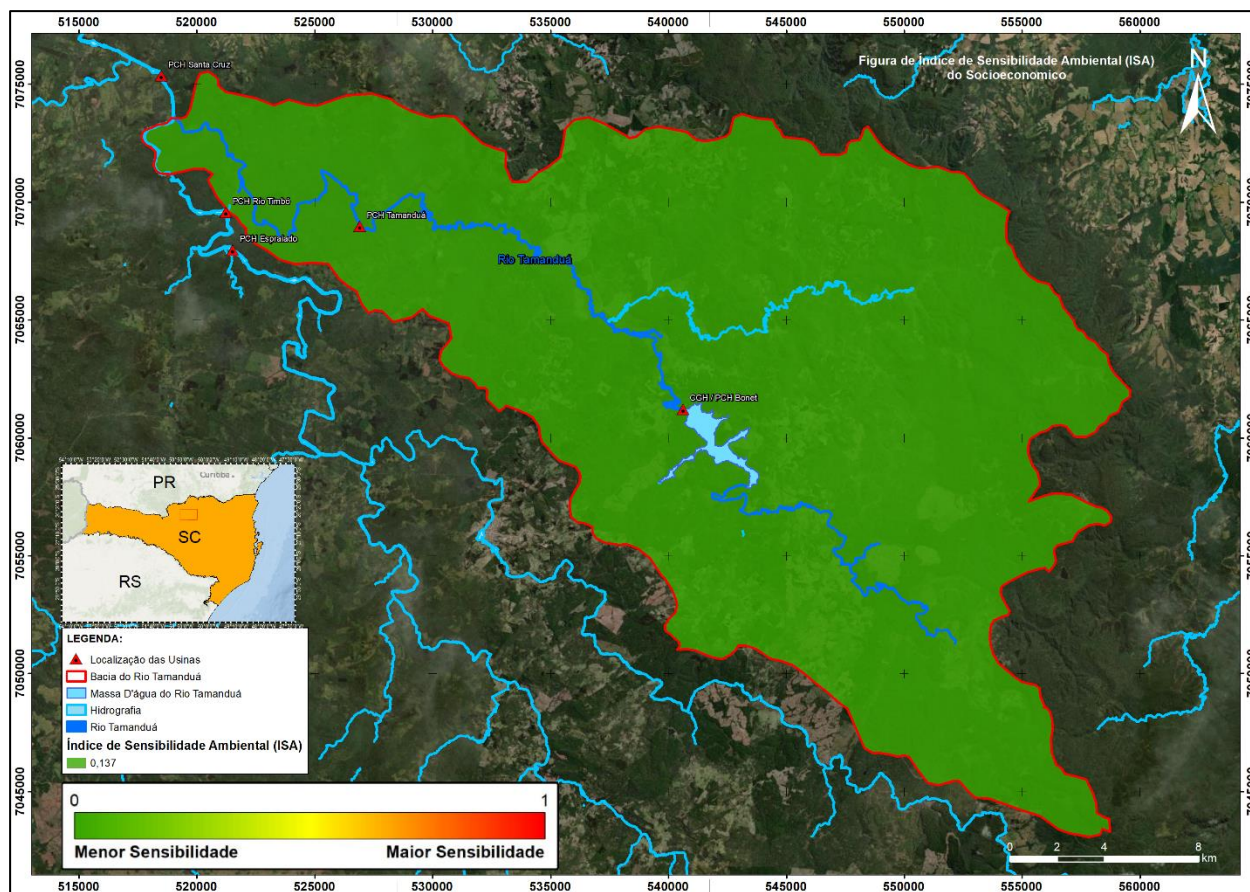


Figura 6 - Mapa de Sensibilidade da Socioeconomia.

10 AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA

A etapa de Avaliação Ambiental Integrada (AAI) corresponde à integração das informações técnicas levantadas no âmbito da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD), identificando os principais aspectos ambientais relacionados à implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

Através da AAI permite-se nortear o planejamento e a tomada de decisão, relacionados às ações futuras, tendo como objetivo a análise dos estudos ambientais da Bacia do rio Tamanduá, observando a progressão das condições socioambientais diante da implantação dos 4 (quatro) aproveitamentos hidrelétricos propostos, sendo um a ampliação da atual CGH Bonet para PCH Bonet, os três demais a PCH Tamanduá, PCH Espreado e a PCH Santa Cruz, além da PCH Rio Timbó já existente.

A descrição dos Aproveitamentos Hidrelétricos está apresentada no Capítulo 5 – Caracterização dos Empreendimentos.

10.1 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

Com base nos dados técnicos da concepção dos aproveitamentos hidrelétricos apresentados anteriormente, cuja interação foi realizada a partir da engenharia, apresenta-se neste capítulo a análise quali/quantitativa a partir dos impactos previstos para os cenários de curto, médio e longo prazo.

Como resultado, são propostas diretrizes para a próxima etapa dos estudos de viabilidade dos empreendimentos, sendo estas, recomendações que poderão subsidiar indicadores de sustentabilidade para a Bacia do rio Tamanduá, bem como para a gestão da implantação e operação dos aproveitamentos.

Além dos levantamentos de dados primários e secundários da área de estudo, foi realizado estudo de Modelagem Ambiental (Capítulo 8), o qual permitiu simular as alterações no meio ambiente e prever possíveis impactos decorrentes da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

A seguir descrevem-se alguns conceitos inerentes a este capítulo:

- **Impacto Ambiental:** qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).
- **Cenário:** refere-se à projeção que em determinado período de tempo será modificada, assumindo a hipótese de implantação de parte e de todos os aproveitamentos.
- **Fragilidade:** refere-se à identificação de áreas onde ocorrem processos impactantes mais significativos, de caráter permanente, frente à implantação dos aproveitamentos.
- **Efeitos Cumulativos e Sinérgicos:** efeitos permanentes causados pela combinação de uma ou mais ações antrópicas com outras, potencializando alterações no meio ambiente.
- **Impactos Cumulativos:** resultam da interação aditiva das alterações em um determinado espaço ao longo do tempo.

- **Impactos Sinérgicos:** quando o resultado das interações ocasiona uma alteração em um dado espaço diferente da simples soma das alterações.
- **Diretrizes e Recomendações:** elementos que permitam subsidiar as próximas etapas de análise da viabilidade dos aproveitamentos.

Este capítulo interage com os resultados da Avaliação Ambiental Distribuída (Capítulo 9), de modo que os Índices de Sensibilidade Ambiental (ISA) de cada componente-síntese são utilizados no Índice de Impacto Ambiental (IIA). Na Figura 7 apresenta-se o fluxograma da Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do rio Tamandá.



Figura 7 – Fluxograma da AAI

10.1.1 Cenários Futuros

Esta Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Tamandá consiste em avaliar toda a bacia hidrográfica, as consequências da implantação de todos os aproveitamentos 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.

Atualmente na bacia do rio Tamandá tem-se implantada e em operação a CGH Bonet. Ainda, no rio Timbó, no qual o rio Tamandá deságua, há a PCH Rio Timbó instalada e em operação, que tem sua casa de força transposta, restituindo a água utilizada na sua geração no rio Tamandá, por isso considerou-se esta usina também, por impactar o rio Tamandá com aumento de vazão. Sendo assim este é o cenário atual (**Cenário 01**) da bacia do rio Tamandá, e o primeiro a ser estudado.

O primeiro cenário futuro a ser estudado (**Cenário 02 – horizonte de 5 a 10 anos**) é baseado nas PCHs aprovadas nos inventários hidroenergéticos, já com Projetos Básicos Aprovados pela ANEEL, tanto do rio Tamandá, quanto do rio Timbó. Para o primeiro cenário futuro mantém-se então a CGH Bonet e a CGH Tamandá, pois a PCH Bonet ninguém requereu a elaboração do Projeto Básico até o momento, logo deve demorar a ser implantada.

Neste primeiro cenário futuro (**Cenário 02**) ter-se-á a implantação da PCH Tamandá, 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 Tamandá. Conforme preconizado no inventário a PCH Espriado terá duas casas de força, de forma a manter a operação da PCH Rio Timbó.

Por fim num outro cenário futuro (**Cenário 03 – horizonte de 10 a 20 anos**), também está prevista a implantação da PCH Bonet, no rio Tamandá e da PCH Santa Cruz, no rio Timbó, a qual tem remanso do reservatório que entra no rio Tamandá. Porém, estas

PCHs atualmente não têm interessados, ou seja, nenhuma empresa requereu o registro ativo, atual DRI, e desenvolveu seu Projeto Básico após a aprovação do Inventário, então deverá demorar mais tempo para sair, se sair.

A PCH Bonet impactará na geração da CGH Bonet, sendo que esta só poderá gerar quando houver vertimento da PCH Bonet, ou seja, em vazões acima da vazão máxima turbinada da PCH Bonet.

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

Cenário 01 - Cenário Atual:

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

Cenário 02 - Cenário Atual:

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

Cenário 03 - Cenário Atual:

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

10.1.2 Conflitos Futuros e/ou Potencializados

O desenvolvimento econômico e tecnológico, com consequente elevação da produção agropecuária e industrial, aliado ao crescimento demográfico, aumenta a demanda pelo uso da água para diversas finalidades. Assim, a preocupação com os recursos hídricos e com os usos múltiplos da água tem induzido, em todo o mundo, uma série de medidas governamentais e sociais, objetivando viabilizar a continuidade das diversas atividades públicas e privadas, em particular aquelas que incidem diretamente sobre a qualidade de vida da população.

PRESTES et. al. (2017) abordam ainda que:

[...] O Brasil se destaca pela grande descarga de água doce, mesmo assim, o país apresenta conflitos pelo uso da água, devido à concentração de diversos usos. A causa dos conflitos ocorre devido à identificação de conflitos quantitativos em relação à oferta e a demanda não compatível, ou seja, é decorrente da má distribuição dos recursos hídricos, tendo como agravante a má gestão deste recurso natural (PEREIRA, 2012). Mundialmente a agricultura é o maior consumidor de água. Estima-se que 69% das águas consumidas no mundo são dedicadas à agricultura, 23% à indústria, e 8% ao abastecimento da população. (PRESTES, et. al., 2017, p.16)

Além disso, a implantação de aproveitamento hidrelétrico acarreta transformações espaciais e sociais que podem ser de natureza negativa ou positiva. O conflito surge no momento em que as apropriações do território, de acordo com interesses e intenções de uso distintos entre atores ou grupos, convergem e divergem. No que tange a implantação de usinas hidrelétricas há sempre uma tensão entre a finalidade da produção de energia, hoje prioridade no Brasil, e os demais usos da água existentes e futuros.

Deste modo a tarefa de definir os conflitos futuros no uso de um determinado corpo d'água, constitui uma tarefa árdua e que pode muitas vezes não dar o devido "peso" a cada tipo de uso. Lisbôa et al. (2010) afirmam que é consenso que os mecanismos de identificação de conflitos são imprecisos, e eventos isolados podem fazer parte de mais de uma categoria, a depender da percepção e das definições.

Em relação aos usos da água, não espera-se conflitos na bacia, mesmo com a implantação dos empreendimentos, principalmente da PCH Tamanduá, que fica inteiramente no rio Tamanduá, dado que a PCH Bonet é apenas uma ampliação da atual CGH Bonet, ou seja, os principais impactos desta mesmo com ampliação já estão estabilizados, dado que o nível médio do reservatório será elevado em apenas 2 metros, atingindo constantemente a cota da atual crista do vertedor do barramento de regularização de vazão.

Há um baixo número de habitantes na bacia, com concentração maior ao redor da fábrica de papel da Bonet, mesma proprietária da CGH Bonet e possível empresa que ampliará a CGH para PCH Bonet. Logo a ampliação desta usina tende a trazer mais recursos para região, melhorando a vida dos funcionários da Bonet que lá habitam. A única questão fica em relação a qualidade da água, onde é recomendado que haja investimento de conscientização da população que lá habita para realizar o tratamento secundário de seus efluentes domésticos através de sistema composto por fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro.

Na região da PCH Tamanduá há baixíssimo número de moradores e as práticas econômicas que não serão afetadas pela implantação da PCH.

Como já explorado no Diagnóstico (Capítulo 7), a bacia hidrográfica do rio Tamanduá possui processo histórico forte na exploração da floresta ombrófila mista, tanto em atividade primária como as indústrias de transformação do extrativismo vegetal.

Em função da forte pressão que a floresta ombrófila mista sofre com o uso agrossilvipastoril, a proteção aos remanescentes florestais pode gerar futuros conflitos de uso. Atualmente não existem unidades de conservação na bacia do Tamanduá, entretanto, a bacia está totalmente inserida no Corredor Ecológico Timbó, instituído pelo Decreto Estadual nº 2.956/2010. As regras de utilização e ocupação dos corredores e seu planejamento são determinadas no plano de manejo da Unidade de Conservação à qual estiver associado, o que não é o caso do Corredor Ecológico Timbó.

A supressão de remanescentes da floresta ombrófila mista para a implantação dos aproveitamentos poderia entrar em conflito pela proteção desses remanescentes, sobretudo, destaca-se que o objetivo dos corredores ecológicos é unir a conservação da natureza ao desenvolvimento local e regional, integrando o desenvolvimento econômico à conservação da biodiversidade.

O Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina, através da Portaria nº 124/2016, criou na região hidrográfica do Corredor Ecológico Timbó um sistema de compensação ambiental para receber ações de reflorestamento, denominado Sistema de Créditos de Conservação (SICC), com base na Lei da Mata Atlântica nº 11.428/2006, em que toda

área devastada deve ser compensada por uma área do mesmo tamanho e com as mesmas características ecológicas.

O sistema vai agilizar a compensação ambiental de empreendimentos que têm que suprimir a vegetação durante a implantação, o diferencial é que as áreas não devem ser compradas nem pelo órgão público e nem pelos empreendedores. O que será feito é um pagamento ao proprietário rural que deverá conservar a área por um prazo que varia de 20 a 45 anos, nos locais previamente mapeados pelo IMA dentro dos Corredores Ecológicos de Timbó e Chapecó e não poderão ser Áreas de Proteção Permanente (APP) e nem de Reserva Legal.

O Planalto Norte de Santa Catarina, local onde se insere a bacia do rio Tamanduá possui projetos de assentamentos rurais, conforme indicado por Knorek (2015), na região são cerca de 460 famílias assentadas em vários polígonos de assentamentos, entre eles, assentamentos próximos aos empreendimentos PCH Tamanduá e PCH Espriado.

Percebeu-se na região que faltam políticas individualizadas para o desenvolvimento regional e territorial dos assentamentos rurais, havendo pouca participação da sociedade organizada nos conselhos e espaços de discussão e planejamento.

Em termos de políticas públicas, dois programas foram desenvolvidos que atendiam a região, programas estes de relevante importância não só para as comunidades assentadas, como para a população rural em geral, sendo: Projeto Microbacias II do Governo do Estado de Santa Catarina, atualmente extinto, e o Programa Território da Cidadania, surgiu em 2008 pelo Decreto da Presidência da República em 25 de fevereiro de 2008, como uma política pública que visa o desenvolvimento de regiões do interior do território brasileiro que apresentam deficiências socioeconômicas. Oriundo do Programa Territórios Rurais, lançado em 2003 pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA), o Programa está sob a responsabilidade da Casa Civil e coordenação do MDA, por meio da Secretaria de Desenvolvimento Territorial (SDT).

O Programa Território da Cidadania embora esteja ativo, não repassa recursos financeiros desde 2017, com isso, todos os programas e ações estão paralisadas.

Apesar da falta de incentivos há, por uma questão cultural, um forte aspecto de conservação ambiental na região do Planalto Norte. Em todo o território, a população rural apresenta um grande potencial de desenvolvimento a ser trabalhado.

10.2 SELEÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO DOS INDICADORES DE IMPACTO

O que se espera de um indicador socioambiental é que seja um elemento informativo – composto de termo ou expressão – que possa ser medido, a fim de caracterizar ou expressar efeitos ou tendências interativas, tanto de natureza ambiental como econômica e social.

Assim, pode-se afirmar que, a metodologia usada para definir quais os indicadores têm importância deve considerar o ambiente, além de avaliar a realidade em questão. Por outro lado, depois que um conjunto de indicadores for estabelecido, é essencial que eles privilegiem as interações entre os componentes e suas dimensões, refletindo o sistema na sua forma mais global, sem desconsiderar as partes. Portanto, eles devem privilegiar uma abordagem sistêmica.

Diante disso, a seleção dos indicadores foi definida utilizando como princípio o enfoque sistêmico, onde se procurou visualizar a área em estudo como um todo e como parte, a fim de compreender suas inter-relações.

Os Indicadores de Impactos socioambientais foram definidos baseando-se nas etapas anteriores e estão relacionados com as interações entre os componentes-síntese estudados (Quadro 43). Considera-se nesta etapa os impactos de efeito negativos e positivos permanentes decorrentes da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

Para cada componente-síntese foram definidos os referidos Indicadores de Impactos, os quais foram hierarquizados do mesmo modo que na etapa da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD). Com o objetivo de minimizar a subjetividade da avaliação de impactos, foi realizada a hierarquização destes, resultando no Grau de Ponderação (W) de cada impacto avaliado. Esta etapa também seguiu o método de análise hierárquica preconizado pelo Manual de Inventário Hidroelétrico (MME, 2007), desenvolvido por Thomas L. Saaty.

Ponderação dos Indicadores: Obtenção do Índice de Impacto Socioambiental

Os resultados obtidos em cada um dos componentes-síntese foram sistematizados de acordo com o grau de magnitude do impacto. A escala de magnitude para atribuição dos pesos variou entre 0 e 1,00, considerando-se 1 (um) para o máximo grau do impacto e 0 (zero) para a sua ausência, conforme Quadro 42.

Quadro 42 – Escala de Classificação de Impactos.

Escala de Classificação	Magnitude do Impacto
0 – 0,20	Baixo
0,21 - 0,40	Moderadamente Baixo
0,41 – 0,60	Médio
0,61 – 0,80	Moderadamente Alto
0,81 – 1,00	Alto

Para cada Indicador de Impacto foi realizada uma análise específica, cujos critérios de classificação permitiram definir uma escala de quantificação pelos especialistas. O Quadro 43 apresenta os Indicadores de Impactos Negativos para os cenários de médio e longo prazo, de acordo com o respectivo componente-síntese. Ressalta-se que os impactos positivos não entram nos cálculos e que são descritos de forma qualitativa na sequência, ao final dos cálculos dos impactos negativos.

Como resultados finais, a Quadro 74 e a Quadro 75, apresentam a importância relativa (peso) atribuída para cada Indicador de Impacto Ambiental, analisados nos cenários de médio (04 empreendimentos) e de longo (05 empreendimentos) prazo, respectivamente.

Com base nestes cenários também foram analisados os efeitos cumulativos e sinérgicos, decorrentes dos impactos socioambientais para os aproveitamentos hidrelétricos ora estudados.

Quadro 43 – Indicadores de Impacto Negativos.

Componente-síntese	Tipo de Impacto	Método de Análise	Indicador de Impacto	Referência
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Negativo	Quantitativo	Alteração da Qualidade da Água	A
			Bloqueio de Rotas Migratórias	B
			Perda de Habitat para Fauna Aquática	C
			Alterações no Regime Hídrico para Fauna Aquática no trecho de Jusante / Trecho de Vazão Reduzida	D
			Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semiaquática	E
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Negativo	Quantitativo	Perda de Cobertura Florestal Nativa	A
			Perda de Habitat para a Fauna Associada a FOM	B
			Perda de Habitat para a Fauna Associada a Áreas Úmidas (várzea)	C
			Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	D
			Susceptibilidade aos Processos Erosivos	E
Socioeconômico	Negativo	Quantitativo	Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril	A
			Acessibilidade	B
			Alteração nos Modos de Vida	C
			Interferência no Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico	D
			Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos	E

10.3 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NEGATIVOS

Apresenta-se a seguir a avaliação dos impactos socioambientais negativos e positivos decorrentes da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos na Bacia do rio Tamanduá. Conforme citado anteriormente, a avaliação de impacto foi realizada segundo os três componentes-síntese: Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, Meio Físico e Ecossistemas Terrestres e Socioeconomia.

CrITÉRIOS de Avaliação e Magnitudes dos Indicadores de Impacto

A seguir estão apresentados os critérios de avaliação e magnitudes dos Indicadores de Impacto nos componentes-síntese Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, Meio Físico e Ecossistemas Terrestres e Socioeconomia, nos cenários de médio prazo, com 04 (quatro) empreendimentos e longo prazo, com 05 (cinco) empreendimentos. Salienta-se que o cenário atual (01) considerou-se com os impactos já estabelecidos, ou seja nulos, pois são usinas antigas e o meio ambiente já se adaptou a esta realidade.

10.3.1 Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos

(A) Alteração da Qualidade da Água

Para ponderar os impactos ambientais negativos, referentes à qualidade da água foram considerados os resultados da Modelagem Ambiental da Qualidade da Água (Capítulo 8) para os parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, Clorofila a, Nitrogênio Orgânico, Amônia, Nitrito, Nitrato e Fósforo Orgânico e Ortofosfato.

O referido modelo considerou os dados decorrentes do Diagnóstico da Qualidade da Água, as características dos reservatórios e Trechos de Vazão Reduzida, a cumulatividade da cascata dos empreendimentos, a carga de poluentes dos tributários e o modelo hidrodinâmico.

Para a avaliação da magnitude do impacto negativo na qualidade da água superficial, adotou-se os valores mais críticos de cada parâmetro encontrados na modelagem (Qmlt) de implantação dos empreendimentos.

Foram estabelecidos *scores* para cada parâmetro, levando em consideração os valores de referência adotados na Resolução CONAMA 357/2005 e comparando-os com os valores da modelagem. O *score* final de cada empreendimento (magnitude) foi composto pela soma dos valores de cada parâmetro da modelagem (clorofila-a, OD, DBO, Nitrogênio Amoniacal, Nitrito, Nitrato e Fósforo Total), considerando 14,28% para cada parâmetro, portanto, o valor final somado variou de 0,0 a 1,0.

A classificação de cada parâmetro se deu através da análise se o parâmetro se alterava para superior ao CONAMA 357/2005 para um rio classe II.

CrITÉRIOS de classificação:

Baixo: Nenhum parâmetro acima dos limites legais – 0,00 a 0,20

Moderadamente Baixo: 1 a 2 parâmetros acima dos limites legais devido aos novos AHEs – 0,21 a 0,40

Médio: 3 parâmetros acima dos limites legais devido aos novos AHEs – 0,21 a 0,40

Moderadamente Alto: 4 parâmetros acima dos limites legais devido aos novos AHEs – 0,21 a 0,40

Alto: 5 a 7 parâmetros acima dos limites legais devido aos novos AHEs – 0,21 a 0,40

Quadro 44 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Alteração na Qualidade da Água – Cenário 02.

Alteração da Qualidade da Água	Parâmetros acima da Res. 357/05	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamanduá	1 – Fósforo Total	Moderadamente Baixo	0,30
PCH Espreado	1 – Fósforo Total	Moderadamente Baixo	0,00

Quadro 45 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Alteração na Qualidade da Água – Cenário 03.

Alteração da Qualidade da Água	Parâmetros acima da Res. 357/05	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamanduá	1 – Fósforo Total	Moderadamente Baixo	0,30
PCH Santa Cruz	1 – Fósforo Total	Moderadamente Baixo	0,30
PCH Espreado	1 – Fósforo Total	Moderadamente Baixo	0,00
PCH Bonet	1 – Fósforo Total	Moderadamente Baixo	0,20

(*) apesar dos AHEs apresentarem apenas o fósforo total acima do máximo para um rio Classe II segundo a Res. CONAMA 357/05, na localidade da CGH Bonet já se encontrava acima da legislação na campanha realizada, por isso, para PCH Tamanduá e PCH Santa Cruz tiveram valores de impactos maiores, pois o parâmetro de fósforo total estava dentro dos limites legais no trecho, e com a inserção dos aproveitamentos tendem a aumentar.

(B) Bloqueio de Rotas Migratórias

A construção de barramentos altera de maneira profunda e definitiva a dinâmica de deslocamento de populações ícticas em cursos hídricos, em especial espécies consideradas reofílicas. A implantação de empreendimentos hidrelétricos em um efeito cascata ao longo do curso de um rio, tende a intensificar os impactos nas comunidades aquáticas, em que a redistribuição de espécimes larvais e jovens de peixes é implicada. Para ambientes onde estas ocorrem, a inserção de estruturas físicas ao longo do curso de um rio, também prejudica a redistribuição de exemplares jovens. No entanto, a ausência de espécies com tal característica, tanto para o levantamento dos dados primários quanto de secundários, reporta a um baixo impacto com a implantação dos

empreendimentos projetados. Ressalta-se que espécies que realizam pequenos deslocamentos para conclusão de ciclo reprodutivo ou em busca de melhores sítios para o forrageio, tendem a ajustar-se em ambientes alterados, e em alguns casos, suas populações podem ser incrementadas no período pós-barramento.

CrITÉRIOS de classificação:

Baixa: 0 – 20

Moderadamente Baixa: 0,21 – 0,40

Média: 0,41 – 0,60

Moderadamente Alta: 0,61 – 0,80

Alta: 0,81 – 1,00

Quadro 46 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Bloqueio de Rotas Migratórias.

Bloqueio de rotas migratórias	Espécies reofíticas registradas	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamanduá	0	Baixa	0,02
PCH Santa Cruz	0	Baixa	0,02
PCH Espreado	0	Baixa	0,00
PCH Bonet	0	Baixa	0,00

(C) Perda de Habitat para Fauna Aquática

A implantação dos empreendimentos na Bacia do Rio Tamanduá pode implicar na modificação da dinâmica do curso d'água, reduzindo o fluxo hídrico entre ponto do barramento e a casa de força, criando áreas de aprisionamento na forma de pequenas poças temporárias ou permanentes, além de modificar a dinâmica do rio acima do barramento, transformando a condição lítica para uma condição lântica. Assim, dependendo do limite de tolerância de espécies animais, a natureza não terá condições de voltar a sua estabilidade inicial utilizando-se dos mecanismos de resiliência (ODUM, 1988), estabelecendo-se uma outra comunidade. Neste sentido, o critério de classificação será embasado na área para formar o reservatório.

CrITÉRIOS de classificação:

Baixa: 0 – 20 (0 a 1,5 km² de área do reservatório)

Moderadamente Baixa: 0,21 – 0,40 – (1,5 a 3,00 km² de área do reservatório)

Média: 0,41 – 0,60 (3 a 4,5 km² de área do reservatório)

Moderadamente Alta: 0,61 – 0,80 (4,5 a 6 km² de área do reservatório)

Alta: 0,81 – 1,00 (> que 6 km² de área do reservatório)

Quadro 47 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Perda de habitat para Fauna Aquática.

Área de Reservatório BHRT	Área reservatório	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamanduá	0,91 km ²	Baixa	0,14
PCH Santa Cruz	0,3 km ²	Baixa	0,06
PCH Espreado	0,00 km ² (res. No rio timbó)	Baixa	0
PCH Bonet	0,34 km ² (diferença do NA normal da CGH para a PCH)	Média	0,06

(D) Alterações no Regime Hídrico para Fauna Aquática no trecho de Jusante / Trecho de Vazão Reduzida

Através da alteração do regime hídrico, a fauna aquática é o grupo que sofre a maior influência. Tais impactos ficam intrinsicamente ligados devido a mudança das características do ambiente, com a redução do fluxo hídrico em corredeiras devido estar em área do trecho de vazão reduzida.

A análise da alteração do regime hídrico se dará a forma de avaliar a parte do trecho de vazão reduzida sobre o rio Tamanduá, averiguando a extensão do trecho que sofrerá mais com a diminuição do fluxo hídrico até ser restituído novamente, seja por algum contribuinte ou mesmo pelo retorno das águas do reservatório através do canal de restituição.

Critérios de classificação:

Baixa: 0 – 0,2 (sem TVR)

Moderadamente Baixa: 0,21 – 0,40 (TVR até 1 km)

Média: 0,41 – 0,60 (TVR até 5 km, com entrada de afluente no primeiro terço)

Moderadamente Alta: 0,61 – 0,80 (TVR até 5 km, sem entrada de afluente no primeiro terço)

Alta: 0,80 – 1,00 (TVR acima de 5 km)

Quadro 48 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Alteração no Regime Hídrico para Fauna Aquática – TVR.

Alteração no Regime Hídrico	Características	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamanduá	TVR maior que 5 KM e afluente em 1/3.	Média	0,50
PCH Santa Cruz	0	Baixa	0,00

Alteração no Regime Hídrico	Características	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Espreado	0	Baixa	0,00
PCH Bonet	TVR 2 km	Média	0,41

(E) Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semiaquática

Os saltos e cachoeiras, particularmente aqueles de médio e grande porte, propiciam um ambiente distinto para a fauna associada a paredões rochosos, como no caso de *Chaetura cinereiventris* (andorinhão-sobre-cinzentos) e *C. meridionalis* (andorinhão-do-temporal). Além dessas, *Limnomedusa macroglossa* (rã-do-rio), espécie ameaçada de extinção em nível estadual com possível ocorrência para a região de estudo habita as margens pedregosas de rios e pode ser registrada associada às margens das cachoeiras. Desta forma, são considerados um ambiente relevante para a avaliação da fauna do rio Tamandua cachoeiras com mais de 5 metros de queda que ocorrem tanto no rio Tamandua quanto no rio Timbó, rio que recebe as águas do rio Tamandua. Ao todo, duas cachoeiras foram registradas junto a bacia do rio Tamandua, sendo que essas cachoeiras terão seu regime hidrológico alterado pela implantação de aproveitamentos hidrelétricos, sendo os impactos sobre a fauna decorrentes dessa alteração ainda pouco conhecidos. Uma das cachoeiras já se encontra influenciada pelo barramento da CGH Tamandua, e outra cachoeira sofrerá os impactos devido a instalação da PCH Tamandua. Contudo, não foram registradas a utilização de ambientes de quedas pela fauna local até o momento.

Neste sentido, o peso foi considerado levando em consideração a presença de barramentos artificiais que alterem a vazão das cachoeiras atrelado à altura destas, sendo quanto maior a altura da cachoeira, maior o impacto.

Critérios de classificação:

Baixa: 0 – 20 (cachoeira com interferência)

Moderadamente Baixa: 0,21 – 0,40 – (cachoeira até 10 m sem interferência)

Média: 0,41 – 0,60 (cachoeira de 10 a 20 m de altura sem interferência)

Moderadamente Alta: 0,61 – 0,80 (cachoeira acima de 20 m de altura sem interferência)

Alta: 0,81 – 1,00 (mais de 2 cachoeiras sem interferência com mais de 10 m de altura).

Quadro 49 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Alteração de Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semiaquática.

Cachoeiras Impactadas	Quantidade Cachoeira/Altura	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamandua	1/13	Média	0,41
PCH Santa Cruz	0	Baixa	0,0

Cachoeiras Impactadas	Quantidade Cachoeira/Altura	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Espraiado	0	Baixa	0,0
PCH Bonet	1/20	Baixa	0,08

10.3.2 Meio Físico e Ecossistemas Terrestres

(A) Perda de Cobertura Florestal Nativa

Um dos primeiros impactos da interferência externa em um ecossistema natural é a supressão da cobertura florestal nativa, causando impactos bióticos e abióticos e redução das interações entre os organismos associados à flora.

A implantação de empreendimentos hidrelétricos implica na necessidade de supressão de vegetação em suas estruturas como as ombreiras do barramento, casa de força, sistema de adução, etc.) e na formação do reservatório, quando este extrapola a calha natural do rio.

Na bacia do rio Tamandua, onde cerca de 50% da área total da bacia é composta ainda por fragmentos florestais nativos da floresta ombrófila mista, conforme apresentado no Mapa de Uso do Solo (mapa nº 17 do caderno de mapas), a perda da cobertura vegetal implica em importante critério de análise, podendo ocasionar a supressão de espécies de grande valor ecológico.

Para o Indicador de Impacto “Perda de Cobertura Florestal Nativa”, o critério de avaliação foi a área de supressão de floresta ripária em cada aproveitamento.

Critérios de classificação:

Baixa: até 5 ha

Moderadamente Baixa: entre 5,1 ha e 10 ha

Média: entre 10,1 ha e 20 ha

Moderadamente Alta: entre 20,1 ha e 30 ha

Alta: acima de 30 ha

Quadro 50 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Perda de Cobertura Florestal Nativa.

Perda de Cobertura Florestal Nativa	Área de Supressão (ha)	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamandua	63,96	Alta	0,85
PCH Santa Cruz	15,44	Média	0,58
PCH Bonet	4,92	Baixa	0,10

Perda de Cobertura Florestal Nativa	Área de Supressão (ha)	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Espraiado	1,21	Baixa	0,20

Ressalta-se que na avaliação das áreas de supressão a PCH Tamanduá e PCH Bonet foram avaliadas integralmente, enquanto que a PCH Santa Cruz foi avaliado o trecho do remanso do reservatório e da PCH Espraiado apenas as estruturas da usina que estão na bacia do rio Tamanduá. Em virtude dessas condições de análise que se justifica a área de supressão da PCH Bonet ser maior que da PCH Espraiado, mas ter sido classificada com um peso menor, pois toda a estrutura que compreende o arranjo da PCH Espraiado, dentro da bacia do rio Timbó, é maior do que foi avaliado.

A magnitude do impacto para “Perda de Cobertura Florestal Nativa” a PCH Tamanduá ficou em Alta e a PCH Espraiado ficou em Baixa.

No caso da ampliação da CGH Bonet para a PCH Bonet a alteração da área do reservatório é mínima, conforme já informado, teria uma elevação de apenas 2 m, ficando na classe Baixa, já para a PCH Santa Cruz, do trecho avaliado do reservatório dentro da bacia do rio Tamanduá, a classe Média.

(B) Perda de Habitat para a Fauna Associada a FOM

A perda de habitat tem como consequências fundamentais a redução do habitat (nichos) disponível para os animais e a fragmentação das áreas remanescentes. O habitat é um fator ecológico fundamental para a sobrevivência das espécies por constituir local de abrigo, alimentação e reprodução. A sua supressão implica na redução dos recursos locais, limitando as possibilidades de manutenção de espécies de médio e pequeno porte na área.

As áreas onde serão implantadas estruturas necessárias para o empreendimento além do reservatório e estradas mantidas como acesso são impactos inerentes ao empreendimento e isto implica na redução dos recursos locais e espaço para área de vida (*home range*), limitando as possibilidades de manutenção de espécies na área, especialmente as de maior porte.

Neste sentido, o grau de avaliação da perda de habitat foi correlacionada em função da área de supressão vegetal em mata nativa, sendo considerada maior grau de influência quanto maior a área a ser suprimida.

Critérios de classificação:

Baixa: até 5 ha

Moderadamente Baixa: entre 5,1 ha e 10 ha

Média: entre 10,1 ha e 20 ha

Moderadamente Alta: entre 20,1 ha e 30 ha

Alta: acima de 30 ha

Quadro 51 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Perda de habitat para Fauna Associada a FOM.

Perda de Cobertura Florestal Nativa	Área de Supressão (ha)	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamanduá	63,96	Alta	0,85
PCH Santa Cruz	62,06	Média	0,58
PCH Espreado	0,39	Baixa	0,20
PCH Bonet	4,92	Baixa	0,18

(C) Perda de Habitat para a Fauna Associada a Áreas Úmidas (várzea)

Várzea é um tipo de vegetação característico que ocorre ao longo dos rios e planícies inundáveis. Esse ambiente é inundado de acordo com a pluviosidade do local, servido como uma área de “segurança” contra cheias.

A área do rio Tamanduá encontra-se numa região de pouca declividade em sua extensão intermediária, sendo que quando ocorre grandes volumes de chuva o seu nível acaba extravasando para suas laterais e deixando seu ambiente extremamente úmido.

As áreas de várzea em seu território são importantes para o pouso, alimentação, reprodução, dormitório e migração de aves, além de servir como dormitório e pontos de desovas e alimentação para ictiofauna. Uma das espécies de avifauna é intimamente ligada a esse ambiente, sendo a *Poliophtila lactea* (balança-rabo-leitoso).

Neste sentido, a classificação ocorrerá de acordo com a área de várzea que perderá sua função devido ao surgimento dos futuros lagos. Sua ponderação será a relação várzea impactada/calha do rio.

Critérios de classificação:

Baixa: até 1 vez a área da calha do rio

Moderadamente Baixa: de 2 a 3 vezes a área da calha do rio

Média: 3 a 5 vezes a área da calha do rio

Moderadamente Alta: 5 a 7 vezes a área da calha do rio

Alta: acima de 7 vezes a área da calha do rio

Quadro 52 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Perda de Habitat para Fauna Associada a Áreas Úmidas.

Perda de Cobertura Florestal Nativa	Área de Supressão (ha)	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamanduá	60,27	Média	0,46
PCH Santa Cruz	0	Baixa	0,0

Perda de Cobertura Florestal Nativa	Área de Supressão (ha)	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Espraiado	0	Baixa	0,0
PCH Bonet	0	Baixa	0,0

(D) Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas

As matas ciliares representam áreas remanescentes potenciais para espécies de hábitos florestais e generalistas, além de servirem, como ambientes para o deslocamento dessas espécies e colonização de fragmentos florestais ao longo da Bacia do Rio Tamandú.

As matas ciliares são um ambiente fundamental para as aves ripárias, como *Serpophaga nigricans* (joão-pobre), *Nannopterum brasilianus* (biguá), *Lochmias nematura* (joão-porca), *Chloroceryle americana* (martim-pescador-pequeno) *Ardea alba* (garça-branca-grande) e *Ardea cocoi* (garça-moura).

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

Na avaliação desta variável, foi considerada a perda de mata ciliar em função da implantação de cada aproveitamento hidrelétrico

Critérios de classificação:

Baixa: até 5 ha

Moderadamente Baixa: entre 5,1 ha e 10 ha

Média: entre 10,1 ha e 20 ha

Moderadamente Alta: entre 20,1 ha e 30 ha

Alta: acima de 30 ha

Quadro 53 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas.

Perda de Cobertura Florestal Nativa (APP)	Área de Supressão (ha)	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamandúá	59,10	Alta	0,82
PCH Santa Cruz	65,06	Alta	0,85
PCH Espraiado	0,39	Baixa	0,02
PCH Bonet	1,43	Baixa	0,05

(E) Susceptibilidade aos Processos Erosivos

A bacia hidrográfica do rio Tamanduá está inserida na Formação Botucatu, conforme já mencionado. A Formação Botucatu é constituída principalmente por arenitos quartzosos de granulação fina a média, resultado da grande desertificação do ainda continente Gondwana.

O resultado da desertificação foi a formação de extensos campos de dunas que foram depositados por ação eólica, formando os espessos pacotes de arenitos que hoje constituem o importante Aquífero Guarani.

Os solos formados a partir do intemperismo das rochas da Formação Botucatu guardam forte relação com sua granulometria, sendo geralmente arenosos e profundos, desse modo, são solos mais propensos à formação de processos erosivos.

Utilizando-se da análise da Susceptibilidade Erosiva, apresentada no Mapa nº 32 do caderno de mapas, onde as variáveis de análise contaram com os elementos geológicos, pedológicos, declividade e uso do solo, foi avaliado o impacto frente a implantação dos empreendimentos.

Neste caso, considerou-se a formação de reservatório e a implantação das estruturas de arranjo que provocam escavação no solo com a sobreposição ao mapa supracitado, que apontou os locais de maior e menor susceptibilidade, indicando assim os locais que estão mais susceptíveis aos processos erosivos.

Para o Indicador de Impacto “Susceptibilidade aos Processos Erosivos” em cada aproveitamento, foi classificado conforme apresentado a seguir.

Critérios de classificação:

Baixo: Pouco a Não Susceptível

Moderadamente Baixo: Pouco Susceptível

Médio: Moderadamente Susceptível

Moderadamente Alto: Muito Susceptível

Alto: Extremamente Susceptível

Quadro 54 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Susceptibilidade a Processos Erosivos.

Susceptibilidade aos processos erosivos	Área de Supressão e escavação de solo (%)	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamanduá	98,70	Moderadamente Alto	0,78
PCH Santa Cruz	100,00	Moderadamente Alto	0,80
PCH Bonet	50,00	Moderadamente Alto	0,62
PCH Espreado	100,00	Moderadamente Alto	0,80

Ressalta-se que na avaliação das áreas susceptíveis à erosão a PCH Tamanduá e PCH Bonet foram avaliadas integralmente, enquanto que a PCH Santa Cruz foi avaliado o trecho do remanso do reservatório e da PCH Espreado apenas as estruturas da usina que estão na bacia do rio Tamanduá.

É importante destacar que a cota média normal de operação para a CGH Bonet atualmente em operação é na EI 937,40 m e que seu NA máximo normal de operação, com reservatório de regularização, é na EI 939,40 m, ou seja, atualmente já se chega na elevação de mais dois metros no caso da vazão máxima turbinada.

O que se pretende com a ampliação da CGH Bonet para PCH Bonet é uma elevação de 2 m da cota média, ou seja, esse nível previsto já acontece, havendo de fato, apenas uma mudança de regime de nível eventual para nível fixo do reservatório.

10.3.3 Socioeconômico

(A) Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril

A implantação de empreendimentos hidrelétricos, implica na formação de área de reservatório, na grande maioria, delimitação das áreas de preservação permanente (APPs), além dos elementos do sistema de adução.

Existem diferentes formas de avaliação das terras onde serão afetadas por essas estruturas, podendo o empreendedor ser o proprietário integral da área de atingimento desde as etapas de prospecção de potencial energético, ou iniciar os levantamentos de campo concomitante com o processo de negociação das terras. O proprietário pode ser indenizado somente pela área afetada, pela área total da propriedade caso não seja mais possível a utilização dela integralmente, ter a negociação em forma de participação na geração de energia, acordar a área afetada como concessão de uso pela faixa administrativa ou ainda, nos casos de PCHs e UHEs em que não há negociação amigável, o empreendedor entrar com pedido de uso de área pela Declaração de Utilidade Pública – DUP.

Em casos de CGHs e PCHs, a área de alagamento é pequena, os reservatórios ficam, na maioria das vezes, integralmente na calha natural do rio, deixando as áreas para serem desapropriadas nas ombreiras e sistema adutor.

No caso dos empreendimentos da bacia hidrográfica do rio Tamanduá, existem particularidades, pois, para esse impacto, somente a PCH Tamanduá pode ser avaliada integralmente para esse indicador. A PCH Santa Cruz está sendo avaliada somente o trecho de reservatório dentro da bacia do rio Tamanduá, caso similar com a PCH Espreado, sendo considerado apenas o trecho da adução na bacia do Tamanduá. No caso da PCH Bonet, foram consideradas as áreas em que ainda serão passíveis de supressão para a repotencialização da usina. Ressalta-se que a CGH Bonet e a PCH Rio Timbó estão em operação desde o final da década de 1950.

Para o Indicador de Impacto “Perda de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril” em cada aproveitamento, foi classificado conforme apresentado a seguir.

Critérios de classificação:

Baixo: área atingida até 5% do total da desapropriação

Moderadamente Baixo: área atingida entre 5,1% e 15% do total da desapropriação

Médio: área atingida entre 15,1 % e 25% do total da desapropriação

Moderadamente Alto: área atingida entre 25,1 % e 50% do total da desapropriação

Alto: área atingida superior a 50% do total da desapropriação

Quadro 55 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Perda de Área potencial Agrossilvipastoril.

Perda de Área e Potencial Uso Agrossilvipastoril (agros.)	Desapropriação*			Classificação	
	Perda total de área (ha)	Perda de área agros. (ha)	Perda de área agros. (%)	Classe	Peso
PCH Tamanduá	131,4	15,6	11,9	Moderadamente Baixo	0,36
PCH Santa Cruz	77,0	10,4	13,5	Moderadamente Baixo	0,38
PCH Bonet	77,5	41,0	52,9	Alto	0,81
PCH Espreado	1,21	0,0	0,0	Baixo	0

*Considerando: área alagada, APP e estruturas de adução.

(B) Acessibilidade

Uma importante análise a ser feita acerca das obras de grande porte é sobre a condição das comunidades locais, mesmo que não sejam diretamente impactadas pelos empreendimentos, nos casos de desapropriação parcial ou integral, é sobre a acessibilidade das localidades envolvidas. Grandes áreas de alagamento podem interferir em estradas e pontes, não só de uso regional (acessos intermunicipais), como na integração social e comunitária entre as localidades (acessos vicinais municipais).

Para avaliar o impacto de cada empreendimento sobre a acessibilidade, foram analisados em primeiro lugar a situação apresentada do Diagnóstico Socioeconômico (Capítulo 7.3) que indicou a não existência de localidades rurais na bacia do rio Tamanduá, porém foi importante considerar que, independentemente dessa condição, existem acessos que ligam os municípios e que cortam a bacia do rio Tamanduá.

Para o Indicador de Impacto “Acessibilidade”, a classificação se deu conforme apresentado a seguir.

Critérios de classificação:

Baixo: Não intersecção com estradas, pontes e pontilhões.

Moderadamente Baixo: Intersecção somente em estradas e acessos, sem intersecção em pontes e pontilhões.

Médio: Intersecção com pontes, mas que não necessitarão serem realocadas, porém haverá adequação no acesso às cabeceiras das pontes.

Moderadamente Alto: Intersecção com pontes e estradas ou acessos em que as pontes não necessitarão serem realocadas, porém haverá adequação no acesso às cabeceiras das pontes e deslocamentos das estradas ou acessos.

Alto: Intersecção com pontes e estradas ou acessos em que as pontes necessitarão serem realocadas, com adequação no acesso às cabeceiras das pontes e deslocamentos das estradas ou acessos.

Quadro 56 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Acessibilidade.

Acessibilidade	Acessos	Pontes	Classificação	
			Classe	Peso
PCH Tamanduá	60 m de acesso a ponte (30 m cada margem do rio Tamanduá) em área de alagamento e APP	1 Ponte – SC 120, sentido Timbó Grande/Irineópolis	Médio	0,58
PCH Santa Cruz	430 m de estrada vicinal (incluindo a cabeceira da ponte) que vem da localidade de Espraiado em Porto União, sentido Irineópolis	1 Ponte – estrada vicinal de Irineópolis	Moderadamente Alto	0,70
PCH Bonet	s/intersecção	s/intersecção	Baixo	0,00
PCH Espraiado	s/intersecção	s/intersecção	Baixo	0,00

(C) Alteração nos Modos de Vida

Dentre a ampla gama de impactos causados por barragens, a alteração dos modos de vida de comunidades rurais é um dos mais significativos. Geralmente esse impacto está relacionado com o deslocamento populacional provocado pela criação de reservatórios.

O deslocamento induzido por barragens desencadeia diversos efeitos secundários, tais como o rompimento de laços sociais comunitários e transformações profundas nos modos de vida de comunidades rurais.

Há crescente evidência de que essas alterações em modos de vida são acompanhadas por transformações ecológicas, pois o sistema social e ecossistemas estão mutualmente interligados por laços de realimentação que produzem uma dinâmica de codependência entre si.

Geralmente, o deslocamento das populações rurais se dá nos casos de grandes reservatórios, ou seja, nos casos das UHEs, estando as PCHs e CGHs, na maioria das vezes, sem área de alagamento ou áreas diminutas, não sendo necessária a realocação das comunidades do entorno.

Para a análise desse impacto na bacia do rio Tamanduá, foram considerados os aspectos econômico e sociocultural. Do ponto de vista econômico considera-se a perda parcial ou total das propriedades e o impacto sobre a produção; a alteração da situação corrente dos empregados e arrendatários das propriedades atingidas; a alteração dos níveis de renda dos produtores e a perda das relações comerciais. Sob o ponto de vista

sociocultural tem-se a perda das relações socioculturais, incluindo as de vizinhança, parentesco e comunitárias.

Neste item, também é contemplada a possibilidade de mudança nos padrões de consumo das famílias, que passarão por alterações diferenciadas geograficamente, bem como os possíveis efeitos sobre alimentação, saúde, educação, habitação e segurança.

Por outro lado, a perda de terras e a possível desarticulação da produção familiar poderão causar redução dos níveis de renda e emprego dos agricultores. Isso poderá ocorrer também com os residentes nas áreas do reservatório. Concomitantemente, existem os fatores simbólicos de alterações dos modos de vida da população como o rompimento com a constituição do patrimônio familiar e da dinâmica nele existente. Por constituir-se em um impacto qualitativo que leva em consideração também a subjetividade da experiência dos indivíduos, não é possível mensurá-lo sem um aprofundamento empírico e análise de informações primárias. Todavia, conforme já exposto, a bacia do rio Tamandua possui baixa densidade populacional e no local dos aproveitamentos analisados não existem localidades a serem realocadas.

Para o Indicador de Impacto “Alteração nos Modos de Vida”, a classificação se deu conforme apresentado a seguir.

Critérios de classificação:

Baixo: Zero comunidades afetadas ou equipamentos comunitários.

Moderadamente Baixo: Zero comunidades afetadas, porém com afetação de equipamentos comunitários.

Médio: Uma comunidade afetada e equipamentos comunitários, porém sem necessidade de realocação.

Moderadamente Alto: Uma comunidade afetada e equipamentos comunitários, com necessidade de realocação somente do equipamento comunitário.

Alto: Uma ou mais comunidades afetadas e equipamentos comunitários, com necessidade de realocação.

Quadro 57 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Alteração dos Modos de Vida.

Acessibilidade	Equipamentos comunitários (acessos e pontes)		Comunidade afetada	Classificação	
				Classe	Peso
PCH Tamandua	60 m de acesso a ponte	1 Ponte – SC 120, sentido Timbó Grande/Irineópolis	Não	Moderadamente Baixo	0,25
PCH Santa Cruz	430 m de estrada vicinal (incluindo a cabeceira da ponte)	1 Ponte – estrada vicinal de Irineópolis	Não	Moderadamente Baixo	0,30
PCH Bonet	0	0	Não	Baixo	0,00
PCH Espriado	0	0	Não	Baixo	0,00

(D) Interferência no Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico

Obras consideradas de baixo impacto ambiental também podem causar significativo impacto no patrimônio arqueológico. Entretanto, existe um desafio de garantir mais oferta de energia elétrica frente ao aumento do consumo industrial, comercial e doméstico no país, gerando uma pressão governamental para que sejam implantadas as usinas para geração de energia e é dever dos empreendimentos garantir que o patrimônio histórico e arqueológico seja preservado.

Não só a construção de barragens como as grandes obras civis podem eliminar significativos sítios arqueológicos se não forem avaliados os locais de implantação previamente.

Para avaliar o impacto de cada empreendimento, foram considerados os sítios já identificados por meio de levantamentos arqueológicos possibilitando assim obter maior precisão na análise e na identificação de impactos aos sítios arqueológicos, sejam eles coloniais ou pré-coloniais.

Para o Indicador de Impacto “Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos” em cada aproveitamento, foi classificado conforme apresentado a seguir.

Critérios de classificação:

Baixo: Ausência de sítios ou sítios registrados apenas na Área de Influência Indireta e que não serão impactados pelo empreendimento, devido ao seu afastamento em relação ao mesmo e não necessitarão ações de preservação ou outro tipo de intervenção.

Moderadamente Baixo: N/A

Médio: Sítios que estão próximos aos empreendimentos, mas que não serão impactados diretamente, demandando ações de delimitação, sinalização e orientação das equipes de trabalhos dos empreendimentos para que saibam da existência destes sítios e possam atuar de forma preventiva, alterando acessos e áreas de descanso ou estacionamento para áreas afastadas dos sítios.

Moderadamente Alto: N/A

Alto: Sítios que serão impactados diretamente pelo empreendimento por se localizarem em locais de futuras obras, demandando o resgate/salvamento destes sítios, ou mesmo a criação de alternativas locais para os sítios.

Como critério de classificação, não havendo estudos arqueológicos nos aproveitamentos antigos e nos aproveitamentos em fase de Inventário Hidrelétrico, PCH Santa Cruz e PCH Bonet foi estabelecido peso de 0,40 para cada aproveitamento.

Quadro 58 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Interferência no patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico.

Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	Sítios identificados (AII, AID e ADA)	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamandua	04 - AII	Baixo	0,20
PCH Santa Cruz	Não prospectado, sem registro no IPHAN	Moderadamente Baixo	0,40

Interferência sobre Elementos Arqueológicos e Históricos	Sítios identificados (AII, AID e ADA)	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Bonet	Não prospectado, sem registro no IPHAN	Moderadamente Baixo	0,40
PCH Espraiado	04 - AID	Médio	0,50

Ressalta-se que as PCH Espraiado e Tamanduá possuem relativa proximidade e que os 04 sítios registrados conforme apresentado no Mapa das Comunidades Tradicionais (Mapa nº 19), ficam na área de ambos os aproveitamentos.

(E) Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos

Barragens têm sido construídas há milhares de anos e com os mesmos objetivos praticados atualmente, ou seja, para contenção de cheias, de represamento para geração de energia, fornecimento de água para a população, indústrias, irrigação, etc.

Ao mesmo em que a sociedade vem se utilizando de barragens há milhares de anos, seus usos dos recursos hídricos em geral podem entrar em conflito com os demais usuários da bacia hidrográfica. No caso da bacia hidrográfica do rio Tamanduá, conforme exposto, sua localização é sobre o Aquífero Guarani, elevando seu potencial de uso do manancial subterrâneo. Entretanto, a região não é densamente povoada e nem possui forte vocação agrícola, além do uso potencial para silvicultura.

A análise dos usuários da bacia foi desenvolvida com base nos dados do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina (2009) para a região SHPRH Timbó, que engloba a bacia hidrográfica do rio Timbó, do qual o rio Tamanduá faz parte, e bacias contribuintes do entorno.

Conforme o estudo indicado, quase a totalidade das demandas consuntivas superficiais no SHPRH Timbó tem como finalidade a indústria e principalmente a irrigação. O volume captado para cada finalidade é de, respectivamente, 69,4 litros por segundo e 1688,8 litros por segundo, o que corresponde, somados, a 99,5% do total do volume de água captado superficialmente no sistema hídrico.

O volume captado para o uso em criação animal, que representa apenas 0,006% do volume total captado, é proveniente de onze dos vinte pontos de captação superficial existentes no SHPRH Timbó, isso significa que 55% dos pontos de captação superficial no Sistema tem como única finalidade, o uso em criação animal. O volume captado em cada um dos onze pontos não ultrapassa a 0,28 litros por segundo, podendo ser considerados, segundo a legislação, pontos de captação de uso insignificante.

Conforme apresentado no Diagnóstico (Capítulo 7), dentro da bacia do rio Tamanduá há apenas um ponto cadastrado para abastecimento humano, servindo também para o uso industrial, no local da CGH Bonet, bem como apenas um ponto de lançamento, também no local da CGH Bonet, pontos estes que atendem a fábrica de papel e celulose e residências próximas.

Dessa maneira, até o levamento do Estado, e dada a baixa atividade antrópica na bacia, não se tem cadastro de usuários dentro ou próximo aos demais empreendimentos

analisados. Quanto aos poços cadastrados, os dados não indicam poços tubulares dentro da bacia do rio Tamanduá.

Para o Indicador de Impacto “Estimativa de Usuários dos Recursos Hídricos Atingidos” em cada aproveitamento, foi classificado conforme apresentado a seguir.

Crítérios de classificação:

Baixo: não existem usuários cadastrados

Moderadamente Baixo: somente 01 usuário cadastrado na AID do empreendimento

Médio: acima de 01 até 05 usuários cadastrados na AID do empreendimento

Moderadamente Alto: acima de 05 até 10 usuários cadastrados na AID do empreendimento.

Alto: acima 10 usuários cadastrados na AID do empreendimento

Quadro 59 – Avaliação dos Indicadores de Impactos Ambientais – Estimativa dos Usuários de Recursos Hídricos Atingidos.

Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos	Número de usuários	Classificação	
		Classe	Peso
PCH Tamanduá	0	Baixo	0,0
PCH Santa Cruz	0	Baixo	0,0
PCH Bonet	1	Moderadamente Baixo	0,1
PCH Espreado	0	Baixo	0,0

Ressalta-se o usuário de água cadastrado na bacia do rio Tamanduá e próximo a CGH Bonet é o proprietário da usina para abastecimento de energia da fábrica de papel e celulose.

10.4 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS NEGATIVOS

Para o cálculo do Índice de Impacto Ambiental (IIA) primeiramente foi realizada a hierarquização (W) dos Indicadores de Impacto por Componente-síntese. Para cada Indicador de Impacto atribuiu-se o referido Peso (P) conforme escala de classificação descrita na Quadro 60 e Quadro 61.

Com os Pesos dos Indicadores de Impactos (P) atribuídos, foi realizada a multiplicação destes pelos respectivos Graus de Ponderação (W):

P x W
P=Peso dos Indicadores de Impacto Ambiental
W=Grau de Ponderação

O Índice Socioambiental Negativo (IA) tem por objetivo expressar a intensidade do impacto negativo total do conjunto de aproveitamentos sobre a área de estudos.

Dessa forma, o IA das Alternativas foi calculado em 2 etapas:

- Etapa 1 – Composição do Índice de Impacto negativo da Alternativa sobre cada componente – síntese (IAC);
- Etapa 2 - Composição do Índice de Impacto negativo da Alternativa sobre o sistema socioambiental (IA).

O índice de impacto socioambiental negativo da alternativa de divisão de queda por componente-síntese (IAC) tem por intuito expressar os efeitos cumulativos e sinérgicos dos impactos do conjunto de aproveitamentos sobre cada componente-síntese. Para isso, é recomendado a obtenção de um índice de impacto cumulativo em cada subárea, definida no diagnóstico por meio da expressão abaixo:

$$I_{SA}^C(j,i) = I_{SA}^C(j,i-1) + \left[(1 - I_{SA}^C(j,i-1)) I_{SA}^C(j,i) \right] \Rightarrow i = 1, \dots, n \quad (1)$$

Onde:

$I_{SA}^C(j,i)$ Impacto cumulativo na subárea j quando se instalam os aproveitamentos 1, 2, ..., i da alternativa.

O índice de impacto negativo da alternativa sobre o componente-síntese (IAC) será obtido pela soma ponderada dos índices de impacto relativos às subáreas, ou seja:

$$IAC = \sum_j I_{SA}^C(j) P(j) \quad (2)$$

Onde:

$P(j)$ - Fator de Ponderação relativo a cada subárea i.

Para possibilitar a relativização dos índices de impacto para as subáreas estabelecidas no diagnóstico foram definidos fatores de ponderação em uma escala contínua de zero a um, cuja soma dos pesos é igual à unidade. Esta escala tem por finalidade manter os valores de IAC entre zero e um.

Composição do Índice de Impacto Negativo da Alternativa sobre o sistema socioambiental (IA).

Este índice é obtido pela soma ponderada dos Índices de Impacto Negativo da Alternativa sobre o Componente-síntese (IAC), calculados conforme as expressões (1) e (2).

$$IA = \sum IAC_i P_{ci} \quad (3)$$

Onde:

P_{ci} -Fator de Ponderação relativo a cada componente-síntese.

Visando manter os valores de IA entre zero e um, os pesos P_{ci} foram atribuídos também em uma escala contínua de zero a um, cuja soma dos pesos é igual à unidade.

Para este estudo, os fatores de ponderação utilizados a fim de possibilitar a relativização dos Índices de Impacto foram obtidos com base no Método de Análise Hierárquica descrito a seguir.

Método de Análise Hierárquica – Saaty

Cada componente-síntese e seus elementos de avaliação apresentam um nível de participação próprio dentro do sistema em análise. Assim, a atribuição do grau de importância dos Componentes-sínteses e de seus elementos de avaliação constitui-se em parâmetros essenciais para a geração do índice de impacto socioambiental. Para isto, é necessário considerar o cenário em que estão inseridas as alternativas e estabelecer critérios que permitam fomentar esta hierarquização. No entanto, como a articulação destes critérios possui certo teor de subjetividade, no presente estudo utilizou-se o método de análise hierárquica desenvolvido por Thomas L. Saaty como ferramenta no processo decisório de classificação.

Este método procura hierarquizar os elementos por meio de comparações paritárias, onde o processo de atribuição de importância relativa implica em $(i,j) = 1/a(j,i)$ e a matriz é então definida recíproca. Em outras palavras, o elemento preferencial recebe uma nota de 1 a 9 e o elemento preterido recebe o valor recíproco desta nota (Quadro 60).

Quadro 60 – Hierarquização.

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

A partir da matriz são efetuados cálculos para obtenção do autovetor de maior valor que corresponde ao “vetor das prioridades”, expressando os pesos relativos entre os componentes comparados. O método adotado satisfaz o processo de avaliação, pois permite a operação quantitativa a partir de variáveis qualitativas, com elementos multicriteriais relevantes à identificação dos pontos de fragilidade e sensibilidade do cenário em análise. Além disso, este método permite medir a consistência dos julgamentos realizados e, dessa forma, obtendo-se resultados confiáveis. A inconsistência nos julgamentos é frequente, portanto, a matriz de comparação pareada deve ter sua consistência verificada pela comparação do Índice de Consistência (IC) (Equação 1) e Índice de Consistência Randômico (IR).

$$IC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1} \quad (4)$$

Onde:

n – Dimensão da matriz

$\lambda_{m\acute{a}x}$ - é dado pela equação 2

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \sum_{i=1}^n \frac{Y_i / W_i}{n - 1} \quad (5)$$

A razão entre IC e IR corresponde à máxima inconsistência e deve ser $\leq 0,1$ que corresponde a no máximo 10% de inconsistência. O Valor IR é dado pelo Quadro 61 a seguir, onde n corresponde à dimensão da matriz de critérios.

Quadro 61 – Índice de Consistência Randômico.

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

Quadro 62 – Ponderação dos Impactos dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos.

Componente-síntese	Tipo de Impacto	Método de Análise	Indicador de Impacto	Avaliação					Total	Normalização					Grau de Ponderaçã o (W)	Y	Y/W
				Alteração da Qualidade da Água	Bloqueio de Rotas Migratórias	Perda de Habitat para Fauna Aquática	Alterações no Regime Hídrico para Fauna Aquática no trecho de Jusante / Trecho de Vazão Reduzida	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semiaquática		Alteração da Qualidade da Água	Bloqueio de Rotas Migratórias	Perda de Habitat para Fauna Aquática	Alterações no Regime Hídrico para Fauna Aquática no trecho de Jusante / Trecho de Vazão Reduzida	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semiaquática			
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Negativo	Quantitativo	Alteração da Qualidade da Água	1.00	1.00	3.00	0.33	0.33	5.67	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.62	5.17
			Bloqueio de Rotas Migratórias	1.00	1.00	7.00	0.33	0.33	9.67	0.12	0.12	0.28	0.12	0.12	0.15	0.78	5.13
			Perda de Habitat para Fauna Aquática	0.33	0.14	1.00	0.14	0.14	1.76	0.04	0.02	0.04	0.05	0.05	0.04	0.20	5.02
			Alterações no Regime Hídrico para Fauna Aquática no trecho de Jusante / Trecho de Vazão Reduzida	3.00	3.00	7.00	1.00	1.00	15.00	0.36	0.37	0.28	0.36	0.36	0.34	1.78	5.18
			Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semiaquática	3.00	3.00	7.00	1.00	1.00	15.00	0.36	0.37	0.28	0.36	0.36	0.34	1.78	5.18
Total				8.33	8.14	25.00	2.81	2.81	47.10							Média	5.14
												IR =	1.120	IC =	0.034	RC=IC/IR =	3.073%

Quadro 63 – Ponderação dos Impactos dos Ecossistemas Terrestres e Meio Físico.

Componente-síntese	Tipo de Impacto	Método de Análise	Indicador de Impacto	Avaliação					Total	Normalização					Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
				Perda de Cobertura Florestal Nativa	Perda de Habitat para a Fauna Associada a FOM	Perda de Habitat para a Fauna Associada a Áreas Úmidas (várzea)	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	Susceptibilidade aos Processos Erosivos		Perda de Cobertura Florestal Nativa	Perda de Habitat para a Fauna Associada a FOM	Perda de Habitat para a Fauna Associada a Áreas Úmidas (várzea)	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	Susceptibilidade aos Processos Erosivos			
Ecossistemas Terrestres e Meio Físico	Negativo	Quantitativo	Perda de Cobertura Florestal Nativa	1.00	5.00	1.00	5.00	5.00	17.00	0.38	0.45	0.23	0.65	0.38	0.42	2.46	5.84
			Perda de Habitat para a Fauna Associada a FOM	0.20	1.00	1.00	0.33	1.00	3.53	0.08	0.09	0.23	0.04	0.08	0.10	0.54	5.18
			Perda de Habitat para a Fauna Associada a Áreas Úmidas (várzea)	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	7.00	0.38	0.09	0.23	0.13	0.23	0.21	1.15	5.37
			Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	0.20	3.00	1.00	1.00	3.00	8.20	0.08	0.27	0.23	0.13	0.23	0.19	1.02	5.40
			Susceptibilidade aos Processos Erosivos	0.20	1.00	0.33	0.33	1.00	2.87	0.08	0.09	0.08	0.04	0.08	0.07	0.40	5.41
			Total	2.60	11.00	4.33	7.67	13.00	38.60							5.44	
												IR =	1.120	IC =	0.110	RC=IC/IR =	9.787%

Quadro 64 – Ponderação dos Impactos Socioeconômicos.

Componente-síntese	Tipo de Impacto	Método de Análise	Indicador de Impacto	Avaliação					Total	Normalização					Grau de Ponderação (W)	Y	Y/W
				Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril	Acessibilidade	Alteração nos Modos de Vida	Interferência no Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico	Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos		Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril	Acessibilidade	Alteração nos Modos de Vida	Interferência no Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico	Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos			
Socioeconômico	Negativo	Quantitativo	Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	9.00	0.27	0.28	0.36	0.20	0.23	0.27	1.48	5.50
			Acessibilidade	1.00	1.00	3.00	1.00	5.00	11.00	0.27	0.28	0.36	0.20	0.38	0.30	1.67	5.55
			Alteração nos Modos de Vida	0.33	0.33	1.00	1.00	3.00	5.67	0.09	0.09	0.12	0.20	0.23	0.15	0.81	5.48
			Interferência no Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	0.27	0.28	0.12	0.20	0.08	0.19	1.00	5.25
			Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos	0.33	0.20	0.33	1.00	1.00	2.87	0.09	0.06	0.04	0.20	0.08	0.09	0.48	5.19
			Total	3.67	3.53	8.33	5.00	13.00	33.53								5.39
												IR =	1.120	IC =	0.098	RC=IC/IR =	8.774%

Quadro 65 – Cálculos dos índices de Impactos Ambientais – EA – Cenário 02.

Ecossistemas Aquáticos - EA				
W	CGH Bonet	PCH Tamanduá	PCH Espreado	PCH Rio Timbó
0.120	0.00	0,30	0,00	0.00
0.152	0.00	0.02	0.00	0.00
0.040	0.00	0.14	0.00	0.00
0.344	0.00	0.50	0.00	0.00
0.344	0.00	0.41	0.00	0.00
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado				
A	0.00	0,04	0.00	0.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.01	0.00	0.00
D	0.00	0.17	0.00	0.00
E	0.00	0.14	0.00	0.00
lia	0.00	0.36	0.00	0.00

Quadro 66 – Cálculos dos índices de Impactos Ambientais – ET – Cenário 02.

Ecossistemas Terrestres - ET				
W	CGH Bonet	PCH Tamanduá	PCH Espreado	PCH Rio Timbó
0.421	0.00	0.85	0.20	0.00
0.104	0.00	0.85	0.20	0.00
0.213	0.00	0.46	0.00	0.00
0.188	0.00	0.82	0.02	0.00
0.073	0.00	0.78	0.80	0.00
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado				
A	0.00	0.36	0.08	0.00
B	0.00	0.09	0.02	0.00
C	0.00	0.10	0.00	0.00
D	0.00	0.15	0.00	0.00
E	0.00	0.06	0.06	0.00
lia	0.00	0.76	0.17	0.00

Quadro 67 – Cálculos dos índices de Impactos Ambientais – SE – Cenário 02.

Socioeconômico - SE				
W	CGH Bonet	PCH Tamanduá	PCH Espreado	PCH Rio Timbó
0.269	0.00	0.36	0.00	0.00
0.300	0.00	0.58	0.00	0.00
0.147	0.00	0.25	0.00	0.00
0.191	0.00	0.20	0.50	0.00
0.093	0.00	0.00	0.00	0.00
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado				
A	0.00	0.10	0.00	0.00
B	0.00	0.17	0.00	0.00
C	0.00	0.04	0.00	0.00
D	0.00	0.04	0.10	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00
lia	0.00	0.35	0.10	0.00

Quadro 68 – Cálculos dos índices de Impactos Ambientais – EA – Cenário 03.

Ecossistemas Aquáticos - EA					
W	PCH Bonet	PCH Tamanduá	PCH Espreado	PCH Rio Timbó	PCH Santa Cruz
0.120	0,20	0,30	0,00	0.00	0,30
0.152	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02
0.040	0.06	0.14	0.00	0.00	0.06
0.344	0.41	0.50	0.00	0.00	0.00
0.344	0.08	0.41	0.00	0.00	0.00
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado					
A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
D	0.14	0.17	0.00	0.00	0.00
E	0.03	0.14	0.00	0.00	0.00
lia	0.17	0.32	0.00	0.00	0.01

Quadro 69 – Cálculos dos índices de Impactos Ambientais – ET – Cenário 03.

Ecossistemas Terrestres - ET					
W	PCH Bonet	PCH Tamanduá	PCH Espreado	PCH Rio Timbó	PCH Santa Cruz
0.421	0.10	0.85	0.20	0.00	0.58
0.104	0.18	0.85	0.20	0.00	0.58
0.213	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00
0.188	0.05	0.82	0.02	0.00	0.85
0.073	0.62	0.78	0.80	0.00	0.80
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado					
A	0.04	0.36	0.08	0.00	0.24
B	0.02	0.09	0.02	0.00	0.06
C	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
D	0.01	0.15	0.00	0.00	0.16
E	0.05	0.06	0.06	0.00	0.06
lia	0.12	0.76	0.17	0.00	0.52

Quadro 70 – Cálculos dos índices de Impactos Ambientais – SE – Cenário 03.

Socioeconômico - SE					
W	PCH Bonet	PCH Tamanduá	PCH Espreado	PCH Rio Timbó	PCH Santa Cruz
0.269	0.81	0.36	0.00	0.00	0.38
0.300	0.00	0.58	0.00	0.00	0.70
0.147	0.00	0.25	0.00	0.00	0.30
0.191	0.40	0.20	0.50	0.00	0.40
0.093	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Impacto negativo por elemento de avaliação ponderado					
A	0.22	0.10	0.00	0.00	0.10
B	0.00	0.17	0.00	0.00	0.21
C	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04
D	0.08	0.04	0.10	0.00	0.08
E	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
lia	0.30	0.35	0.10	0.00	0.43

Após considerar as devidas interações e relativizações, o índice de impacto por aproveitamento foi submetido a uma análise, a fim de verificar o efeito cumulativo do conjunto de aproveitamentos por Alternativa, onde foi obtido o IAC (Índice de Impacto Negativo da Alternativa sobre o Componente-síntese), conforme apresentam os quadros a seguir.

Os estudos realizados na etapa de diagnóstico devem levar a compartimentação espacial do quadro referencial de cada componente-síntese na área de estudo em subunidades, aqui denominadas subáreas, mediante a análise de suas características de similaridade ou diferenciação. As subáreas são definidas como recortes territoriais contínuos que apresentam relações e processos particulares que as distinguem das demais e que determinam sua relação com a dinâmica do componente-síntese na área de estudo como um todo.

A utilização deste procedimento metodológico permite obter a base para a identificação dos impactos de cada aproveitamento e de sua interação com os componentes-síntese em cada subárea, bem como a visão do conjunto dos impactos dos aproveitamentos localizados em cada subárea e daqueles que extrapolam os limites dessas áreas.

No caso deste estudo, pela similaridade da área onde ficam (relevo, geologia, hidrogeologia, fauna e flora, atividades econômicas e sociais) foi considerado apenas uma área.

Quadro 71 – Cálculo da Cumulatividade dos Impactos por Cenário – EA.

Ecossistemas Aquáticos						
	Cenário 01		Cenário 02		Cenário 03	
	AHE	lia	AHE	lia	AHE	lia
CGH Bonet	I	0.00	I	0.00	I	0.00
PCH Bonet	II		II		II	0.20
PCH Tamanduá	III		III	0.36	III	0.36
PCH Espreado	IV		IV	0.00	IV	0.00
PCH Rio Timbó	V	0.00	V	0.00	V	0.00
PCH Santa Cruz	VI		VI		VI	0.04
$I_{SA}^C(j)$		0.00		0.36		0.51
$I_{SA}^C(j) * P(j)$		0.00		0.36		0.51
IAC		0.00		0.36		0.51

Quadro 72 – Cálculo da Cumulatividade dos Impactos por Cenário – ET.

Ecossistemas Terrestres						
	Cenário 01		Cenário 02		Cenário 03	
	AHE	lia	AHE	lia	AHE	lia
CGH Bonet	I	0.00	I	0.00	I	0.00
PCH Bonet	II		II		II	0.12
PCH Tamanduá	III		III	0.76	III	0.76
PCH Espreado	IV		IV	0.17	IV	0.17
PCH Rio Timbó	V	0.00	V	0.00	V	0.00
PCH Santa Cruz	VI		VI		VI	0.52
$I_{SA}^C(j)$		0.00		0.80		0.91
$I_{SA}^C(j) * P(j)$		0.00		0.80		0.91
IAC		0.00		0.80		0.91

Quadro 73 – Cálculo da Cumulatividade dos Impactos por Cenário – SE.

Socioeconômico						
	Cenário 01		Cenário 02		Cenário 03	
	AHE	lia	AHE	lia	AHE	lia
CGH Bonet	I	0.00	I	0.00	I	
PCH Bonet	II		II		II	0.30
PCH Tamanduá	III		III	0.35	III	0.35
PCH Espraiado	IV		IV	0.10	IV	0.10
PCH Rio Timbó	V	0.00	V	0.00	V	0.00
PCH Santa Cruz	VI		VI		VI	0.43
$I_{SA}^C(j)$		0.00		0.41		0.77
$I_{SA}^C(j) * P(j)$		0.00		0.41		0.77
IAC		0.00		0.41		0.77

Quadro 74 – Resumo dos Índices Ambientais Cumulativos – IAC.

Componentes-Síntese	Cenários		
	1	2	3
SE	0.000	0.408	0.766
EcT	0.000	0.797	0.914
EcA	0.000	0.358	0.506

Quadro 75 – Índices Ambientais FINAIS (IA) por Cenário Ponderados pelo ISA (W).

Avaliação de Impactos Ambientais - AIBH Rio Tamanduá				
IA - Componentes-Síntese	W (ISA)	Cenário 01	Cenário 02	Cenário 03
SE	0.137	0.000	0.056	0.105
EcT	0.407	0.000	0.324	0.372
EcA	0.456	0.000	0.163	0.231
IA	1.00	0.000	0.543	0.708

Salienta-se que este método é para comparação e escolha de alternativas no Inventário Hidroenergético, porém utilizado na AIBH não como forma excludente de cenários temporais, mas para ter noção da cumulatividade dos impactos de implantação de todos possíveis AHEs.

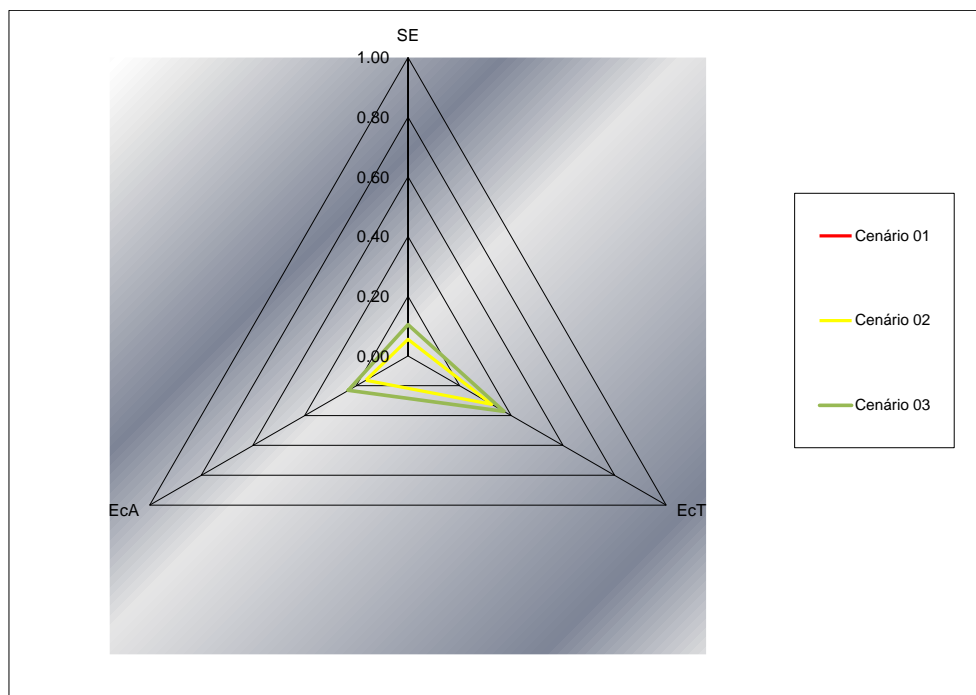


Figura 8 – Índices Ambientais FINAIS (IA) por Cenário Ponderados pelo ISA (W).

10.5 ANÁLISE AMBIENTAL MULTICRITÉRIO

Conforme preconizado no Manual do Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas (MME, 2007), esta etapa tem como finalidade apresentar os resultados da avaliação dos efeitos da implantação dos empreendimentos que compõem os cenários de analisados, incluindo os cumulativos e sinérgicos.

Foram identificados os principais impactos dos cenários analisados sobre os componentes-síntese, bem como aqueles resultantes das interações entre os componentes, destacando os processos socioambientais mais relevantes para a bacia que deverão ser considerados na concepção e implantação dos futuros empreendimentos.

Os aspectos mais sensíveis do sistema ambiental e para cada componente-síntese foram destacados, sendo retratada sua expressão espacial em “áreas de fragilidade” em cada componente-síntese, obtidas pelo cruzamento das áreas de sensibilidade identificadas dos impactos decorrentes do conjunto de aproveitamentos a ser implantado por cada componente-síntese.

A análise integrada dos cenários avaliados destacou:

- As áreas de fragilidade em relação aos impactos mais significativos decorrentes do conjunto dos aproveitamentos hidroelétricos.
- As áreas onde são identificados os efeitos cumulativos e sinérgicos mais significativos.
- Os conflitos existentes e potenciais.

10.5.1 Metodologia

Para a espacialização dos dados de Índice de Impacto Ambiental (IIA) conforme cada cenário estabelecido, foi utilizado o método de interpolação por meio da Ponderação do Inverso da Distância (IDW), no *software* ArcGis 10.5. Este método prediz um valor para o local não medido empregando os valores amostrados à sua volta, com maior peso para os valores mais próximos e menor peso conforme a distância do ponto amostral aumenta (VARGAS et al., 2018).

Foram avaliados três ecossistemas distintos, sendo eles o ecossistema terrestre, ecossistema aquático e o socioeconômico. Para cada ecossistema, foram avaliados os cenários de médio e longo prazo, ou seja, partindo do cenário atual onde já existem barramentos em operação, analisou-se os cenários futuros de implantação dos demais aproveitamentos avaliados.

Para o segundo cenário (médio prazo), os aproveitamentos hidrelétricos considerados foram: PCH Tamanduá e PCH Espreado (projeto) e as usinas PCH Rio Timbó e CGH Bonet em operação. No terceiro cenário (longo prazo) os aproveitamentos tratados continuaram os mesmos do cenário anterior, mas incluindo os aproveitamentos que constam no Inventário Hidroelétrico aprovado pela ANEEL, como já exposto, que podem vir a ser implantadas, caso haja interesse. Nesse cenário, a CGH Bonet poderá ser repotencializada e se torna PCH Bonet e a PCH Santa Cruz a ser implantada no rio Timbó, mas como a maior parte do reservatório no rio Tamanduá foi acrescentada, totalizando cinco PCHs na bacia do rio Tamanduá.

Os valores amostrais do índice de impacto ambiental foram vetorizados para *shapefile* e distribuídos ao redor das estruturas e reservatórios de cada aproveitamento, conforme o ecossistema e cenário analisado. Ao final, foram produzidos dois mapas por ecossistemas, resultando em seis mapas de índice de impacto ambiental. Este indicador apresenta valores que variam de 0 a 1, sendo os valores menores representados pela coloração verde, os maiores pela cor vermelha e os intermediários por amarelo/laranja.

10.5.2 Resultados

A proposta de análise tem por finalidade apontar as áreas onde ocorrem os maiores impactos com a implantação dos empreendimentos propostos. Desse modo, os dados espaciais se tornam também instrumentos de gestão para a implantação dos futuros empreendimentos na bacia hidrográfica.

Os dados levantados que serviram de entrada para a elaboração da análise multicritério vieram de todos os processos prognósticos de avaliação, estes levando em consideração todo o levantamento dos elementos naturais e antrópicos da bacia hidrográfica do rio Tamanduá.

O último dos processos analisa a entrada dos empreendimentos na projeção dos cenários futuros e seu peso para cada ecossistema avaliado. De tudo que se tem levantado, sabemos que o Ecossistema Terrestre ficou com a maior sensibilidade e, por consequência, o maior peso nos impactos. Tal fato se deve a pressão que os remanescentes da floresta ombrófila mista sofrem dos usos antrópicos e a fragilidade de se aliar tais atividades e conservação. Bem como a fragilidade do Arenito Botucatu e as condições hidrogeológicas.

Na análise, nos dois cenários analisados, de médio e longo prazo, o ecossistema aquático mostrou-se o melhor dos índices ambientais. A socioeconomia fica com o

segundo lugar dos índices. No ecossistema terrestre o índice se mostrou mais elevado, estando numa escala mais alta da favorabilidade para restritividade.

Os empreendimentos analisados possuem características diferenciadas de análise nessa Avaliação Integrada, sendo uma metodologia aplicada aos Inventários Hidroelétricos para escolha de partição de quedas, todos os AHEs levantados em um inventário avaliados na etapa ambiental estão inseridos integralmente no trecho ou bacia hidrográfica do objeto inventariado.

Entretanto, a particularidade que está se dando essa Avaliação Integrada faz com que, somente a PCH Tamanduá seja avaliada integralmente, uma vez que os AHEs PCH Espirado e PCH Santa Cruz não estão totalmente inseridos na bacia hidrográfica do rio Tamanduá, o cenário atual já conta com dois empreendimentos em operação desde a década de 1960 e a repotencialização da CGH Bonet não irá interferir significativamente no arranjo existente.

Diante da particularidade apresentada, os impactos do ecossistema terrestre para a implantação da PCH Tamanduá, frente a análise integral desse aproveitamento, se tornam um pouco maior do que os impactos avaliados parcialmente para os demais aproveitamentos.

Os mapas da análise multicritério elaborados podem ser observados no caderno de mapas, mapas nº 41 a 46.

Por fim, entende-se que as diretrizes irão pontuar a melhor forma de planejamento frente a implantação para que os impactos possam ser avaliados desde a prevenção a mitigação.

10.6 IMPACTOS POSITIVOS

- **Recuperação de Vegetação de Área de APP**

Assim como a implantação de usinas hidrelétricas provocam a supressão de vegetação e, conseqüentemente, um impacto negativo, a recomposição da Área de Preservação Permanente, prevista como instrumento legal, provoca um impacto positivo, se considerar a pressão que o uso antrópico exerce sobre a vegetação ripária e a formação de conectividade entre os fragmentos florestais.

De acordo com o levantamento realizado do uso do solo para a bacia hidrográfica do rio Tamanduá, 49,2% do total da bacia tem uso antrópico, somando as áreas de silvicultura, pastagem e agricultura.

Individualmente, na PCH Tamanduá do total da área mínima indicada para composição da APP, 18,7% possui uso antrópico, na PCH Bonet 51,7% é de uso antrópico e na PCH Santa Cruz é de 11,4%.

Da condição legal de criação de APP para as usinas avaliadas, todas teriam um ganho de área de recuperação ambiental, uma vez que é condição que a APP seja recuperada com espécies nativas, além de formarem conectividade entre os fragmentos florestais analisados na bacia hidrográfica do rio Tamanduá.

Como indicador dessa avaliação, também foi projetado o Índice de Recomposição, ou seja, o quanto se perde de vegetação na supressão e o quanto se ganha em área de APP nos empreendimentos. Ressalta-se que esse indicador como uma metodologia da análise de ecologia da paisagem, leva em consideração a área total e não somente as

áreas para recomposição de vegetação, uma vez que se leva em conta a proteção da vegetação nativa existente.

a) Índice de Recomposição (Supressão x Revegetação)

O índice da recomposição se dá pela divisão da revegetação sobre a supressão. Valores maiores que 1 representam um índice positivo, ou seja, a área de revegetação é maior que a supressão, e valores abaixo de 1 significam um índice negativo, onde haverá maior supressão que revegetação.

Quadro 76 - Índice de recomposição calculados para uma faixa de 30 m entorno do futuro reservatório e supressão geral.

Aproveitamento	Supressão (ha)	Revegetação (ha)	Índice de recomposição (revegetação/supressão)
PCH Tamanduá	63,96	67,45	1,05
PCH Santa Cruz	15,44	61,58	3,99
PCH Bonet	4,92	72,53	14,73

Conforme já mencionado, a ampliação da CGH Bonet em PCH Bonet possui uma elevação mínima de 2 m, gerando uma pequena área a ser suprimida, entretanto uma grande área de APP é formada, motivo pelo qual o índice dessa usina é mais alto que as demais que entram com um novo reservatório.

- **Da Compensação Ambiental**

A instalação de um empreendimento hidrelétrico em geral causa a inundação de áreas com presença de florestas nativas, estas por sua vez devem ser suprimidas para que haja a formação do reservatório, um impacto ambiental significativo, em especial quando leva à inundação de extensas áreas.

O processo de supressão de vegetação nativa para instalação do empreendimento vai acarretar na direta redução na cobertura vegetal local, e também desencadeará outros impactos, principalmente sobre a fauna.

Segundo o Art. 17 da Lei 11.428/06, quando se fala em supressão de vegetação, nos estágios médio e avançado de regeneração fica condicionado à compensação ambiental na forma da destinação de área equivalente a extensão da área desmatada, com mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, de preferência no mesmo município.

Art. 17. O corte ou a supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração do Bioma Mata Atlântica, autorizados por esta Lei, ficam condicionados à compensação ambiental, na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica, e, nos casos previstos nos arts. 30 e 31, ambos desta Lei, em áreas localizadas no mesmo Município ou região metropolitana.

Isso vem de encontro ao apresentado no Art. 26 da Lei 6.660/2008, que para fins de cumprimento do disposto nos arts. 17 e 32, inciso II, da Lei nº 11.428, de 2006, o empreendedor deverá:

I - Destinar área equivalente à extensão da área desmatada, para conservação, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica e, nos casos previstos nos Arts. 30 e 31 da Lei nº 11.428, de 2006, em áreas localizadas no mesmo Município ou região metropolitana; ou

II - Destinar, mediante doação ao Poder Público, área equivalente no interior de unidade de conservação de domínio público, pendente de regularização fundiária, localizada na mesma bacia hidrográfica, no mesmo Estado e, sempre que possível, na mesma microbacia hidrográfica.

A compensação ambiental, portanto, é um mecanismo que visa contrabalançar os impactos ambientais previstos na implantação de empreendimento, principalmente nos casos onde ocorre a supressão de vegetação. Desta forma a compensação é uma medida legal imposta ao empreendedor devido aos impactos ocasionados pelo processo de supressão de vegetação nativa para instalação do empreendimento.

Alternativamente podem-se propor priorizar a compensação ambiental por meio do plantio de mudas de árvores nativas de forma que haja recuperação de áreas degradadas dentro da área de estudo (Bacia Hidrográfica do Rio Tamandua). A recuperação destas áreas degradadas ajuda na conectividade entre os fragmentos florestais remanescentes, servindo de corredor ecológico para as diferentes espécies da fauna e auxiliando na interação com a biodiversidade.

Esta prática de recuperação gera um ganho ambiental, e por consequência se transforma em um impacto positivo a ser levado em consideração no presente estudo.

• **Alteração nas Arrecadações Municipais e Tributárias**

A potencialidade socioambiental relaciona-se aos aspectos susceptíveis a transformações benéficas advindas da implantação de empreendimentos hidrelétricos. A avaliação dos impactos sociais positivos considerou a alteração nas arrecadações municipais e tributárias.

Com a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos, existe a possibilidade do aquecimento da economia local e no setor de prestação de serviços, isso poderá acarretar no aumento das arrecadações municipais (Imposto Sobre a Circulação de Mercadorias - ICMS e Imposto Sobre Serviços – ISS), na medida em que as administrações locais sejam capazes de manter um sistema de fiscalização de arrecadações adequado e eficiente.

O término das obras e a consequente diminuição das atividades causarão um desaquecimento econômico local. No entanto, alguns investimentos planejados nos períodos de expansão deverão ser estimulados para que não se revertam, podendo garantir a manutenção de um nível de atividade significativo. Com o início da geração de energia e sua comercialização haverá maior arrecadação municipal em função do aumento da base de retorno do tributo estadual ICMS.

As geradoras caracterizadas como Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) estão isentas do pagamento de Compensação Financeira conforme disposto na Lei nº 7990/89 e na Lei nº 9.427/96, com alteração dada pela Lei nº 9.648/98.

10.7 EFEITOS CUMULATIVOS E SINÉRGICOS

Com a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos na Bacia do rio Tamandua, surgirão alterações das condições atuais, especialmente nas áreas afetadas pelos reservatórios, pelas estruturas de apoio e áreas de preservação permanente. Desse modo, é previsível que ocorram diferenciadas pressões sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos, bem como novos fatores com efeitos sobre as interações socioeconômicas.

Após a avaliação dos impactos para cada empreendimento foi realizada a análise de cumulatividade e sinergia, a qual, de acordo com o MME (2007), considera como base, os cruzamentos realizados entre a Sensibilidade Ambiental e os resultados dos Indicadores de Impacto Ambiental.

Conforme MME (2007), os impactos apresentam efeitos sinérgicos quando o resultado das interações entre eles acarreta uma alteração em um dado espaço diferente da simples soma das alterações.

Considerou-se a cumulatividade como o efeito aditivo dos impactos dos aproveitamentos; e a sinergia como o resultado da interação desses efeitos que tendem a ter intensidades diferentes dos impactos originais. Dessa forma, os efeitos sinérgicos dos impactos de um aproveitamento levam em consideração os impactos provocados por outros aproveitamentos, cujo resultado não é necessariamente sua somatória ou acréscimo na magnitude dos impactos de cada aproveitamento.

A

Quadro 77 e a Quadro 78 a seguir apresentam a sinergia e cumulatividade entre os impactos.

Quadro 77 – Sinergia dos Impactos.

Sinergia dos Impactos																
Componente-síntese	Indicador de Impacto	Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos					Meio Físico e Ecossistemas Terrestres					Socioeconômico				
		Alteração da Qualidade da Água	Bloqueio de Rotas Migratórias	Perda de Habitat para Fauna Aquática	Alterações no Regime Hídrico para Fauna Aquática no trecho de Jusante / Trecho de Vazão Reduzida	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semiaquática	Perda de Cobertura Florestal Nativa	Perda de Habitat para a Fauna Associada a FOM	Perda de Habitat para a Fauna Associada a Áreas Úmidas (várzea)	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	Susceptibilidade aos Processos Erosivos	Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril	Acessibilidade de	Alteração nos Modos de Vida	Interferência no Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico	Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Alteração da Qualidade da Água			X	X		X		X		X	X		X		X
	Bloqueio de Rotas Migratórias			X	X	X										
	Perda de Habitat para Fauna Aquática	X	X		X	X	X	X	X	X	X					
	Alterações no Regime Hídrico para Fauna Aquática no trecho de Jusante / Trecho de Vazão Reduzida	X	X	X			X									
	Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semiaquática		X	X												
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	Perda de Cobertura Florestal Nativa	X		X	X			X	X	X	X			X	X	
	Perda de Habitat para a Fauna Associada a FOM			X			X			X						
	Perda de Habitat para a Fauna Associada a Áreas Úmidas (várzea)	X		X			X			X						
	Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas			X			X	X	X							
	Susceptibilidade aos Processos Erosivos	X		X			X					X		X	X	X
Socioeconômico	Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril	X									X			X		X
	Acessibilidade													X		
	Alteração nos Modos de Vida	X					X				X	X	X			X
	Interferência no Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico						X				X					
	Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos	X									X	X		X		

Quadro 78 – Cumulatividade dos Impactos.

Indicador de Impacto	Cumulatividade de	Causa
Alteração da Qualidade da Água	Sim	Alteração do Regime Hídrico, Supressão e Construção Civil
Bloqueio de Rotas Migratórias	Sim	Alteração do Regime Hídrico e Construção Civil
Perda de Habitat para Fauna Aquática	Sim	Alteração do Regime Hídrico, Supressão e Construção Civil
Alterações no Regime Hídrico para Fauna Aquática no trecho de Jusante / Trecho de Vazão Reduzida	Não	Alteração do Regime Hídrico e Construção Civil
Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semiaquática	Não	Alteração do Regime Hídrico e Construção Civil
Perda de Cobertura Florestal Nativa	Sim	Alteração do Regime Hídrico, Supressão e Construção Civil
Perda de Habitat para a Fauna Associada a FOM	Sim	Alteração do Regime Hídrico, Supressão e Construção Civil
Perda de Habitat para a Fauna Associada a Áreas Úmidas (várzea)	Não	Alteração do Regime Hídrico, Supressão e Construção Civil
Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas	Sim	Alteração do Regime Hídrico, Supressão e Construção Civil
Susceptibilidade aos Processos Erosivos	Não	Alteração do Regime Hídrico, Supressão e Construção Civil
Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril	Não	Alteração do Regime Hídrico, Supressão e Construção Civil
Acessibilidade	Não	Alteração do Regime Hídrico, Supressão e Construção Civil
Alteração nos Modos de Vida	Sim	Alteração do Regime Hídrico, Supressão e Construção Civil
Interferência no Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico	Não	Alteração do Regime Hídrico, Supressão e Construção Civil
Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos	Não	Alteração do Regime Hídrico, Supressão e Construção Civil

10.7.1 Descrição dos Efeitos Cumulativos e Sinérgicos por Impacto

Alteração da Qualidade de Água

A alteração da qualidade de água está atrelada durante a fase de implantação dos empreendimentos hidrelétricos às obras civis e implantação do canteiro de obras, onde possíveis efluentes possam ser gerados, porém este é um impacto momentâneo e não permanente. A principal sinergia permanente com os demais impactos está na alteração do regime hídrico na fase de operação, tanto na alteração do regime lótico para lêntico, pela formação do reservatório, quanto no trecho de vazão reduzida, entre a captação de água e o retorno da água no canal de fuga após a casa de força, que pode acarretar na piora da qualidade de água, influenciando a fauna aquática e outros usos dos recursos hídricos.

Esta possível alteração da qualidade de água é cumulativa, ainda mais quando se tem uma cascata com vários empreendimentos hidrelétricos em sequência. Dados este fato cabe ressaltar a importância do monitoramento da qualidade da água nos trechos de influência das CGHs/PCHs/UHEs, a fim de poder tomar medidas mitigadoras e corretivas.

A alteração na qualidade da água possui efeito sinérgico com os seguintes impactos, tanto em ordem direta quanto inversa:

- Perda de habitat para fauna aquática
- Alterações no Regime Hídrico para Fauna Aquática no trecho de Jusante / Trecho de Vazão Reduzida
- Perda de Cobertura Florestal Nativa
- Perda de Habitat para a Fauna Associada a Áreas Úmidas (várzea)
- Susceptibilidade aos Processos Erosivos
- Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril
- Alteração nos Modos de Vida
- Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos

Bloqueio de Rotas Migratórias

A ictiofauna será modificada abaixo da represa, dentro da mesma e acima dela. A grande maioria das espécies ícticas de valor para o consumo humano são espécies migratórias (espécies de piracema). Elas realizam grandes migrações durante as quais o desenvolvimento gonadal na sua fase final é estimulado. Além das migrações de desova, elas fazem migrações tróficas rio acima, pelas quais o transporte dos ovos e das larvas rio abaixo é compensado. Para elas, as barragens representam um obstáculo insuperável. Como foi mostrado em Curuá-Una e Tucuruí, as populações de muitas espécies migratórias serão fortemente reduzidas ou extintas no reservatório e até acima dele (VIEIRA, 1982; HOLANDA, 1982; FERREIRA, 1984 a). Além disso, a alteração do regime hídrico.

O bloqueio de rotas migratórias atua sinergicamente através de causas provocadas principalmente pela construção de barragens, ao qual acabam desencadeando a alteração de regime hídrico, consequentemente a minimização de habitats para a fauna aquática, que se dá através da modificação de ambientes lóticos em lêntico.

Neste sentido, as espécies que necessitam realizar grandes migrações para completar seu ciclo reprodutivo acabam sofrendo as consequências, ou através dum impedimento físico ou por falta de ambientes propícios.

Perda de Habitat para Fauna Aquática

A construção de barragens ao longo dos rios gera uma interferência negativa para o grupo de peixes de hábitos reofílicos, que têm as migrações dificultadas ou impedidas por esses obstáculos. A migração descendente dos adultos de espécies migradoras é dificultada pelo fato de serem, nessa fase, geralmente reofílicos (habitat de água corrente) e ocuparem apenas os trechos superiores de reservatórios junto a zonas fluviais e de transição (Okada et al., 2003) aonde a velocidade da água é maior.

Adicionalmente, há o problema da eventual interrupção do processo de deriva de ovos, larvas e juvenis para os trechos a jusante, os quais podem ficar retidos junto às barragens e sob condições ambientais inadequadas (fluxo d'água lento ou nulo, baixos teores de oxigênio dissolvido, carga elevada de sedimentos e alta pressão nas regiões mais profundas desses reservatórios), ocasionando mortes (e.g., Neotropical Ichthyology, 5(2), 2007).

A manutenção de habitats propícios para a ictiofauna é fator importante para sua sobrevivência e pode ter sua perda intensificada a cada empreendimento instalado, promovendo a intensificação do impacto.

A perda de habitat por parte da fauna aquática é uma das influências mais contundentes que ocorre e de percepção, ocorrendo sinergicamente a partir da alteração do regime hídrico, tanto a jusante como a montante, podendo afetar a função das cachoeiras e corredeiras através da formação do lago além de outros ambientes associados, como por exemplo áreas de várzeas, além de limitar o trânsito de espécies reófitas.

Arelado a alteração do regime hídrico, associa-se a alteração da qualidade da água, ocasionado geralmente pela eutrofização e outros constituintes químicos fora do padrão, além do que, acabam sendo influenciados através da retirada da floresta nativa das áreas de APP, podendo ocasionar processos de erosão e forçando com isso a assembleia da fauna aquática a se adaptar ao novo ambiente formado.

Alterações no Regime Hídrico para Fauna Aquática no trecho de Jusante / Trecho de Vazão Reduzida

Nos trechos a jusante dos reservatórios as vazões residuais de baixa magnitude podem alterar a qualidade da água e a disponibilidade de habitats para crescimento e forrageamento da biota sendo responsáveis pela redução ou mesmo eliminação das comunidades aquáticas.

A alteração do regime hídrico no trecho de vazão reduzida pode ocasionar diversos efeitos sinérgicos, tal como alteração da qualidade da água, limitação do trânsito de espécies migratórias associadas a perda de habitat da fauna aquática, além de poder interferir na ecologia de espécies da flora reófitas, espécies que estão confinadas aos leitos e margens de rios, sob condições torrenciais de rápido fluxo de água (inclusive cascatas) (KLEIN, 1979).

Alteração das Condições Ambientais de Cachoeiras para Fauna Terrestre e Semiaquática

A construção de uma hidrelétrica pode acarretar numa grande redução do fluxo de água de cascatas, caso ela esteja situada no TVR, ou no total alagamento da cascata com o enchimento do reservatório, refletindo em alterações das condições ambientais locais.

A Alteração das condições ambientais de cachoeiras para fauna terrestre e semiaquática será tanto maior quanto maior for o número de cachoeiras afetadas com a construção dos empreendimentos.

A alteração das condições de cachoeiras para a fauna terrestre e semiaquática sinergicamente acaba implicando tanto na perda de habitat para a fauna aquática como no trânsito de espécies de peixes migratórias, podendo prejudicar o ciclo reprodutivo dessas espécies além de promover alteração da comunidade de espécies de peixes existentes nessa localidade devido a transformação geralmente de ambiente lótico para lântico.

Perda da Cobertura Florestal Nativa

A supressão da vegetação nativa consiste no impacto mais evidente quando da construção de empreendimentos hidrelétricos, especialmente em função da descaracterização da fisionomia e da paisagem existente. A perda sucessiva de áreas florestais nativas em uma determinada região pode levar a redução na riqueza e abundância de espécies da flora (incluindo epífitas e lianas), por conseguinte perda de diversidade biológica, a redução ou extinção regional de espécies em um processo de cumulatividade.

Ainda em relação à vegetação nativa, a perda de habitats é considerada o principal impacto para a conservação da fauna, este impacto é tanto maior quanto maior for a área suprimida. A redução da cobertura vegetal em muitos casos promove a fragmentação e o isolamento de remanescentes florestais relevantes causando a redução de conectividade entre remanescentes florestais nativos, podendo dificultar o deslocamento de indivíduos para outros habitats similares.

Dessa forma, a perda da cobertura florestal nativa em decorrência da implantação de empreendimentos hidrelétricos na bacia do rio Tamandará é considerado, além da cumulatividade na supressão para a implantação dos empreendimentos, a sinergia com demais impactos, sendo um dos principais desencadeadores dos processos de impacto dos Ecossistemas Terrestres e mantém estreita relação com os Ecossistemas Aquáticos e Socioeconomia.

A perda da cobertura florestal nativa desencadeia processos erosivos deixando o solo exposto e promove a restrição da migração e do fluxo gênico, aumentando o isolamento das subpopulações e populações, podendo comprometer a ocorrência das espécies na bacia hidrográfica, sobretudo as mais restritivas ou com menor capacidade de dispersão.

Se avaliarmos o ambiente aquático, a relação direta se faz com as espécies reófitas, onde a alteração do regime hídrico pode comprometer as populações. A mata ciliar também deve ser analisada como um elemento importante para a fauna semiaquática e ictiofauna, oferecendo abrigo e alimentação. Ressalta-se que as matas ciliares são, além das formações vegetais florestais, a vegetação recorrente em locais sujeitos a inundações temporárias.

Tanto a vegetação da faixa ciliar como as demais coberturas florestais são importantes para manter a qualidade e quantidade de água, pois a supressão da vegetação pode ocasionar assoreamento dos corpos d'água, alterando significativamente o regime hídrico e qualidade de água.

Em função da alteração do cenário atual, pode desencadear também uma mudança nos modos de vida, tendo em vista a forte relação econômica com a floresta na região onde se insere a bacia do rio Tamandará. Levando em consideração que a área não está

devidamente avaliada quanto à existência de sítios arqueológicos, a supressão de vegetação, se executada sem o devido cuidado com as condições de solo e subsolo, pode danificar ou até mesmo eliminar sítios arqueológicos ainda não conhecidos.

A Perda da Cobertura Florestal Nativa possui efeito sinérgico com os seguintes impactos:

- Alteração da Qualidade da Água
- Perda de Habitat para Fauna Aquática
- Alterações no Regime Hídrico para Fauna Aquática no trecho de Jusante / Trecho de Vazão Reduzida
- Perda de Habitat para a Fauna Associada a FOM
- Perda de Habitat para a Fauna Associada a Áreas Úmidas (várzea)
- Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas
- Susceptibilidade aos Processos Erosivos
- Alteração nos Modos de Vida
- Interferência no Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico

Perda de Habitat para a Fauna Associada a FOM

A perda de floresta nativa em virtude da implantação de obras civis e o surgimento do reservatório ocasiona a redução de habitats para a fauna terrestre associada a este ambiente, sendo estes obrigados a se deslocarem para outras áreas.

Sinergicamente, a perda de habitat para a fauna devido a supressão da flora nativa, neste caso considerando principalmente as espécies ciliares tende a ocasionar impactos tanto na fauna aquática como terrestre. As matas ciliares podem exercer uma forte influência na estrutura do corpo hídrico e na composição da fauna aquática de diversas maneiras, (Lima & Zakia, 2001; Barrella et al., 2001): i) regulando o fluxo e a vazão da água e, assim, contendo o escoamento superficial excessivo durante a estação chuvosa e mantendo o fluxo e volume de água durante a estação seca; ii) oferecendo sombreamento e mantendo estável a temperatura ao longo do ano; iii) mantendo a qualidade da água através da redução do escoamento de herbicidas e de assoreamento, ou seja, funcionando como um filtro na área do ecótono terra-água; iv) sendo a fonte de material orgânico (detritos vegetais) que constitui uma importante base da cadeia trófica do ecossistema aquático, apesar de reduzir a produtividade primária (menor incidência de luz); v) suas raízes marginais servindo de áreas de proteção (abrigo) para uma grande diversidade de invertebrados e peixes, além de um importante local de alimentação para toda a fauna (retenção de matéria orgânica e de perifiton).

Perda de Habitat para a Fauna Associada a Áreas Úmidas (várzea)

Com o surgimento do reservatório e consequentemente a mudança do regime hídrico, as áreas de várzea que hoje servem como área de inundação em caso de enchentes, retornando ao seu estado normal com a vazante acaba perdendo por parte a sua função, devido a inundação permanente dessas áreas. Consequentemente, pode afetar tanto a flora e a fauna ali existente.

Áreas de várzeas são ambientes com condições particulares, sendo elas promovidas pelo avanço e recuo das águas de acordo com a vazão do rio. A perda dessas áreas através da supressão vegetal ou pela mudança do regime hídrico, sendo inundado de forma contínua devido a formação do novo reservatório acaba influenciando tanto na

alteração da qualidade da água (DBO, eutrofização e etc.) como na perda de habitat para a fauna aquática. Além disso, a perda da vegetação ali existente pode provocar o afugentamento da fauna terrestre local adaptada as condições originais, fazendo ela se deslocar geralmente a procura de ambientes similares.

Perda de Mata Ciliar para Espécies de Hábitos Florestais e Generalistas

A perda de mata ciliar para a implantação de obras e acondicionamento do futuro reservatório ocasiona o afugentamento de fauna associada a estas condições. Lontras, por exemplo, podem realizar seus ninhos entre raízes das árvores e o leito do rio, e com o aumento do nível do lago acaba inviabilizando a utilização do mesmo.

As matas ciliares podem exercer uma forte influência na estrutura do corpo hídrico e na composição da fauna aquática de diversas maneiras, como regulando o fluxo d'água, servindo como abrigo entre outras funções. Sua perda acaba provocando a perda de habitat para a fauna aquática, diminuição da floresta nativa e consequentemente a perda de habitat para a fauna terrestre.

Susceptibilidade aos Processos Erosivos

Os processos erosivos mais frequentes estão relacionados com a erosão hídrica (pluvial e fluvial), envolvendo ações diretas do impacto da água no solo, quer seja por gotejamento da água da chuva, conhecido por *splash*, quer seja pela variação de vazão em corpos d'água desprotegidos de mata ciliar, quer seja por escoamento superficial das águas de chuva, conhecido por *runoff*, ou ainda pela ação do fluxo de água subsuperficial ou subterrânea, conhecido por *piping* ou entubamento.

O estágio mais avançado da erosão em solos é caracterizado pela ocorrência de voçorocas, podendo ser formado a partir da ação da chuva na superfície do terreno ou pelo escoamento das águas subsuperficiais ou subterrâneas, atuando separadamente ou em conjunto. Na formação de voçorocas outros tipos de movimento de massa podem ocorrer, como escorregamentos, deslocamentos e tombamentos, podendo acelerar a formação do processo erosivo.

Os processos diretos da erosão promovem a perda de solos agricultáveis, instabilização de perfis de solo e assoreamento de canais de drenagem e cursos d'água. Os processos indiretos afetam os recursos hídricos, uma vez que aumenta o aporte de sedimentos nos corpos d'água afetando a qualidade da água e redução de habitats para a fauna aquática, a socioeconomia local interferindo no uso do solo e o desenvolvimento de atividades econômicas e a interdependência dos usuários de recursos hídricos. Considerando também que o processo erosivo descobre o solo, podendo formar uma voçoroca com profundidade suficiente para prejudicar ou eliminar um sítio arqueológico ainda não conhecido.

Na implantação de um empreendimento hidrelétrico, muitas são as variáveis ambientais afetadas, tais como, supressão de vegetação, movimentações de terra, alteração na dinâmica das águas subterrâneas e superficiais, que colocam em risco não só o ambiente como a integridade do próprio empreendimento.

Dessa maneira, é de extrema importância que toda a cadeia de possíveis impactos seja analisada antes do início das obras de implantação, garantindo que seus impactos cumulativos e sinérgicos sejam conhecidos para serem prevenidos ou mitigados.

Na análise da susceptibilidade aos processos erosivos, levou-se em consideração que as variáveis são pontuais, dessa maneira, não ocorre cumulatividade, entretanto, o impacto possui sinergia com os elementos dos Ecossistemas Aquático, Terrestre e Socioeconomia.

A Susceptibilidade aos Processos Erosivos possui efeito sinérgico com os seguintes impactos:

- Alteração da Qualidade da Água
- Perda de Habitat para Fauna Aquática
- Cobertura Florestal Nativa
- Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril
- Alteração nos Modos de Vida
- Interferência no Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico
- Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos

Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril

Em implantação de barragens, mesmo as de pequeno porte, algum percentual de área deverá ser alterado para implantação das obras civis e reservatórios. É comum, nos casos das PCHs e CGHs, que os proprietários rurais afetados sejam indenizados somente na área em que haverá interferência, dessa maneira, algum percentual de uso é perdido para dar lugar ao empreendimento.

No caso da bacia hidrográfica do rio Tamandua, o uso mais comum é da silvicultura, com pequenas manchas de pastagens para gado e agricultura. Dessa maneira, qualquer alteração na paisagem interfere diretamente nos impactos de âmbito social.

A sinergia entre os impactos se refere a qualquer tipo de alteração na produção agrossilvipastoril pode afetar os modos de vida da população local, alterando a qualidade da água e a consequente redução dos usuários dos recursos hídricos. Como são ações pontuais, não existe cumulatividade.

As Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril possuem efeito sinérgico com os seguintes impactos:

- Alteração da Qualidade da Água
- Alteração nos Modos de Vida
- Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos

Acessibilidade

A implantação de barragens pode interferir diretamente na acessibilidade local, seja com o afogamento de pontes, alagamentos de estradas ou de vários elementos dentro da futura APP que necessitarão ser realocados.

Na análise da bacia hidrográfica do rio Tamandua, existem pequenas estruturas que deverão ser afetadas pelos futuros aproveitamentos, entretanto, são pontuais e dessa forma não possuem cumulatividade.

Mesmo que os acessos indicados que poderão ser realocados, ainda se consideram que possuem baixa magnitude em função da não afetação das localidades rurais.

Geralmente, a maior preocupação com os acessos afetados são as condições sociais preservadas através deles, que nessa bacia hidrográfica não se configura.

A Acessibilidade possui efeito sinérgico com o seguinte impacto:

- Alteração nos Modos de Vida

Alteração nos Modos de Vida

Este é o impacto mais sensível de toda a análise social, sendo o resultado de todas as pesquisas, o quanto se afeta os modos de vida da sociedade em qualquer projeto de obras de grande porte. Também um desafio para os empreendedores, aliar a implantação dos empreendimentos sem tirar a identidade cultural e econômica da região. Desse modo, as ações ambientais são cumulativas e sua sinergia são com os impactos:

- Alteração da Qualidade da Água
- Perda da Cobertura Florestal Nativa
- Susceptibilidade aos Processos Erosivos
- Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril
- Acessibilidade
- Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos

Interferência no Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico

É imprescindível o conhecimento histórico, cultural e arqueológico dos locais de implantação dos futuros aproveitamentos, sendo ações de âmbito de planejamento e implantação. Quaisquer atividades que demandem revolvimento ou escavação de solo podem descobrir sítios arqueológicos e se não tiverem os devidos cuidados podem prejudicar ou até mesmo perder os elementos relevantes de análise.

No Brasil, os estudos para implantação de aproveitamentos hidrelétricos estão desempenhando importante papel para o conhecimento histórico, cultural e arqueológico, uma vez que pouco se investe em pesquisas no país, são esses estudos que se tornam fonte de pesquisa primária. Pode-se afirmar que, de todos os levantamentos e registros de sítios arqueológicos catalogados no sul do país, a maioria é em locais que existe interesse energético.

Os impactos que possuem sinergia com a Interferência no Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico são:

- Perda da Cobertura Florestal Nativa
- Susceptibilidade aos Processos Erosivos

Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos

Os usuários dos recursos hídricos, na análise, se tornam o último elemento da cadeia de impactos relacionados a implantação de empreendimentos hidrelétricos, sendo pontuais, não são cumulativos, porém são sinérgicos a tudo que afeta a qualidade da água e seus modos de vida.

A condição atual de uso da bacia hidrográfica e seus usos precisam ser respeitados frente a implantação dos aproveitamentos, aliando o desenvolvimento necessário a boas práticas de utilização dos recursos naturais.

Os impactos que possuem sinergia com a Estimativa de Usuários de Recursos Hídricos Atingidos são:

- Alteração da Qualidade da Água
- Susceptibilidade aos Processos Erosivos
- Perdas de Área de Potencial Uso Agrossilvipastoril
- Alteração nos Modos de Vida

10.8 CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL PARA BACIA DO RIO TAMANDUÁ

Os indicadores de sustentabilidade têm como premissa subsidiar o monitoramento e a gestão de sustentabilidade da Bacia do rio Tamandua. Estes indicadores foram selecionados a partir do diagnóstico socioambiental, considerando os aspectos mais relevantes para a sustentabilidade, em função de cada componente-síntese estudado.

Cabe ressaltar que a Bacia do rio Tamandua pertence ao comitê da bacia do rio Timbó e que fazem parte do Plano Estratégico do Comitê da Bacia do rio Timbó - 2009, as seguintes metas:

Quadro 79 – Metas 01 – SHPRH Timbó.

PROGRAMA COMPATIBILIZAÇÃO DE CONFLITOS (QUANTITATIVOS) DE USO DA ÁGUA			
METAS/AÇÕES EMERGENCIAIS	METAS/AÇÕES DE CURTO PRAZO	METAS/AÇÕES DE MÉDIO PRAZO	METAS/AÇÕES DE LONGO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> - Promover e estimular o cadastramento de todos os usuários do sistema hídrico - Estabelecer critérios de outorga para captação e derivações de água no SHPRH, conforme prioridades a serem propostas pelo Comitê de Bacia. - Recursos de fundos (FEHIDRO) para elaboração do Plano de Recursos Hídricos do SHPRH Timbó - Fortalecer os mecanismos institucionais e operacionais de integração e articulação com a defesa civil - Elaborar projeto de densificação da rede de monitoramento hidrometeorológico 	<ul style="list-style-type: none"> - Dar publicidade às informações técnicas e estudos produzidos no SHPRH Timbó - Implementar a outorga de direito de uso dos recursos hídricos superficiais, para captação e derivações. - Implementar programas de capacitação dos usuários para aumentar a eficiência do uso da água, reduzindo consumos específicos. - Incentivar a captação, armazenamento e uso da água da chuva. - Fortalecer o incentivo ao reúso da água 	<ul style="list-style-type: none"> - Efetuar estudos para implementar estruturas de reservação priorizando o uso múltiplo de água - Implementar projetos resultantes dos estudos referentes a estruturas de reservação priorizando o uso múltiplo de água - Estudar e incentivar a complementação (manejo integrado) dos usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar projetos resultantes dos estudos referentes a estruturas de reservação priorizando o uso múltiplo de água - Estudar viabilidade de transposição de água entre sub-bacias

Quadro 80 – Metas 02 – SHPRH Timbó.

PROGRAMA QUALIDADE DA ÁGUA – COMPATIBILIZAÇÃO DE CONFLITOS QUALITATIVOS			
METAS/AÇÕES EMERGENCIAIS	METAS/AÇÕES DE CURTO PRAZO	METAS/AÇÕES DE MÉDIO PRAZO	METAS/AÇÕES DE LONGO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> - Definir metas para redução da poluição de origem de dejetos de animais - Definir metas para redução da poluição de origem do esgotamento sanitário - Definir metas para redução da poluição originária de resíduos e efluentes industriais - Definir usos preponderantes da água nos principais cursos fluviais da bacia - Elaborar projeto de densificação da rede de monitoramento (quantitativo) dos corpos hídricos 	<ul style="list-style-type: none"> - Manter e fortalecer a continuidade das ações do Projeto Microbacias 2 - Desenvolver estudos sobre tratamento e aproveitamento de resíduos de origem animal - Obter recursos, elaborar e iniciar a implementação dos Planos Municipais de Saneamento Básico (para todos os municípios) - Elaborar e aprovar proposta de enquadramento dos corpos hídricos do SHPRH, mediante processo de discussão participativo liderado pelo Comitê da Bacia - Estabelecer critérios de outorga para lançamento/diluição de efluentes no SHPRH conforme prioridades a serem propostas pelo Comitê de Bacia 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer programas de capacitação técnica e reciclagem de agentes de vigilância sanitária - Dar continuidade à implementação dos Planos Municipais de Saneamento Básico (para todos os municípios) - Dar início à implementação das medidas necessárias à efetivação do enquadramento dos corpos hídricos do SHPRH Timbó - Dar continuidade à implementação da outorga de direito de uso dos recursos hídricos superficiais, para lançamento/diluição de efluentes. - Implantar e operacionalizar o programa de densificação da rede de monitoramento hidrometeorológico 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar resultados dos estudos sobre tratamento e aproveitamento de resíduos de origem animal - Dar continuidade à implementação dos Planos Municipais de Saneamento Básico (para todos os municípios do sistema hídrico) - Dar continuidade à implementação das medidas necessárias à efetivação do enquadramento dos corpos hídricos do SHPRH Timbó - Dar continuidade à implementação da outorga de direito de uso dos recursos hídricos superficiais, para lançamento/diluição de efluentes.

Quadro 81 – Metas 03 – SHPRH Timbó.

PROGRAMA QUALIDADE DA ÁGUA – COMPATIBILIZAÇÃO DE CONFLITOS QUALITATIVOS			
METAS/AÇÕES EMERGENCIAIS	METAS/AÇÕES DE CURTO PRAZO	METAS/AÇÕES DE MÉDIO PRAZO	METAS/AÇÕES DE LONGO PRAZO
Continuação do Quadro 19			
	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar programa de densificação da rede de monitoramento hidrometeorológico - Iniciar a implementação da outorga de direito de uso dos recursos hídricos superficiais, para lançamento/diluição de efluentes, - Controlar a ocupação de espaços no entorno de mananciais - Desenvolver programas de manutenção e recomposição de matas ciliares - Estabelecer programas de incentivos às práticas agroecológicas 		

Quadro 82 – Metas 04 – SHPRH Timbó.

PROGRAMA ÁGUAS SUBTERRÂNEAS			
METAS/AÇÕES EMERGENCIAIS	METAS/AÇÕES DE CURTO PRAZO	METAS/AÇÕES DE MÉDIO PRAZO	METAS/AÇÕES DE LONGO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer critérios de outorga para captação e derivações de água no SHPRH, conforme prioridades a serem propostas pelo Comitê de Bacia. - Promover esclarecimento legal sobre a exploração de águas subterrâneas em regiões de lavras minerais com concessão do DNPM - Promover e estimular o cadastramento dos usuários de água subterrânea 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar a outorga de direito de uso dos recursos hídricos superficiais, para captação e derivações. - Aprofundar estudos de identificação do potencial de aproveitamento dos aquíferos regionais para atender os centros urbanos do SHPRH, tendo em vista o crescimento apontado para a área urbana. - Desenvolver estudos e programas de proteção dos aquíferos nas suas áreas de recarga 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar programas decorrentes dos estudos de proteção dos aquíferos nas suas áreas de recarga. - Fortalecer o incentivo ao reuso da água - Implementar programas de capacitação dos usuários para aumentar a eficiência do uso da água, reduzindo consumos específicos. - Estudar e incentivar a complementação (manejo integrado) dos usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos 	<ul style="list-style-type: none"> - Dar continuidade a implementação de programas decorrentes dos estudos de proteção dos aquíferos nas suas áreas de recarga

Quadro 83 – Metas 05 – SHPRH Timbó.

PROGRAMA ARTICULAÇÃO INSTITUCIONAL			
METAS/AÇÕES EMERGENCIAIS	METAS/AÇÕES DE CURTO PRAZO	METAS/AÇÕES DE MÉDIO PRAZO	METAS/AÇÕES DE LONGO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecer a interação e participação dos municípios em relação ao Comitê da Bacia Hidrográfica - Adotar o Sistema Hidrográfico de Planejamento de Recursos Hídricos Timbó – SHPRH Timbó como área de atuação, gerenciamento e gestão do Comitê da Bacia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalecer mecanismos que visem garantir a representatividade e participação dos integrantes do Comitê de Bacia - Estimular a articulação institucional do sistema de meio ambiente e o de recursos hídricos - Promover a compatibilização e articulação dos Planos Nacional/Estadual/Municipal 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer parcerias com atores estratégicos para gestão da água em áreas críticas - Incentivar e fortalecer ações entre entes governamentais (municipais, regionais, estaduais e federais), visando à gestão sustentável da água. 	<ul style="list-style-type: none"> - Compatibilizar as condições dos exutórios dos rios do SHPRH Timbó com o futuro plano da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu - Estimular a formulação e implementação de programas intermunicipais de aproveitamento e conservação de recursos hídricos por (sub) bacias hidrográficas do SHPRH - Criar Agências de Bacias, conforme previsto na legislação federal, atendendo as condicionantes de sustentabilidade financeira.

Quadro 84 – Metas 06 – SHPRH Timbó.

PROGRAMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM ENFOQUE EM RECURSOS HÍDRICOS			
METAS/AÇÕES EMERGENCIAIS	METAS/AÇÕES DE CURTO PRAZO	METAS/AÇÕES DE MÉDIO PRAZO	METAS/AÇÕES DE LONGO PRAZO
<ul style="list-style-type: none"> - Capacitar atores sociais e integrantes do Comitê de Bacia, com relação à legislação federal e estadual de recursos hídricos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Divulgar as legislações de recursos hídricos e de saneamento e capacitar atores sociais para atuação no Comitê de Bacia - Criar programas de divulgação da temática "recursos hídricos" nos meios de comunicação local e regional 	<ul style="list-style-type: none"> - Obter recursos e implementar ações de Educação Ambiental com ênfase nos recursos hídricos - Incentivar parcerias envolvendo entidades e atores da sociedade civil organizada e do sistema educacional formal 	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer e implementar programas de capacitação para gestores públicos

Muitas dessas metas ainda não foram efetivadas, mas descrevem diretrizes fundamentais para melhoria socioambiental na bacia do rio Timbó e consequentemente na bacia do rio Tamanduá.

• **Qualidade da Água e Transporte de Sedimentos**

Os usos do solo no entorno de um curso d'água podem resultar em lançamento de contaminantes no mesmo, onde normalmente as fontes poluidoras das áreas urbanas estão associadas à disposição de esgoto sanitário sem o devido tratamento e de resíduos sólidos em locais inapropriados. Já em áreas rurais, destacam-se como fontes poluidoras a criação intensiva de animais e o uso de agrotóxicos na agricultura.

Estes fatores, aliados pela ausência de mata ciliar, podem acarretar significativamente na redução da qualidade da água de um recurso hídrico. Desta forma, a qualidade da água e o transporte de sedimentos deverão ser monitorados periodicamente, cujos resultados deverão ser analisados e comparados com os aspectos legais quando existirem. Ressalta-se que o rio Tamandua é classificado como de classe 2 pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável e deve estar de acordo com o preconizado na Resolução CONAMA 357/2005.

• **Área Coberta com Vegetação Natural**

Todas as áreas naturais, florestais ou campestres, são importantes para a conservação da biodiversidade e devem ser preservadas conforme a legislação vigente.

Considerando a manutenção e recuperação das Áreas de Preservação Permanente nas distâncias estabelecidas pela Lei 12.651/2012, além da destinação de até 20% (exceto raras exceções) do total das propriedades rurais para composição de Reserva Legal, estes quantitativos de áreas com vegetação natural representam importantes indicadores de sensibilidade ambiental, de forma direta pois constituem a base dos ecossistemas terrestres. Importante destacar ainda as exigências de compensação ambiental de áreas suprimidas prevista na Lei nº 11.428/2006, a qual permite garantir a preservação de um maior número de áreas dispersas com vegetação natural e a manutenção de corredores ecológicos florestais e campestres. Por fim, a aplicação dos programas de apoio e incentivo à preservação e recuperação do meio ambiente, pode pressupor que uma nova dinâmica de distribuição em relação às manchas de vegetação natural se reestabeleça, contribuindo para melhorias nas condições de sustentabilidade para a região.

• **Socioeconomia**

Considerando o que foi apresentado, a possibilidade de a produção agropecuária sustentável vir a tornar-se um tipo ou modalidade de serviço ambiental, passível de valoração e valorização, é presente na região, uma vez que o modelo de cooperativa de incentivo ao produtor e fortalecimento da agricultura local existe há várias décadas na região. Todavia, o caminho que mais se mostra como forte tendência para a região é o fortalecimento do setor turístico, com programas de marketing e melhorias na infraestrutura. Cabe ressaltar a forte indústria madeireira na região, com grandes áreas de reflorestamento.

Também existe entre os municípios a proposta de inclusão de políticas públicas que estimulem a reflexão sobre as questões socioambientais, especialmente no espaço rural. Essas políticas focam na viabilização de sistemas produtivos mais sustentáveis, que

contemplem acima de tudo o ser humano e o espaço em que vive, antes dos aspectos econômicos. A preservação ambiental é fundamental para que as gerações futuras e a atual tenham mais qualidade de vida, fato que perpassa pelo modo de produção adotado, decisão única e exclusiva do ser humano, para quem foi confiada a administração dos recursos da natureza.

11 DIRETRIZES E RECOMENDAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS

As Diretrizes e Recomendações Socioambientais apresentadas neste capítulo são fundamentadas por meio dos levantamentos de dados primários e secundários realizados no âmbito desta Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica (AIBH) do rio Tamanduá.

São considerados neste capítulo os resultados da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) e da Avaliação Ambiental Integrada (AAI), as quais permitiram conferir os indicadores de sensibilidade ambiental e o respectivo impacto relativo à implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

As Diretrizes e Recomendações visam subsidiar as etapas subsequentes, especialmente a elaboração dos estudos ambientais relativos aos processos de licenciamento ambiental de cada aproveitamento, propondo estudos, programas e alterações técnicas que permitam minimizar as fragilidades identificadas no âmbito da AAI. Além disso, subsidia futuras tomadas de decisões frente à análise de viabilidade para a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos aqui considerados, fundamentalmente aos órgãos ambientais gestores da bacia e dos processos de licenciamento ambiental, aos empreendedores e demais agentes do setor elétrico.

Desse modo, as Diretrizes e Recomendações subsidiarão futuramente:

1. Estudos ambientais na bacia hidrográfica;
2. O processo de licenciamento ambiental dos aproveitamentos hidrelétricos;
3. Eventuais readequações dos projetos, no âmbito da concepção de engenharia;
4. Medidas mitigadoras e programas socioambientais para a fase de implantação e operação;
5. Procedimentos socioambientais associados à expansão da oferta de energia elétrica; e
6. Implantação dos aproveitamentos hidrelétricos na bacia, de modo a reduzir riscos e incertezas para o desenvolvimento socioambiental e para o aproveitamento energético da bacia.

Sendo assim, as Diretrizes e Recomendações Socioambientais ora apresentadas, orientam os processos sucessores da Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Tamanduá, especialmente o licenciamento ambiental. Contudo, a AIBH não se destina a definir viabilidade ou inviabilidade dos empreendimentos, mas sim à identificação de suas vulnerabilidades, fragilidades e sensibilidades, considerando o conjunto de empreendimentos, indicando ainda recomendações e diretrizes para as próximas etapas de licenciamento, cuja atribuição legal é do órgão ambiental licenciador competente.

Gerais

1. Cumprimento da compensação ambiental no âmbito da Lei Federal Nº 9.985/2000.
2. Cumprimento das compensações ambientais e reposições florestais no âmbito da Lei Federal Nº 12.651/2012.
3. Cumprimento da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, no âmbito das determinações relacionadas ao Meio Ambiente, às Terras Tradicionais, aos Índios, aos Sítios Arqueológicos e Pré-históricos, e a Compensação Financeira.

4. Cumprimento das determinações legais vigentes para o licenciamento ambiental no âmbito Federal (IBAMA).
5. Cumprimento das determinações legais vigentes para o licenciamento ambiental no âmbito Estadual (IMA).
6. Cumprimento das determinações vigentes dos agentes reguladores (ANA, ANEEL) e outros órgãos, tais como a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável de Santa Catarina (SDE-SC).
7. No âmbito dos estudos para o licenciamento ambiental, considerar e atender as determinações legais previstas na Portaria Interministerial Nº 60, de 24 de março de 2015, relacionados aos aspectos indígenas, quilombolas, arqueológicos e bens culturais de competência da FUNAI, Fundação Cultural Palmares e IPHAN.

Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos

1. No âmbito dos estudos para licenciamento ambiental, definir um protocolo padronizado de levantamento e monitoramento da fauna aquática e semiaquática que seja aplicado a todos os empreendimentos, permitindo a comparação direta dos dados.
2. Identificação dos pontos de ocorrência de anfíbios ameaçados de extinção nas áreas previstas para implantação dos aproveitamentos, incluindo o TVR, e no entorno, com monitoramento das populações registradas, durante todas as campanhas de levantamento e monitoramento da fauna.
3. Estabelecimento de programas de incentivo à pesquisa básica, de longo prazo, sobre a biologia das espécies locais.
4. Repovoamento do rio com espécies nativas, para tanto deve-se evitar a introdução de espécies exóticas, mesmo que com incentivo pesqueiro.
5. Elaborar, sob atendimento da Portaria FATMA Nº 229/2012, programa de monitoramento e prevenção da expansão da invasão biológica da espécie exótica *Limnoperna fortunei* (mexilhão dourado).
6. No âmbito dos processos de licenciamento ambiental de cada um dos aproveitamentos, avaliar a necessidade de implantação de dispositivos que garantam a transposição dos peixes, podendo ser um mecanismo físico, como a escada para peixes, ou um sistema mecânico, ao exemplo dos elevadores, permitindo as desovas e o desenvolvimento de formas jovens, bem como a disponibilidade de alimento bentônico, além da manutenção do fluxo genético.
7. Atender diretrizes da agência reguladora quanto ao monitoramento hidrossedimentológico dos aproveitamentos, buscando o controle do assoreamento dos reservatórios.
8. Executar monitoramento periódico da qualidade da água, incluindo tributários.
9. Executar, no âmbito dos estudos de licenciamento ambiental, Modelagem Ambiental da Qualidade da Água.
10. Possibilitar a articulação institucional entre as empresas do setor hidrelétrico e os comitês de bacias para que se possa dispor de uma rede de observação dos recursos hídricos e um banco de dados nessas bacias.
11. Atendimento da Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 003/2010, visando apoiar na melhoria da rede de monitoramento hidrológico, envolvendo adensamento da rede e melhoria dos dados de qualidade e de quantidade de água da bacia, monitoramento climático, fluviométrico e sedimentométrico, essenciais para a construção de um sistema de informação sólido.
12. Apoiar na estruturação, consolidação e atualização periódica dos sistemas de informações sobre recursos hídricos dos órgãos gestores de recursos hídricos na

- bacia, para dar suporte à gestão da água de maneira integrada nas unidades envolvidas na bacia hidrográfica, e no caso específico da área em estudo.
13. Com a ampliação do uso da água na bacia, consolidar a outorga dos recursos hídricos como instrumento de gestão, visto seu potencial de orientar a solução de conflitos existentes e de impedir ou minimizar o surgimento de conflitos futuros.
 14. Possibilitar a articulação institucional entre as empresas do setor hidrelétrico e os comitês de bacias para que se possa dispor de uma rede de observação dos recursos hídricos e um banco de dados nessas bacias.
 15. A tomada d'água em um curso hídrico e sua posterior restituição em outro, embora afluentes, pode gerar uma mudança significativa nas superfícies equipotenciais locais, com consequências regionais a longo prazo. Em um primeiro momento, é provável que o trecho que for desprovido do recurso hídrico citado, comece a ser suprido pelas águas subterrâneas para manter seu balanço hídrico original. Após isso, este trecho irá encontrar um novo equilíbrio, deficitário, que influenciará o aquífero de maneira regional. Este novo quadro é amplificado pela permeabilidade e porosidade que o substrato rochoso, neste caso o arenito botucatu e litologias semelhantes possuem. Por tratar-se de uma zona de recarga, é provável que estas dinâmicas sejam percebidas em uma ampla área. Sugere-se que para monitorar estes eventos, sejam realizados caminhamentos geoeletricos, transversais e paralelos ao trecho que será desprovido de água, com a finalidade de monitorar as variações do nível eustático que poderão vir a ser recorrentes.

Meio Físico e Ecossistemas Terrestres

1. Garantir a manutenção dos corredores ecológicos existentes, principalmente em áreas de relevante interesse para conservação;
2. Executar a recuperação de áreas degradadas dando preferência para a formação de corredores ecológicos, manutenção de nascentes e áreas ciliares (APP), observando a aplicação da Lei 12.651/2012;
3. Incentivar as ações socioambientais para substituição das áreas de pastoreio de gado, silvicultura e lavouras presentes nas áreas de preservação permanente, fomentando o plantio de espécies florestais nativas;
4. Controle das espécies exóticas invasoras presentes nas áreas remanescentes de floresta nativa, principalmente nas áreas de preservação permanente e áreas prioritárias para conservação;
5. Salvamento de banco de germoplasma das espécies ameaçadas de extinção e de valor econômico agregado, constituição de viveiro e posterior plantio destas espécies;
6. Priorizar a compensação ambiental (Art. 17 da Lei 11.428/06), por meio do plantio de mudas de árvores nativas de forma que haja recuperação de áreas degradadas dentro da área de estudo (Bacia Hidrográfica do Rio Tamandará);
7. Aplicar a compensação em locais estratégicos como por exemplo, as cabeceiras dos rios, de forma a reduzir o transporte de sedimento, ou formação de corredores ecológicos;
8. No âmbito dos estudos para licenciamento ambiental, definir um protocolo padronizado de levantamento e monitoramento da fauna terrestre que seja aplicado a todos os empreendimentos, permitindo a comparação direta dos dados.
9. No âmbito dos estudos ambientais, caso identificados dormitórios de aves nos futuros trechos previstos para reservatório, prever a não supressão do local, exceto no caso de alagamento até o topo das árvores.

10. Identificação e monitoramento das aves que utilizam as cachoeiras localizadas no TVR dos aproveitamentos, durante todas as campanhas de levantamento e monitoramento da fauna.
11. Executar a recuperação de áreas degradadas imediatamente após a aquisição fundiária.
12. Implementar ações de recuperação e conservação ambiental de nascentes e tributários, com abrangência em toda a sub-bacia onde serão implantados os empreendimentos, permitindo a conectividade entre estes.
13. Promover ações para ampliar a conectividade dos remanescentes florestais na Bacia, bem como para incrementar a proteção de áreas com relevante interesse para a conservação.
14. Possibilitar estudos de interação flora-fauna e biota-população humana para subsidiar ações de Educação Ambiental (ex. ger. = papagaio-do-peito-roxo – araucárias).
15. Identificação de Reservas Legais das propriedades nas áreas de influência dos empreendimentos buscando compor corredores de conectividade de ambientes naturais.
16. Desenvolver programa de monitoramento de fauna silvestre ameaçados de extinção registrados através dos estudos de levantamentos e monitoramentos de acordo com os Planos de Ação Nacional específicos (ICMBio).

Socioeconomia

1. Promover a articulação institucional entre os empreendedores, governos municipais/estaduais e órgãos de gestão (comitê de bacia), a fim de incrementar e expandir as políticas, planos e programas voltados ao desenvolvimento sustentável.
2. Promover a articulação com a sociedade civil e organizações sociais visando à gestão de possíveis conflitos.
3. No âmbito dos estudos para o licenciamento ambiental, considerar e atender as determinações legais previstas na Portaria Interministerial Nº 60, de 24 de março de 2015, relacionados aos aspectos indígenas, quilombolas, arqueológicos e bens culturais de competência da FUNAI, Fundação Cultural Palmares, IPHAN e INCRA.
4. No âmbito dos estudos para o licenciamento ambiental, considerar e atender as determinações legais previstas na Portaria IPHAN nº 230/2002, na Portaria SPHAN nº 07/88 e na Instrução Normativa IPHAN nº 01 de março de 2015, que regulamentam as fases das pesquisas arqueológicas em contexto de obras.
5. Promover ações educativas no âmbito dos Programas de Educação Patrimonial relacionados aos processos de licenciamento ambiental junto ao IPHAN, com o objetivo de sensibilizar as comunidades abrangidas pela bacia do rio Tamandua em relação ao patrimônio arqueológico (pré-colonial e colonial) existente e que venha a ser descoberto.
6. Promover ações no âmbito do Programa de Educação Ambiental com vistas ao processo de sensibilização da comunidade frente ao uso dos recursos naturais e a preservação destes.
7. No âmbito dos estudos ambientais, avaliar a interferência sobre o potencial turístico baseado na beleza cênica das cachoeiras e quedas d'água.
8. Considerar como população atingida o conjunto das pessoas afetadas pelos impactos da implantação das hidrelétricas, dentro do polígono do empreendimento ou que possuem relações socioeconômicas com o mesmo, tais

- como posseiros, usuários, conviventes, trabalhadores rurais, arrendatários, meeiros ou similares.
9. Identificar, preferencialmente por meio de diagnósticos socioambientais participativos, os modos de vida (incluindo aspectos simbólicos) das populações afetadas e sua relação com a produção, economia e o meio ambiente, incluindo elementos paisagísticos e de patrimônio natural e cultural;
 10. Promover canais de comunicação com a comunidade em geral.
 11. Durante a fase de estudos ambientais, garantir a divulgação ampla à comunidade das características dos empreendimentos, impactos e dos programas associados, com detalhes de sua execução e resultados dos programas de monitoramento das condições ambientais.
 12. No âmbito do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório (PACUERA), avaliar e acordar junto com municipalidades, associações de pescadores, setor de turismo, comitês de bacia, instituições ligadas aos esportes aquáticos e lideranças comunitárias diretrizes do Plano Diretor dos reservatórios, de modo a promover sua integração socioespacial;
 13. Firmar convênios que possibilitem o uso dos recursos advindos com o empreendimento na melhoria das condições de vida local.
 14. Fortalecer a presença de universidades e centros de pesquisas locais formando convênio para criação de acervos dos resultados das campanhas de monitoramento ambiental das usinas.
 15. Considerar não apenas o uso atual na área prevista para implantação do reservatório, mas também as potencialidades (aptidão agrícola e potencial de extração mineral), a fim de se avaliar custos de oportunidade e os benefícios econômicos potenciais segundo diferentes alternativas de uso.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica (AIBH) do rio Tamanduá avaliou as temáticas ambientais fundamentais para subsidiar a análise dos efeitos de implantação dos 4 (quatro) Aproveitamentos Hidrelétricos novos na área de estudo (PCH Bonet, PCH Tamanduá, PCH Espreado e PCH Santa Cruz), além dos 2 existentes (CGH Bonet e PCH Rio Timbó) que continuarão operando com a entrada dos novos. Tais temáticas foram representadas por três componentes-síntese: Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, Meio Físico e Ecossistemas Terrestres, e Socioeconomia.

Para cada um destes três componentes-síntese foram realizados levantamentos de campo, a fim de compor os dados primários, além da obtenção de dados secundários, que fundamentaram esta Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica (AIBH).

Desse modo, esta AIBH contou com a integração do conhecimento especializado de cada profissional que compôs a equipe multidisciplinar e cuja especialidade foi fundamental para amparar as diversas discussões técnicas realizadas durante o desenvolvimento deste estudo.

No âmbito dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos foram realizados levantamentos em campo para caracterizar a atual situação da qualidade da água do trecho em estudo. Para esta caracterização foram realizadas coletas em 08 (oito) pontos amostrais, além da utilização de dados secundários, obtidos em estudos realizados na Bacia do rio Tamanduá e Timbó. Também foi desenvolvida a Modelagem Ambiental de Qualidade da Água que permitiu prognosticar na bacia, a variação de 10 (dez) parâmetros de qualidade de água, com a implantação dos empreendimentos, na vazão média de longo termo (Q_{MLT}) e na vazão de estiagem ($Q_{7,10}$). Outros aspectos também foram estudados neste componente com base em dados secundários, tais como: precipitação, hidrologia superficial, hidrogeologia, climatologia e usos da água.

Para a ictiofauna foram analisados os dados de estudos ambientais de quatro empreendimentos (dois em operação e dois previstos) para compor as informações utilizadas nesta referida AAI. Ao longo da amostragem da ictiofauna, nenhum exemplar reconhecido por realizar grandes deslocamentos migratórios a fim de concluir seu ciclo ecológico (e. g. reprodutivo e alimentar) foi registrado.

A ausência de espécies com comportamento migratório de longas distâncias, e que dependem da interação de fatores endógenos (hormonais) e exógenos, tais como temperatura da água, fotoperíodo, precipitação atmosférica, nível da coluna e correnteza da água a fim de concluir seu ciclo reprodutivo (BARBIERI et. al, 2000), provavelmente está associado a um relaxamento desta dinâmica ou a condições ambientais e físicas pouco favoráveis. Além disso, a compartimentação da porção alta da Bacia do rio Iguaçu, ocasionada por alguns empreendimentos hidrelétricos, possivelmente já tenha atuado de maneira negativa nas populações de peixes com hábitos migratórios.

Quanto aos aspectos da flora avaliados na área de estudo, os fragmentos de floresta estudado, estão inseridos nas composições típicas da Floresta Ombrófila Mista que representa 50,15% da área de estudos (bacia do Rio Tamanduá), podendo ser dividido ainda em Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana, Floresta Ombrófila Mista Montana e Floresta Ombrófila Mista Aluvial.

Mesmo a cobertura florestal representando mais da metade da área estudada, atualmente encontramos diversos pontos de antropização, devido aos fatores como: as práticas de agricultura, pecuária, silvicultura, roçada de sub-bosque, corte seletivo, pastejo e urbanização (cidades, vilas, estradas) que juntos representam 49,85% da área

de estudos (bacia do Rio Tamanduá). Aliado a isso destaca-se o fator de exploração florestal muito intensificado no passado, que por sua vez contribuiu significativamente a perda de áreas de floresta nativa. Essa condição fez com que a vegetação florestal dentro da área de estudos (bacia do rio Tamanduá) ficasse toda fragmentada em mosaicos florestais.

O diagnóstico da fauna terrestre para a obtenção de dados primários, foi concretizado através de 01 (uma) vistoria de campo, sendo composto por nove pontos amostrais distribuídos por toda a área da bacia hidrográfica do rio Tamanduá, considerando todos os grupos faunísticos (avifauna, mastofauna e herpetofauna), procurando identificar os ambientes que possam sofrer as maiores influências e consequentemente propor medidas de mitigação para diminuir a influência direta sobre a fauna presente.

Para a obtenção de dados secundários da fauna terrestre foram utilizados estudos realizados para os empreendimentos que compõem a Bacia do rio Tamanduá, além de consultas na bibliografia especializada e coleções científicas, resultando numa lista de espécies já registradas ou de possível ocorrência para a área de estudo, bem como sua atual situação frente ao respectivo estado de conservação (espécies ameaçadas, raras e endêmicas de acordo com listas estaduais e nacionais).

Ainda no Componente-síntese Meio Físico e Ecossistemas Terrestres, foi realizado a análise da Susceptibilidade a erosão, baseada nos estudos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrogeológicos, além do Diagnóstico Fitogeográfico-Fitofisionômico e da Ecologia da Paisagem na Bacia Hidrográfica do rio Tamanduá, utilizando-se de referências técnicas na literatura especializada e legislação ambiental vigente, levantamentos de dados primários in loco, subsidiando o mapeamento da vegetação e uso do solo e a análises do estado de conservação da vegetação natural e habitats em geral, os quais deram suporte para as análises de métricas da Ecologia da Paisagem.

A bacia do rio Tamanduá mostrou-se ser um ambiente de baixa densidade populacional e pouca diversidade econômica no uso das terras além das atividades preponderantes de plantio e beneficiamento de pinus. No que se entende por impactos a população do entorno ou diretamente afetada, pouco será de fato impactado, bem como não existem localidades ou comunidades rurais desenvolvendo atividades aos moldes da pequena produção rural e que seriam afetadas nos seus modos de vida em toda a bacia hidrográfica. O local de implantação dos empreendimentos se torna, inclusive, difícil de se trabalhar com os programas de educação ambiental e comunicação social, devendo essas atividades, no momento da implantação dos empreendimentos, serem reavaliadas para atender de maneira mais eficaz.

Do ponto de vista socioeconômico, a implantação dos empreendimentos na bacia do rio Tamanduá apresenta características favoráveis, a partir do momento que não impacta diretamente no cotidiano da população. Entretanto, qualquer alteração no ambiente em geral é um impacto social a longo prazo, devendo as atividades de monitoramento das zonas de recarga do aquífero e a conservação dos remanescentes da floresta ombrófila mista serem os principais levantamentos para medidas futuras de desenvolvimento local e conservação.

Além destes, foram caracterizados outros aspectos técnicos conforme apresentado no Capítulo 7 – Diagnóstico Socioambiental que deram fundamento para a consolidação desta AIBH.

O Diagnóstico Socioambiental permitiu avaliar o cenário atual (curto prazo, CGH Bonet e PCH Rio Timbó) da área de estudo, sendo apresentado no Capítulo 9 - Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) e consequentemente avaliou-se no Capítulo 10 – Avaliação

de Impacto Ambiental, através da Avaliação Ambiental Integrada, o efeito de implantação dos empreendimentos frente aos respectivos impactos cumulativos e sinérgicos identificados, considerando um cenário 02 de médio prazo (10 anos), com a implantação de 02 (dois) novos empreendimentos (PCH Tamanduá e PCH Espraiado) e outro cenário (03), de longo prazo (20 anos), acrescentando mais 02 (dois) empreendimentos, totalizando 06 (seis) empreendimentos (as 4 do cenário 02 mais a PCH Bonet – ampliação da CGH Bonet – e a PCH Santa Cruz), operando simultaneamente.

Com base nos resultados do Diagnóstico e com a integração dos resultados da Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) e da Avaliação Ambiental Integrada (AAI) permitiu-se prognosticar os impactos decorrentes da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos, em ambos os cenários.

A Avaliação de Impactos apresentada no Capítulo 10 seguiu metodologias já consagradas e usualmente empregadas em estudos desta magnitude, tais como o Manual de Inventário Hidroelétrico (MME, 2007) e Thomas L. Saaty (1980), sendo ainda fundamentada com dados primários conforme Diagnóstico realizado na área de estudo.

Salienta-se que pelo relatado a ampliação da CGH Bonet para PCH Bonet terá um impacto diminuto, dado que a crista do vertedor da barragem de regularização de montante atual já está projetada na mesma cota que ficará o nível normal de operação da PCH Bonet ampliada, apenas hoje ela opera em média 2 metros abaixo, devido a regularização de vazão, e quando da ampliação para PCH Bonet, o nível normal de operação ficará fixo na cota 939,40 m. Sendo assim, só haverá impacto de obras e supressão no circuito de geração, que será pela margem direita. A CGH Bonet continuará operando quando tiver vazões acima da máxima turbinável para PCH Bonet.

A PCH Tamanduá está em uma região de baixa ocupação, e seu reservatório pega uma área de várzea, pouco utilizada. Os níveis são pouco alterados em relação ao rio natural para região, ficando mais compreendidos no início do reservatório estas alterações de NAs. Por ser uma zona de recarga direta (ZRD) do Aquífero Guarani, a implantação do reservatório tende a ampliar essa recarga, e no trecho de vazão reduzida, consequentemente diminuir. A qualidade de água na região se mostrou boa, um bom indicador para esta ZRD.

A PCH Rio Timbó, já implantada, apenas aumenta as vazões no trecho final do rio Tamanduá, devido transpor as águas de geração do rio Timbó para o rio Tamanduá, devido sua casa de força ficar neste e o barramento no rio Timbó. Da mesma forma ocorrerá para a PCH Espraiado, pouco a montante da PCH Rio Timbó, sendo o impacto da PCH Espraiado na bacia do rio Tamanduá sobre a implantação de seu circuito de geração após o desemboque do túnel, com: condutos forçados, casa de força e canal de fuga, e aumento da vazão no rio Tamanduá pela transposição de vazão do rio Timbó para o rio Tamanduá, assim como a PCH Rio Timbó.

Por fim, para a PCH Santa Cruz, considerou-se o impacto apenas do remanso do reservatório desta sobre o rio Tamanduá, salientando que seu barramento fica no rio Timbó, após a confluência com o rio Tamanduá.

Desse modo, esta Avaliação Ambiental Integrada (AIBH) subsidia a ampliação de um diálogo entre órgãos gestores, Poderes Públicos, Órgãos Ambientais, ANEEL, empreendedores, entre outros envolvidos, quanto à análise de viabilidade dos aproveitamentos hidrelétricos que compõe esta AIBH, considerando, para tanto, as Diretrizes e Recomendações apresentadas no Capítulo 11.

A credibilidade apontada pelos estudos realizados nesta Avaliação Integrada de Bacia Hidrográfica (AIBH) permite o planejamento de exploração do potencial energético do trecho, comportando os 06 (seis) Aproveitamentos Hidrelétricos possibilitando também um incremento de aproximadamente 19,70 MW (PCH Bonet + PCH Tamanduá) de potência no Sistema Interligado Nacional (SIN), o qual deve ser simultaneamente avaliado considerando as Diretrizes e Recomendações apontadas para as próximas fases de análise de viabilidade dos aproveitamentos hidrelétricos. Não colocou-se as usinas no rio Timbó no incremento de geração, pois as mesmas serão avaliadas na AIBH do rio Timbó.

13 EQUIPE TÉCNICA

Nome: Dr. Paulo César Leal

Área profissional: Geógrafo

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

Número do Cadastro Técnico Federal do IBAMA: 181.505

RPN/CONFEA: 2502680620

Responsabilidade: Coordenação geral e elaboração do diagnóstico do meio físico (geologia, geomorfologia, clima e solos)

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

Responsabilidade: Coordenação Técnica e elaboração do diagnóstico do meio socioeconômico.

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

Responsabilidade: Modelagem Ambiental e diagnóstico do meio físico (recursos hídricos)

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

Responsabilidade: Qualidade da água

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

Responsabilidade: Ictiofauna e fauna terrestre (Mastofauna)

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

Responsabilidade: Fauna terrestre (Herpetofauna)

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

Responsabilidade: Fauna terrestre (Avifauna)

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

Responsabilidade: Diagnóstico Fitogeográfico-fitofisionômico e análise da ecologia da paisagem

14 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (ANA), Agência Nacional de Águas: Rede Hidrometeorológica Nacional.. Rede Hidrometeorológica Nacional.. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf>>. Acesso em: 10 dezembro 2019.
- (BRASIL) CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - ELETROBRÁS. **Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas** / Ministério de Minas e Energia, CEPEL. — Rio de Janeiro : E-papers, 2007.
- (BRASIL), EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de expansão de Energia 2029**. Brasília: -, 2019.
- (SANTA CATARINA), SDS-SC Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina. **Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Timbó**. Florianópolis: Santa Catarina, 2009. Disponível em: <<http://aguas.sc.gov.br>>. Acesso em: 01 dez. 2019.
- (São Paulo), CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 15 dez. 2019.
- ABRAMOVAY, R; SILVESTRO, M. L; CORTINA, N; BALDISSERA, I.T; FERRARI, D. L; TESTA, V.M. **Juventude e agricultura familiar: desafio dos novos padrões sucessórios**. Brasília: Edições Unesco, 1998, 2ª ed.
- ACHAVAL, F. & OLMOS, A. **Anfibios y Reptiles del Uruguay**. 2nd ed. Graphis Impresora, Montevideo. 2003.
- AFONSO, Eduardo José. O Contestado – Guerras e Revoluções Brasileiras. São Paulo: Ática, 1998.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. Disponível em: <<http://www.anaq.gov.br>>. Acesso em: dezembro de 2019.
- AGOSTINHO, Â. A. et al. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de Itaipu. Revista Unimar, Maringá 14 (suplemento), p. 089-107, 1992.
- AGOSTINHO, A. A. Manejo de recursos pesqueiros em reservatórios. In: AGOSTINHO, A. A.; BENEDITO-CECILIO, E. & ISAACNAHUM. eds. **Situação Atual e Perspectivas da Ictiologia do Brasil**. Maringá, EDUEM. p.106-121. 1992.
- AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. EDUEM, 1997.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. & PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá, EDUEM. 501 p. 2007.
- AGOSTINHO, A. A.; H. F. JULIO JR e J. R. BORGHETTI. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de Itaipu. **UNIMAR** 14(supl.): p. 89-107. 1992.
- AGOSTINHO, A. A.; HAHN; N. S.; GOMES, L. C.; BINI, L. M. Estrutura trófica. In: VAZZOLER, A. E. A. de M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). A planície de

inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá : Eduem: Nupélia. cap. II.6, p. 229-248, 1997.

ALBA-TERCEDOR, J. & SANCHEZ-ORTEGA, A. Un método rápido y simples para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). Limnetica, 4: p. 51-56, 1988.

ALLAN, J. D. Stream ecology: Structure and function of running waters. London: Chapman & Hall, p. 388, 1995.

ALMEIDA, Jalcione. **Agroecologia: paradigma para tempos futuros ou resistência para o tempo presente?** Desenvolvimento e Meio Ambiente, Curitiba: Editora UFPR, n. 6, p. 29-40, jul./dez.2002.

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004, 4ª ed. p.120.

ALVES, M.A. Sistemas de migrações de aves em ambientes terrestres no Brasil: exemplos, lacunas e propostas para o avanço do conhecimento. **Revista Brasileira de Ornitologia**, São Leopoldo, v. 15, n. 2, p. 231-238. 2007.

AMORIM, S. E.; MENEZES, N. A. Família Synbranchidae. In: BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. (Ed.). Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. Rio de Janeiro: Museu Nacional, p. 138. (Série Livros, 23), 2007.

ANDRADE, C. C. Macroinvertebrados bentônicos e fatores físicos e químicos como indicadores de qualidade da água da Bacia do Alto Jacaré-Guaçu. São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais)-Universidade Federal de São Carlos, 2009.

ANGRISANO, E. B. Insecta Trichoptera, p. 1199-1237. //1: E. C. LOPRETTO & G. TELL. Ecosistemas de aguas continentales. Metodologias para su estudio. La Plata, Argentina, Ediciones SUI, p. 1401, 1995.

ANIMAL CARE AND USE COMMITTEE. Guidelines for the capture, handling, and care of mammals as approved by the American Society of **Mammalogists**. **J. Mammal.** 79 (4): p. 1416-1431. 1998.

ARAÚJO, F. G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 58 (4): p. 547-558, 1998.

ARAÚJO, F. G. Composição e estrutura da comunidade de peixes do médio e baixo Rio Paraíba do Sul, RJ. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 56, p. 111-126, 1993.

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO CONTESTADO. Disponível: <<http://www.amarc-sc.org.br/>>. Acesso em: dezembro de 2019.

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO ALTO VALE DO RIO DO PEIXE. Disponível: <<http://www.amarp.org.br/>>. Acesso em: dezembro de 2019.

ASSOCIAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO PLANALTO NORTE CATARINENSE. Disponível: <<http://www.amplanorte.org.br/>>. Acesso em: dezembro de 2019.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES FERROVIÁRIOS. Disponível em: <<http://www.antf.org.br>>. Acesso em: dezembro de 2019.

AURICCHIO, P. & SALOMÃO, M.G. **Técnicas de coleta e preparação de vertebrados para fins científicos e didáticos**. Instituto Pau Brasil de História Natural, São Paulo. 2002.

ÁVILA-PIRES F. D. Mamíferos descritos do Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16 (2): p. 51-62. 1999.

BARKO, J. W.; ADAMS, M. S.; CLLESCERI, N. L. Environmental factors and their consideration in the management of submersed aquatic vegetation: a review. **Journal of Aquatic Plant Management**. v. 24, p. 1-10, 1986.

Barrella, W. M. Petrere Júnior, W. S. Smith & L. F. A. Montag, 2001. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: Rodrigues, R. R. & H. F. Leitão Filho (eds), **Matas ciliares: conservação e recuperação**. EDUSP e FAPESP, São Paulo: 187-207.

BARRELLA, W., PETRERE JR., M.; SMITH, W. S. & MONTAG, L. F. DE. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. DE. F. eds. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, EDUSP FAPESP. 320 p. 2000.

BAUMGARTNER, D.; BAUMGARTNER, G.; PAVANELLI, C.S.; SILVA, P.R.L.; FRANA, V.A.; OLIVEIRA, L.C.; MICHELON, M.R. **Fish, Salto Osório Reservoir, rio Iguaçu basin, Paraná State, Brazil**. Check List (UNESP), São Paulo, v. 2, n. 1, p. 1-4, 2006.

BAUNGARTNER, G., PAVANELLI, C. S., BAUNGARTNER, D., BIFI, A. G., DEBONA, T. e FRANA, V., A. **Peixes do baixo rio Iguaçu**. Maringá - PR: Eduem. 203 p. 2012.

BECKER, M. & DALPONTE, J. C., **Rastros de mamíferos silvestres brasileiros: um guia de campo**. 1ª ed. Brasília: Ed. UnB; Ed. IBAMA. 1991.

BEEBE, T.J.C., **Ecology and conservation of Amphibians**. Chapman & Hall, London. 1996.

BENCKE, G. A. et al. Aves. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 189-479. 2003.

BENCKE, G; MAURÍCIO, G. N. Abordagem Metodológica. In: BENCKE et al. (Org.). **Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil: parte 1 – estados do domínio da Mata Atlântica**. São Paulo: SAVE Brasil, P. 63-76. BENCKE, G; MAURÍCIO, G. N. Abordagem Metodológica. In: BENCKE et al. (Org.). **Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil: parte 1 – estados do domínio da Mata Atlântica**. São Paulo: SAVE Brasil, 2006, p. 63-76. 2006.

BÉRNILS R.S & Costa H.C. **Répteis brasileiros: Lista de espécies**. Versão 2018. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Disponível em <http://www.sbherpetologia.org.br/>. Acesso em: 12 nov. 2019. 2018.

BÉRNILS, R. S.; BATISTA, M. A.; BERTELLI, P. W. Cobras e lagartos do Vale: levantamento das espécies de Squamata (Reptilia, Lepidosauria) da Bacia do Rio Itajaí, Santa Catarina, Brasil. **Revista de Estudos Ambientais**, 3 (1): p. 69-79. 2001.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. **Species factsheet**. Disponível em <http://www.birdlife.org>. Acesso em: 17 ago. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Índice de desenvolvimento da educação básica - IDEB**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/> >. Acesso em: dezembro de 2019

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. **EDUDATABRASIL - Sistema de Estatísticas Educacionais**. Disponível em: <<http://www.edudatabrasil.inep.gov.br/>>. Acesso em: dezembro de 2019

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia. Manual do Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas**. CEPEL, Rio de Janeiro, E-papers, 2007. 684 p.

BRIGHENTI, Clovis Antonio. **Povos indígenas em Santa Catarina**, UFSC, 2012. Disponível em: <https://leiaufsc.files.wordpress.com/2013/08/povos-indc3adgenas-em-santa-catarina.pdf>. Acesso em Dezembro de 2019.

BROOKS, T.; TOBIAS, J.; BALMFORD, A. Deforestation and bird extinctions in the Atlantic Forest. **Animal Conservation**, s. l., v. 2, p. 211-222, 1999.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A. (Naércio Aquino); GHAZZI, Miriam SantaAnna. **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 195 p., il. (Livros, 23). 2007.

CABRAL, Oswaldo Rodrigues. **História de Santa Catarina**, 3. ed. Florianópolis Lunardelli, 1987.

CABRERA, A. **Catalogo de los mamiferos de America dei Sur. Vol. 2**. Mus. Argent. Cio Nat. "Bernardino Rivadavia" 4 (2): p. 309-732. 1961.

CABRERA, A. **Catalogo de los mamiferos de America dei Sur. Vol. I**. Mus. Argent. Cio Nat. "Bernardino Rivadavia" 4 (1): p. 1-307. 1958.

CARVALHO, Newton de Oliveira et al. **Hidrossedimentologia /prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CASTRO, R. M. C. & ARCIFA, M. S. Comunidades de peixes de reservatório do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** 47 (4): p. 493-500. 1987.

CASTRO, R.M.C., CASATTI, L., SANTOS, H.F., FERREIRA, K.M., RIBEIRO, A.C., BENINE, R.C., DARDIS, G.Z.P., MELO, A.L.A., STOPIGLIA, R., ABREU, T.X., BOCKMANN, F.A., CARVALHO, M., GIBRAN, F.Z. & LIMA, F.C.T. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil. **Biota Neotropica**. 3: p. 1-31. 2003.

CBRO (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos). **Listas das aves do Brasil. 11ª Edição**, 01/01/2014. 2014. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 14 nov. 2018

CEPAN – CONSULTORIA ENERGÉTICA E PROJETOS AMBIENTAIS NASCENTES DO VALE. **Estudo Ambiental Simplificado (EAS) para a Ampliação da Geração de Energia Elétrica da PCH Bonet**. Timbó Grande, 2010.

CHEREM, J. J., LOPES, P.S, ALTHOFF, S. L, GRAIPEL, M. E. Lista de mamíferos do estado de Santa Catarina, sul do Brasil. **Mastozoologia Neotropical**, 11(2): p. 151-184. 2004.

CIMARDI, A. V. **Mamíferos de Santa Catarina**. FATMA. 320 p., 1996.

COMUNELLO, José F. **Movimentos Sociais, Agroecologia e Circuitos no Capitalismo**. Ruris, Centro de Estudos Rurais, Campinas: Editora UNICAMP, n. 6, p. 45-72, mar.2012.

CONSEMA. **Lista oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção no Estado de Santa Catarina**. Resolução Consema nº002, de 06 de dezembro de 2011. Florianópolis: SDS (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Economico Sustentável), 2011.

CONTRERA, Y. M. B., FRANA, V. A., ORSI, C. H. e BAUNGARTNER, G. Composição das espécies de peixes do reservatório de Salto Santiago, Rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **II SINPESCA e XII Semana Acadêmica de Engenharia de Pesca**. UNIOESTE – Toledo – PR. p. 5, 2010.

CORDEIRO, P. H. C. Análise dos padrões de distribuição geográfica das aves endêmicas da Mata Atlântica e a importância do Corredor da Serra do Mar e do Corredor Central para conservação da biodiversidade brasileira. In: PRADO P. I.; LANDAU E. C.; MOURA R. T.; PINTO L. P. S.; FONSECA G. A. B; ALGER K. N. (Orgs.). **Corredor de biodiversidade da Mata Atlântica do sul da Bahia**. CD-ROM. Ilhéus: IESB/CI/CABS/UFGM/UNICAMP. 2003.

CORN, P. S., and R. B. BURY. **Sampling Methods for Terrestrial Amphibians and Reptiles**. USDA Forest Service, General and Technical Report PNW-GTR-256, 34 p. 1990.

CORN, P.S. Straight-line drift fences and pitfall traps. Pages 109-117. In W.R. Heyer, M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, and M. S. Foster (eds.) **Measuring and Monitoring Biological Diversity**. Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 364 p., 1994.

CORRÊA, L.; BAZÍLIO, S.; WOLDAN, D.; BOESING, A. L. Avifauna da Floresta Nacional de Três Barras (Santa Catarina, Brasil). **Atualidades Ornitológicas**, v. 143. 2008.

CULVER, M.; JOHONSON, W. E.; PECON-SLATERRY, J.; O'BRIEN, S. J. Genomic ancestry of the American puma (*Puma concolor*). **Journal of heredity**. 91: p. 186-197. 2000.

CURRIER, M. J., **Felis concolor**. Mammalian Species. 200: p. 1-7. 1983.

D'ANGELO NETO, S.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; COSTA, F. A. F. Avifauna de quatro fisionomias florestais de pequeno tamanho (5-8 ha) no campus da UFLA. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 3, p. 463-472, 1998.

DE LEMA, T., MARTINS, L.A.: **Anfíbios do Rio Grande do Sul: catálogo, diagnoses, distribuição, iconografia**, 1ª edição. Porto Alegre, EDIPUCRS, 197 p., 2011.

DEVELEY, P. F. **Guia de campo AVES da grande São Paulo**. São Paulo, Aves e Fotos Editora. 295 p. 2004.

DUELLMAN, W.E. & L. TRUEB. 1994. **Biology of Amphibians**. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 670 p.

EISENBERG, J. F. & REDFORD, K. H. **Mammals of the neotropics: the central neotropics (Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil)**. Vol. 3. Chicago and London: The University of Chicago Press, 609 p. 1999.

EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals: A field guide**. 2ª ed. Chicago: The University of Chicago Press, 307 p. 1997,

EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. Disponível em: <<http://www.epagri.sc.gov.br>> Acesso em: dezembro de 2019.

ETEROVICK, P.C. & SAZIMA, I. **Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil**. Editora PUC Minas, Belo Horizonte. 152 p. 2004.

FARINA A. **Principles and methods in landscape ecology**. Londres: Chapman & Hall; 1998.

FATMA - Fundação de Amparo a Tecnologia e Meio Ambiente. **Plano de Manejo da Reserva Biológica Estadual Dio Sassafrás**. 2012. Disponível em <<http://www.fatma.sc.gov.br/>>. Acesso em: 12 ago. 2015.

FAVERO, Edison. **Desmembramento territorial: o processo de criação de município – Avaliação a partir de indicadores econômicos e sociais**. São Paulo: USP/ PPGE, 2004. [Tese de Doutorado]

FECAM - FEDERAÇÃO CATARINENSE DE MUNICÍPIOS. Disponível em: <<http://www.fecam.org.br>> Acesso em: dezembro de 2019.

FEPEC - FEDERAÇÃO DOS PESCADORES DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Disponível em: <<http://fepec.wixsite.com/fepec>> Acesso em: dezembro de 2019.

FERGUSON-LEES, J.; CHRISTIE, D. A. **Raptors of the World**. New York: Houghton Mifflin Company. 2001.

FERREIRA, E. J. G. 1984a. *A ictiofauna da represa hidrelétrica de Curuá-Una, Santarém, Pard*. I- Lista e distribuição das espécies. Amazoniana 8 (3): 351-363.

FETAESC - FEDERAÇÃO DOS TRABALHADORES NA AGRICULTURA DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Disponível em: <<http://www.fetaesc.org.br>> Acesso em: dezembro de 2019.

FIORI, Diana. **IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO NA SUB-BACIA DO ARROIO-RETIRO – RS**. 2016. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/149453>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

FONSECA, G. A. B. da; HERRMANN, G.; LEITE, Y. L. R.; MITTERMEIER, R. A.; RYLANDS, A. B.; PATTON, J. L. **Lista anotada dos mamíferos do Brasil**. n. 4. Belo Horizonte: Conservation International & Fundação Biodiversitas, 38 p. 1996.

Fonte: RENDA PER CAPITA. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2019. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Renda_per_capita&oldid=60941427>. Acesso em: Dezembro de 2019.

FORMAN, R. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York. John Wiley & Sons. 1986. 619p.

FORTES, E. **Parasitologia Veterinária**. 3ª ed. São Paulo, Editora Ícone, 1997.

FREITAS, Nivaldo Ferreira de. **Preservação do Patrimônio Histórico em Ceará-Mirim**. Orientador: FÉLIX, Almir. 2006. 39 p. (TCC) - Bacharelado e Licenciatura em História, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006. Disponível em: <<http://repositoriolabim.cchla.ufrn.br/bitstream/123456789/503/1/Preserva%C3%A7%C3%A3o%20do%20Patrim%C3%B4nio%20Hist%C3%B3rico%20em%20Cear%C3%A1-Mirim.pdf>>. Acesso em Dezembro de 2019.

FROST, D. **Amphibian Species of the World**. 2010. Disponível em: <<http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

FROST, D. R. **Amphibian Species of the World 5.1**: An on line reference. The American Museum of Natural History, 2008.

FUNAI – FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. Disponível em: < <http://www.funai.gov.br/>> Acesso em: dezembro de 2019.

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. Disponível em: <www.palmares.gov.br>. Acesso em: dezembro de 2019.

GARAVELLO, J.C. Revision of genus *Steindachneridion* (Siluriformes: Pimelodidae). **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 3, no. 4, p. 607-623, 2005.

GARCIA, P.C.CA.; LAVILLA, E.; LANGONE, J.; SEGALLA, N.V.S. Anfíbios da região subtropical da América do Sul: padrões de distribuição. **Ciência e Ambiente**, 35, p, 65-100. 2007.

GIMARÃES, R. M.; FACURE, K. G.; PAVANIN, L. A. & JACOBUCCI, G. B. Water quality characterization of urban streams using benthic macroinvertebrates community metrics. **Acta Limnológica Brasiliensis**, v.21, p. 217-226. 2009.

GODOY, M. P. **Peixes do estado de Santa Catarina**. Florianópolis, SC. Ed. UFSC/co-edição: Eletrosul-FURB. 517 p. 1987.

GONSALES, E. M. L. **Diversidade e conservação de anfíbios anuros no estado de Santa Catarina, sul do Brasil** [online]. São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos. 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

GOULARTI FILHO, A. **Formação econômica de Santa Catarina**. Ensaios FEE, Porto Alegre: FEE, v. 23, n. 2, p. 977 – 1007, 2002.

GRAIPEL, M.E. 2003. A simple ground-based method for trapping small mammals in the forest canopy. **Mastozoologia Neotropical**, 10: p, 177-181.

GUZZATTI, Thaise C. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. **O agroturismo como instrumento de desenvolvimento rural; sistematização e análise das estratégias utilizadas para a implantação de um programa de agroturismo nas encostas da serra geral catarinense**. Florianópolis, 2003. 281 f. Tese [Tese de Doutorado].

HADDAD, C.F.B., L.F. TOLEDO, C.P.A. PRADO, D. LOEBMANN, J.L. GASPARINI and I. SAZIMA. **Guia dos anfíbios da Mata Atlântica** – diversidade e biologia. São Paulo: Anolis Books, 542 p. 2013.

HADDAD, C.F.B.; TOLEDO, L.F. & PRADO, C.P.A. **Anfíbios da Mata Atlântica: guia dos anfíbios anuros da Mata Atlântica**. São Paulo: Neotropica. 243 p. 2008.

HAHN, N. S., AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., BINI, L. M. Estrutura trófica da ictiofauna do Reservatório de Itaipu (Rio Paraná) nos primeiros anos de sua formação. **Interciencia**, 23(4): p. 299-305. 1998.

HEEMSTRA, P. & HEEMSTRA, E. **Coastal Fishes of Southern Africa**. National Inquiry Service Centre and South African Institute for Aquatic Biodiversity. South Africa. 2004.

HELFMAN, G.S. **Fish Conservation: a guide to understanding and restoring global aquatic biodiversity and fishery resources**. Washington: Island Press. 2007.

HEYER, W. R., M. A. DONNELLY, R. W. MCDIARMID, L. C. HAYEK, and M. S. FOSTER, eds.. **Measuring and Monitoring Biological Diversity**. Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 364 p. 1994.

HIRSCHMANN, A., MAJOLO, MA. and GRILLO, HCZ. Alterações na ictiocenose do rio Forqueta em função da Instalação da Pequena Central Hidrelétrica Salto Forqueta, Putinga, Rio Grande do Sul. **Iheringia, Série Zoologia**, vol. 98, no. 4, p. 481-488. 2008.

HOLANDA, O. M. 1982. *Captura, distribuição, alimentação e aspectos reprodutivos de Hemiodus unimaculatus (BLOCH, 1794) e Hemiodopsis sp. (Osteichthyes, Characoidei, Hemiodidae) na represa hidrelétrica de Curuá-Una, Pará*. Tese de Mestrado, INPA/FUA, Manaus: 99 pp.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. 2001. **Plano Diretor para a Utilização dos Recursos Hídricos do Estado do Paraná**. Relatório Setorial – Vol. K.

IBAMA. 2010. **Lista Brasileira de Anfíbios e Répteis**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 11 ago. 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010: dados preliminares**. Brasília, 2010. Disponível: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> Acesso em: dezembro de 2019.

ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Plano de Manejo RPPN Serra do Lucindo**. 2012. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

IMA - Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina. **CORREDOR ECOLÓGICO TIMBÓ**. 2021. Disponível em: <https://www.ima.sc.gov.br/index.php/biodiversidade/biodiversidade/corredores-ecologicos/672-corredor-ecologico-timbo>. Acesso em: 10 dez. 2019.

IMPACTO ASSESSORIA AMBIENTAL. Relatório de Diagnóstico Faunístico, PCH Tamanduá. 97 p. 2007.

IMPACTO ASSESSORIA AMBIENTAL. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da PCH Espirado**. Irineópolis e Timbó Grande. 2015.

INCRA. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/>>. Acesso em: dezembro de 2019.

ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO FAMILIAR. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2019. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%8Dndice_de_Developmento_Familiar&oldid=56217207>. Acesso em: Dezembro de 2019.

IRGANG, G.V.; MICOL, L.; SANTOS, R.R.dos. **Análise da fragmentação da paisagem e mapeamento do valor para a conservação**. Cuiabá: Icv, 2007. 24 p.

IUCN. **IUCN Red List of Threatened Species**. 2019. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em 16 nov. 2019.

IZECKSOHN, E. & CARVALHO-e-SILVA, S.P. **Anfíbios do município do Rio de Janeiro**. Editora UFRJ, Rio de Janeiro. 2001.

JUVANHOL, R. S. et al. **Análise espacial de fragmentos florestais: caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, Estado do Espírito Santo**. Floresta e Ambiente, v. 18, n. 4, p. 353-364, 2011. <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2011.055>.

- KLEIN, R. M. **Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 24 p. 1978.
- Klein, R.M. 1979. Reófitas no Estado de Santa Catarina, Brasil. In: Anais do 30º Congresso da Sociedade Botânica do Brasil. Campo Grande: Sociedade Botânica do Brasil, São Paulo, 159-169.
- KOHLER, G.; LEGAL, E.; TESTONI, C. Registros de aves raras ou ameaçadas em novas localidades no Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. **Cotinga**, v. 31, p. 104-107. 2009.
- KONECNY, M. J. Movement pattern and food habitsof four sympatric carnivore species in Belize, Central America. **Advances in Neotropical Mammalogy**. 1989.
- KONECNY, M. J. Movement pattern and food habitsof four sympatric carnivore species in Belize, Central America. **Advances in Neotropical Mammalogy**. 1989.
- KRIECK, C.; BRANDT, C. S.; FINK, D.; ZIMMERMANN, C. E. Novos registros de aves para o Parque das Nascentes, Blumenau, Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 12, Blumenau. **Resumos...** Blumenau, Sociedade Brasileira de Ornitologia e FURB, 2004, p. 256. 2004.
- KWET, A. & Di-BERNARDO, M. **Pró-Mata: anfíbios**. EDIPUCRS, Porto Alegre. 107 p. 1999.
- KWET, A. & MÁRQUEZ, R. **Sound guide of the calls of frogs and toads from southern Brazil and Uruguay / Guia de cantos das rãs e sapos do sul do Brasil e Uruguai / Guía sonora de los sonidos de ranas y sapos del sur de Brasil y Uruguay**. Fonoteca, Madrid, double CD and booklet, p. 1–55. 2010.
- KWET, A. Bioacoustic variation in the genus *Adenomera* in southern Brazil, with revalidation of *Leptodactylus nanus* Müller, 1922 (Anura: Leptodactylidae). **Mus. Nat. kd. Berl. Zool.** 83: p. 56-68. 2007.
- KWET, A., R. LINGNAU & M. DI-BERNARDO **Pró-Mata: Anfíbios da Serra Gaúcha, sul do Brasil – Amphibien der Serra Gaúcha, Südbrasilien – Amphibians of the Serra Gaúcha, South of Brazil. – Brasilien-Zentrum, University of Tübingen, Germany, p 1–148. 2010.**
- LEITE, Sergio. Impactos regionais da reforma agrária no Brasil: aspectos políticos, econômicos e sociais. **Reforma agrária e desenvolvimento sustentável. Brasília: Paralelo**, v. 21, 2000.
- LIMA BORGES, P.A.L. & TOMAS, W.M. **Guia de rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal. 2004.
- LIMA EACF. **Estudo da paisagem do município de Ilha Solteira-SP: subsídios para planejamento físico-ambiental [tese]**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 1997.
- Lima, W. P. & M. J. B. Zakia, 2001. Hidrobiologia de matas ciliares. In: Rodrigues, R.R. & Leitão-Filho, H. F. (eds), *Matas ciliares: conservação e recuperação*. Edusp e Fapesp, São Paulo: 33-44.
- LINGNAU, R. **Distribuição temporal, atividade reprodutiva e vocalizações em uma assembleia de anfíbios anuros de uma Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina, sul do Brasil**. Tese de doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008.

- LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: editora da Universidade de São Paulo, 534 p. 1999.
- MACHADO, D. A.; PEREZ, D. M.; SALIÉS, E. C. **Levantamento faunístico do meio terrestre nas Fazendas de florestas plantadas da RIGESA-Celulose Papel e Embalagens S. A. L.** Relatório final. Três Barras. 1995.
- MARGALEF R. **Limnologia**. Editora Omega, Barcelona, 1100 p. 1983.
- MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. Bird conservation in Brazil. **Conservation Biology**. n. 3, v. 19: p. 665-671. 2005.
- MARTINS, M. & M.E. Oliveira. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. **Herpetological Natural History** 6: p. 78-150. 1998.
- MAZZOLLI M, ME GRAIPEL e N DUNSTONE. **Mountain lion depredation in southern Brazil**. Biological Conservation 105: p. 43-51. 2002.
- MAZZOLLI, M. Ocorrência de *Puma concolor* (Linnaeus) (Felidae, Carnívora) em áreas de vegetação remanescente de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 10: p. 581- 587. 1993.
- MENEZES, N.A., WEITZMAN, S., OYAKAWA, O.T., LIMA, F., CASTRO, R. & WEITZMAN, M. Peixes de água doce da Mata Atlântica. Museu de Zoologia/USP; Conservação Internacional; FAPESP; CNPq, São Paulo. 2007.
- METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens?. **Biota Neotrop.**, Campinas , v. 1, n. 1-2, p. 1-9, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032001000100006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 22 jan. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032001000100006>
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/>> Acesso em: dezembro de 2019.
- MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/>> Acesso em: dezembro de 2019.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br>> Acesso em: dezembro de 2019.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/>>. Acesso em: dezembro de 2019.
- MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/>>. Acesso em: dezembro de 2019.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/plano-nacional-de-recursos-hidricos>>. Acesso: dezembro de 2019.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. **Lista Nacional Oficial De Espécies Da Fauna Ameaçadas de Extinção**. MMA, Brasília. 6 p. 2014.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014. **Lista Nacional Oficial De Peixes Ameaçados de Extinção**. MMA, Brasília. 6 p. 2014.

MIOTO, Beatriz Tamasso. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Programa de Graduação em Ciências Econômicas. **Movimentos migratórios em Santa Catarina no limiar do século XXI**. Florianópolis, 2008. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação).

MIRANDE, J.M. Weighted parsimony phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes). **Cladistics, Westport**, v. 25, p. 574-613, 2009.

MONTGOMERY, D. R. **Process domains and the river continuum**. Journal of the American Water Resources Association, v. 35, n. 2, p. 397-410. 1999.

MORENO, R. S., KAYS, R. W., & SAMUDIO, R. Competitive release in diets of ocelot (*Leopardus pardalis*) and puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline. **Journal of Mammalogy**, 87, 808-816. 2006.

NAKA, L. N.; MAZAR-BARNETT, J.; KIRWAN, G. M.; TOBIAS, J. A.; AZEVEDO, A. G. New and noteworthy bird records from Santa Catarina state, Brazil. **Bulletin of the British Ornithologists' Club**, Londres, v. 120, n. 4, p. 237-250, 2000.

NAKA, L. N.; RODRIGUES, M. **As aves da Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis: UFSC. 2000.

NELSON, J.S. **Fishes of the world**. 4th ed. New York: J. Wiley, 601 p., ill. 2006.

Neotropical Ichthyology, vol. 5, n 2, Porto Alegre, 2007.

NUNES, M. F. C.; BETINI, G. S. Métodos de estimativa de abundância de psitacídeos. p. 99-112. Em: Galetti, M.; Pizo, M. A. (Eds.). Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil. Belo Horizonte: **Melopsittacus Publicações Científicas**. 236 p. 2002.

ODUM, E.P. & BARRETT, G.W. **Fundamentos de ecologia**. Thomson Learning, São Paulo, 611 p. 2007.

Oliveira, T. G., & Cassaro, K. **Guia de Campo dos Felinos do Brasil**. São Paulo, SP: Instituto Pró-Carnívoros/Fundação Parque Zoológico de São Paulo/SZB/Pró-Vida Brasil. 2005.

PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. **Lista anotada dos mamíferos do Brasil/ Annotated checklist of Brazilian mammals**. Occasional Papers in Conservation Biology, Washington, n. 6, p. 1-76, 2012.

PARKER III, T. A.; STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W. Ecological and Distributional Databases. In: STOTZ, D. F. et al. **Neotropical Birds: ecology and conservation**. Chicago: The University of Chicago Press, 1996.

PIACENTINI, V. Q.; GHIZONI-JR, I. R.; AZEVEDO, M. A. G.; KIRWAN, G. M. Sobre a distribuição de aves em Santa Catarina, Brasil, parte I: registros relevantes para o Estado ou inéditos para a Ilha de Santa Catarina. **Cotinga**, v. 26, p. 25-31. 2006.

PIROVANI, Daiani Bernardo. **FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL, DINÂMICA E ECOLOGIA DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM, ES**. 2010.

Disponível em: <http://www.mundogeomatica.com.br/TesesMonografias/Tese_Site/Tese_%20Daiani.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2020.

POUGH, F. H.; HEISER, J. B., MCFARLAND, W. N. **A Vida dos Vertebrados**. 4 ed. Atheneu Editora, São Paulo, 798 p. 2008.

POUGH, H.F., ANDREWS, R.M., CADLE, J.E., CRUMP, M.L., SAVITSKY, A.H., WELLS, K.D., **Herpetology**. Pearson Prentice Hall, Upper Sad- dle River, NJ. 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELA VISTA DO TOLDO. Disponível em: <http://www.pmbvt.sc.gov.br>. Acesso: dezembro de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CANOINHAS. Disponível em: <http://www.pmc.sc.gov.br>. Acesso: dezembro de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IRINEÓPOLIS. Disponível em: <http://www.irineopolis.sc.gov.br>. Acesso: dezembro de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MAJOR VIEIRA. Disponível em: <http://www.majorvieira.sc.gov.br>. Acesso: dezembro de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA CECÍLIA. Disponível em: <http://www.santacecilia.sc.gov.br>. Acesso: dezembro de 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TIMBÓ GRANDE. Disponível em: <http://www.timbogrande.sc.gov.br>. Acesso: dezembro de 2019.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Editora Planta. 2001.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. Disponível em: < <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/>>. Acesso em: dezembro de 2019.

QUADROS, J. & CÁCERES, N. C. 2001. Ecologia e conservação de mamíferos na Reserva Volta Velha, SC, **Brasil. Acta Biologica Leopoldensia**. 23(2): 213-224.

REGALADO, L. B.; SILVA, C. Utilização de aves como indicadoras de degradação ambiental. **Revista Brasileira de Ecologia**, v. 1, p. 81-83, 1997.

REIS, N.R., A.L. PERACCHI, W.A. PEDRO AND I.P. LIMA. **Mamíferos do Brasil**. 2a ed. Londrina, 439 p. 2011.

REIS, R.E., S.O. KULLANDER & C.J. FERRARIS JR. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. Editora da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brazil. 729 p. 2003.

RIDGELY, R. S.; TUDOR, G. **The Birds of South American, Vol. I. The Oscines Passerines**. Oxford: Oxford University Press. 1989.

RINGUELET, R. A., Zoogeografía y Ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. **Ecosur** 2 (3): 122, 10. 1975.

RODA, S. A. **Aves do Centro de Endemismo Pernambuco: composição, biogeografia e conservação**. Tese de Doutorado. Belém, UFPA, 2003.

ROSÁRIO, L. A. **As aves em Santa Catarina: Distribuição geográfica e meio ambiente**. Florianópolis: FATMA, 1996.

RTK. **Estudos de Inventário Hidroenergético do Rio Timbó**. Bacia do rio Paraná. 2014.

SANTA CATARINA TURISMO S/A – SANTUR. Disponível em: < <http://turismo.sc.gov.br/>>. Acesso em: dezembro de 2019.

SAWAYA, R.J., MARQUES, O.A.V. & MARTINS, M.R.C. Composição e história natural das serpentes de Cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotrop.**8(2): 2008. Disponível em : <<http://www.biotaneotropica.org.br>>. Acesso em 16 ago. 2015.

SCHÄEFER, W. B.; PROCHNOW, M. **A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. Brasília: APREMAVI, 2002.

SCHERER-NETO, P.; STRAUBE, F. C. **Aves do Paraná: história, lista anotada e bibliografia**. Curitiba: ed. dos autores. 1995.

SEBRAE/SC - Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina. **Santa Catarina em Números: Santa Catarina**. Florianópolis: 2013. p. 150.

SECRETARIA DO ESTADO DO DESENVOLVIMENTO DA INFRAESTRUTURA. Disponível em: < www.sie.sc.gov.br >. Acesso em: dezembro de 2019.

SECRETARIA DO ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL. Disponível em: <<http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc>>. Acesso em: dezembro de 2019.

SEGALLA, M.V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ,C.A.G.; GARCIA, P.C.A.; GRANT, T.; HADDAD,C.F.B.; LANGONE, J. 2014. **Brazilian amphibians** – List of species. Disponível em: <<http://www.sbherpetologia.org.br>>. Acesso em 18 ago. 2015.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Edição revista e ampliada por José Fernando Pacheco. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SIGRIST, T. **Guia de Campo Avis Brasilis: Avifauna Brasileira**. 4. ed. São Paulo: Avis Brasilis, 2014.

SILVA, F. **Mamíferos Silvestres – Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 246 p. 1994.

SILVA, Fabíola A., Adriana Schmidt. **Sistema Tecnológico e Estilo: As implicações desta inter-relação no estudo das indústrias líticas no sul do Brasil**. MAE, Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo: Universidade de São Paulo, n. 11, p. 95-108, 2001.

SILVA, J. M. C. **Birds of the Cerrado Region, South America**. Steentrupia, v. 21, p. 69-92, 1995.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: MMA, UFPE, 382 p. 2004.

SILVANO, D.L. & SEGALLA, M.V. Conservação de anfíbios no Brasil. **Megadiversidade** 1(1): p. 79-86. 2005.

SILVEIRA, L. F.; FIGUEIREDO, L. F.; ANTUNES, A. Z.; BENEDICTO, G. A.; SCHUNCK, F.; DEVELEY, P. F.; ALVARENGA, H. M. F.; SUGIEDA, A. M.; SCHAALMANN, C.T. (org.). **Aves**. In: Bressan, P. M.; Kierulff, M. C. M.; Sugieda, A.M. (eds.). **Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo: vertebrados**. Fundação Parque Zoológico de São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. p. 87-282. 2009.

- SILVEIRA, L. F.; STRAUBE, F. C. (org.). Aves Ameaçadas de Extinção no Brasil. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M. PAGLIA, A. P. (ed.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, v. 2, p. 378-679. (Série Biodiversidade, n. 19). 2008.
- STRAUBE, F. C.. **Avifauna**. In: FUPEF: Aspectos faunísticos da Floresta Nacional de Três Barras. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Relatório não-publicado. 1990.
- TEIXEIRA, Guilherme & REDONDO, Guilherme & QUESADA, Heloise & Ferreira, Igor & DO COUTO, Edivando. (2016). **Métricas de Ecologia de Paisagem em Ambiente SIG para Análise dos Fragmentos Florestais na Bacia do Rio Claro - PR**. 1116-1123. 10.5151/engpro-eneeamb2016-ma-002-4932.
- TERRA AMBIENTAL. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da PCH Tamanduá**. Irineópolis e Timbó Grande, 2015.
- TOMPOROSKI, A. A.; MARCHESAN, J. Planalto Norte Catarinense: algumas considerações sobre aspectos históricos, características físico-naturais e extrativismo. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 51–63, 2016. DOI: 10.24302/drd.v6i2.1206. Disponível em: <http://www.periodicos.unc.br/index.php/drd/article/view/1206>. Acesso em: Dezembro de 2019.
- TRIGO, T. C.; SCHNEIDER, A.; OLIVEIRA, T. G.; LEHUGEUR, L. M.; SILVEIRA, L.; FREITAS, T. R. O.; EIZIRIK, E. **Molecular Data Reveal Complex Hybridization and Cryptic Species of Neotropical Wild Cat**. *Current Biology*, London, v. 23, n. 24, p. 2528-2533. 2013.
- TUCCI, Carlos E. M. **Princípios da Hidrometria**. Porto Alegre: -, 2003.
- TUCCI, Carlos et al. **Hidrologia ,Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrs, 2012. 1000 p.
- UETZ, P. et al. 2012. **The Reptile Database**. Disponível em: <www.reptile-database.org> Acesso em 16 ago. 2015.
- UNESCO. **Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage**, Paris, 17 October 2003. Tradução feita pelo Ministério das Relações Exteriores, Brasília, 2006.
- VARGAS, Tiago de et al. **Aplicação do Interpolador IDW para Elaboração de Mapas Hidrogeológicos Paramétricos na Região da Serra Gaúcha**. *Scientia Cum Industria*, [s.l.], v. 6, n. 3, p.38-43, 25 dez. 2018. Universidade Caxias do Sul. <http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v6iss3p38>.
- VARI, R. & L. R. MALABARBA. **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. Porto Alegre: Edipucrs, 603 p. 1998.
- VIEIRA, J. 1982. Aspectos sinecológicos da ictiofauna de Curuá-Una, represa hidrelétrica da Amazônia brasileira. Univ. Fed. de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil: 107 p.
- VELLIARD, J. M. E.; ALMEIDA, M. E. de C.; ANJOS, L. dos; SILVA, W. R. **Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância**. p. 49-60. In: VON MATTER, S.; STRAUBE, F. C.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR, J. F. (Eds.). *Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*. Technical Books, 2010.

VITORINO, J., BENATO H. **Cooperativismo: encontros e desencontros**. São Paulo: IAC, 1994.

VOLOTÃO, C. F. S. **Trabalho de análise espacial métrica do Fragstats**. São José dos Campos: INPE, São Paulo, SP. 1998 (Dissertação de Mestrado do INPE).

WIKIAVES. **WikiAves**: A enciclopédia das Aves do Brasil. 2019. Disponível em: <www.wikiaves.com.br>. Acesso em: 17 nov. 2019.

WILSON, D. E. & REEDER, D. M. **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. 3rd ed. Smithsonian Institution Press, Washington and London, USA/UK, p.1538-1599. 2005.

ZANELLA, N. & CECHIN, S.Z. Taxocenose de serpentes no Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Brasil. **Revista Brasileira Zoologia**. 23: p. 211-217. 2006.