INFORMAÇÃO TÉCNICA n° 2789/2025/IMA/GELAM Florianópolis, data da assinatura eletrônica.

Assunto: **Protocolo FATMA 2676/2019: Análise e posicionamento técnico sobre a AIBH do Rio Marombas**

I. OBJETIVO:

Elaborar manifestação técnica acerca da Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica (AIBH) do rio Marombas, sob protocolo FATMA n° 2676/2019.

II. RESPONSABILIDADE TÉCNICA:

O documento AIBH do rio Marombas apresenta as responsabilidades técnicas dos seguintes profissionais:

Edney Rodrigues de Farias, Engenheiro Civil, sob registro CREA-SC 483334-4 (coordenação geral);
Davi de Souza Schweitzer, Geógrafo, sob registro CREA-SC 76026-4 (coordenação técnica);
Osvaldo Onghero Jr.; Biólogo, sob registro CRBio 53504-03 (coordenação técnica);
Daniela Flesch Laforce, Engenheira Sanitarista, sob registro CREA-SC 169594-2;
Matheus Willinghoefer, Engenheiro Sanitarista, sob registro CREA-SC 137656-7;
Douglas Ticiani, Tecnólogo em Gestão Ambiental, sob registro CRQ-SC 13201330;
Jerri André Berto, Biólogo, sob registro CRBio 063781-03;
Rainer Keppeler Jr., Biólogo, sob registro CRBio 110340-03;
Mario Arthur Favretto, Biólogo, sob registro CRBio 75310-03;
Marianna Tiemi Harakawa, Geógrafa, sob registro CREA-SC 96661-6.

III. ANTECEDENTES IMPORTANTES:

1. Cronologia dos principais eventos:

Os principais eventos, em ordem cronológica, associados aos presente expediente de análise são indicados abaixo.

23 de janeiro de 2019 - SGP-e FATMA 2676/2019: A interessada SAKURA ENERGÉTICA S.A. protocola Termo de Referência para Avaliação Ambiental Integrada do Rio Marombas que pretende diagnosticar e apresentar elementos em prol da avaliação da conjuntura ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Marombas a partir de um prognóstico operacional conjunto de nove (9) empreendimentos hidrelétricos.

2 de abril de 2019 - SGP-e FATMA 2676/2019: É publicada a Informação Técnica nº 14/2019/GELRH que aprova o Termo de Referência com a partição de quedas proposta por SAKURA ENERGÉTICA S.A. (nove alternativas de geração) e estabelece solicitações técnicas adicionais a formar o conteúdo programático dos estudos de inventário apresentado ulteriormente ao IMA;

22 de junho de 2021 - SGP-e IMA 33462/2022: É protocolada pela ENGERA ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE RECURSOS AMBIENTAIS LTDA. a Avaliação Integrada da Bacia Hidrográfica (AIBH) do rio Marombas em atendimento à Informação Técnica Nº 14/2019/GELRH referente ao Termo de Referência apresentado no protocolo SGPe FATMA/2676/2019;

28 de setembro de 2022 - SGP-e IMA 47055/2022: É realizada no Gaboardi Park Hotel em Curitibanos a audiência pública da AIBH do Rio Marombas com a presença de um público presente confirmado via coleta de assinaturas de 46 (quarenta e seis) pessoas.

27 de abril de 2023 - SGP-e IMA 20616/2022: É publicada a Informação Técnica nº 1228/2023/GELOP que registra o primeiro pedido de informações muldisciplinares adicionais ao requerente para o conteúdo da AIBH do Rio Marombas.

7 de dezembro de 2023 - SGP-e IMA 51497/2023: É apresentada pela ENGERA ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE RECURSOS AMBIENTAIS LTDA as respostas às solicitações contidas na

Informação Técnica nº 1228/2023/GELOP.

2. Documentos técnicos de referência:

Os documentos técnicos de referência são:

INFORMAÇÃO TÉCNICA nº 14/2019/GELRH de 2 de abril de 2019 e disposta em SGP-e FATMA 2676/2019.

PARECER TÉCNICO Nº 6049/2019 (FNA/10989/CMO) que estabelece metodologias a serem seguidas para levantamentos dedicados de ictiofauna e herpetofauna e que foram sugeridas para serem aplicadas à PCH Sakura.

PARECER TÉCNICO Nº 8864/2015 (FNA/10318/CMO) que estabelece metodologias a serem seguidas para levantamentos de fauna e que foram sugeridas para serem aplicadas à CGH Apolo.

PARECER TÉCNICO Nº 446/2018 (FNA/10680/CMO) que estabelece metodologias a serem seguidas para levantamentos de fauna e que foram sugeridas para serem aplicadas à CGH Marombas I.

PARECER TÉCNICO Nº 449/2018 (FNA/10681/CMO) que estabelece metodologias a serem seguidas para levantamentos de fauna e que foram sugeridas para serem aplicadas à CGH Marombas II.

PARECER TÉCNICO Nº 10872/2012 (FNA/10022/CMO), PARECER TÉCNICO Nº 890/2015 (FNA/10149/CMO), PARECER TÉCNICO Nº 12364/2018 (FNA/10880/CMO) que estabelece metodologias a serem seguidas para levantamentos de fauna e que foram sugeridas para serem aplicadas à CGH Bossardi.

INFORMAÇÃO TÉCNICA nº 1228/2023/GELOP de 27 de abril de 2023 e disposta em SGP-e FATMA 2676/2019.

III. ANÁLISE TÉCNICA DA AIBH:

1. Quanto aos empreendimentos em operação existentes na Bacia Hidrográfica do rio Marombas:

Segundo foi apresentado na AIBH, a Bacia Hidrográfica (BH) do Rio Marombas possui 14 usinas hidrelétricas em operação, totalizando 22 MW, o que representa 0,31% da capacidade instalada de Santa Catarina e 0,38% da potência das PCHs e CGHs do estado. Além disso, há duas usinas termelétricas: Trombini (4.870 kW, bagaço de cana) e Berneck Curitibanos (14.300 kW, resíduos florestais), correspondendo a 0,25% da potência termelétrica estadual.

2.Quanto aos empreendimentos inventariados:

Constou no documento apresentado a este Instituto que a BH do Rio Marombas possui dois inventários hidrelétricos aprovados e empreendimentos em diferentes fases de elaboração de projetos básicos. Considerando usinas em operação, outorgadas, inventariadas ou em desenvolvimento, a bacia reúne 24 AHEs que totalizam 94.697,4 kW de potência instalada já identificada junto à ANEEL. Segundo consta na Tabela 4.4, há 20 CGHs, 4 PCHs e 2 termelétricas cadastradas. Há registros de inventários hidrelétricos com status “aceito” em afluentes do Rio Marombas, como o Rio dos Patos e o Rio Taquaruçu (Tabela 4.5 da AIBH).

O referido estudo considerou uma partição de quedas com 9 (nove) alternativas de geração com a seguintes características a seguir discriminadas:

Nome	Potência	NA Max Operacional	NA Rest. Jusante	Operação*	Altura da barragem (m)	Área do Reservatório (ha)	Extensão Reservatório (km)	Zona atingida	Zona atingida	Área Inundada (ha)*
PCH Sakura	12600	774	760	NÃO	11,5	42,28	3,15	6	Rural	46,79
PCH Frei Rogério	12300	788	776	NÃO	14,5	93,06	8,7	0	Rural	45,34
PCH Curitibanos	13600	827	788	NÃO	26	131,59	6,81	7,5	Rural	63,98
CGH Marombas I	2800	834	828	SIM	0,5	4,6	0,8	0,15	Rural	5
CGH Marombas II	1500	847,1	835,9	SIM	3	4,3	0,6	0,36	Rural	1,84
CGH Lagoinha	2350	870	852	NÃO	17	48,07	4,04	1,25	Rural	0,56
CGH Bossardi	1400	882,18	870,05	SIM	5	37,45	4,3	4,3	Rural	5,6
CGH Apolo	2630	930	885	SIM	10	3,2	0,4	3,2	Rural	0,13
CGH Marombinhas	2420	1000	935	NÃO	15	12,3	0,9	19,3	Rural	12

*Consulta realizada no SINFat em 28/10/2025

2.1.Quanto aos limites do inventário hidrelétrico:

Constou na AIBH que o estudo de partição de quedas adotou como limites a nascente do rio Marombas (cota 1100 m) e o reservatório da UHE São Roque (cota 760 m). Sua elaboração baseou-se na busca pela máxima eficiência econômico-energética, aliada à redução dos impactos socioambientais. Que para evitar impactos sobre o Parque Sakura (entre as cotas 774 e 776 m no município de Frei Rogério), o trecho foi dividido em duas usinas de baixa queda. Acima da cota 788 m, o rio Marombas apresenta uma grande curva com desnível natural favorável à implantação da PCH Curitibanos, para a qual foram avaliadas duas alternativas: uma única usina ou duas usinas com casa de força próxima ao eixo da barragem. Já o trecho a montante da PCH Bossardi é muito plano, sem quedas naturais, enquanto o segmento entre os km 98 e 120 apresenta longas corredeiras, configurando um trecho favorável para a implantação de aproveitamentos hidrelétricos.

No inventário foram analisadas duas alternativas de partição de quedas:

a) A primeira alternativa possui nove aproveitamentos hidrelétricos (Tabela 4.6 da AIBH). Para os dois primeiros empreendimentos, foram propostas medidas para evitar impactos no Parque Sakura, incluindo o rebaixamento do nível da PCH Sakura e o posicionamento adequado do eixo da barragem da PCH Frei Rogério.

Possui nove aproveitamentos hidrelétricos, incluindo PCH Sakura (12600 kW), PCH Frei Rogério (12300 kW), PCH Curitibanos (13600 kW), CGH Marombas I (2800 kW), CGH Marombas II (1500 kW), CGH Lagoinha (2350 kW), CGH Bossardi (1400 kW), CGH Apolo (2630 kW) e CGH Marombinhas (2420 kW). Ações para não interferir no Parque Sakura, como o rebaixamento do nível para PCH Sakura e a concepção do eixo da barragem para PCH Frei Rogério, foram indicadas.

b) A segunda alternativa de partição de quedas analisada, todas as usinas propostas permanecem iguais às da primeira alternativa, exceto as PCH Curitibanos e as CGHs Marombas I e Marombas II, que apresentam diferenças entre as duas configurações (Tabela 4.7 da AIBH). O estudo analisou alternativas para aproveitamento hidráulico na PCH Curitibanos. Uma opção considerou a implantação de duas CGHs (Curitibanos Baixa e Curitibanos Alta) próximas ao corpo da barragem, com quedas menores, menor comprimento de adução e sem necessidade de vazão sanitária em trecho ensecado.

Para o trecho entre as cotas 847,10 e 828,00, projetou-se um único aproveitamento. Presença da indústria Bossardi e de uma vila residencial. Optou-se por um extenso conduto de adução de baixa pressão a fim de minimizar os impactos sociais e estruturais que seriam causados por um canal de adução convencional.

A situação (fase) dos processos de adição de aproveitamentos hidrelétricos na bacia do Rio Marombas, junto à ANEEL, é a seguinte:

- Empreendimentos Inventariados: 2 CGHs, totalizando 3.750 kW.
- Projeto Básico em elaboração: 1 CGH, totalizando 2.630 kW.
- Projetos Básicos aceitos: 3 CGHs, totalizando 7.120 kW.
- Declaração de Reserva de Disponibilidade - DRS: 4 PCHs, totalizando 60.250 kW.
- Operação: 14 CGHs, totalizando 20.947,4 kW.

Quanto ao comparativo das alternativas de divisão de queda: O estudo avaliou alternativas para implantação ou ampliação de AHEs no rio Marombas, buscando identificar os locais mais viáveis considerando maior queda natural, compatibilidade com outros usos da água e menor impacto ambiental.

Quanto ao estudo econômico-energético analisou a divisão de queda do rio Marombas, buscando maximizar a geração de energia histórica com custos compatíveis com o mercado de PCHs, incluindo investimentos, operação, manutenção e tributos. Foram simuladas operações históricas (1940–2005) e calculados índices de custo (ICB e ICBa) para comparar alternativas. Apesar da Alternativa II ter maior potência instalada, a Alternativa I apresentou índice de custo 4,3% menor, sendo considerada mais vantajosa do ponto de vista energético-econômico. Porém, sobre este tema específico este IMA não se manifesta, visto que analisa tão somente questões socioambientais.

3. Quanto aos estudos de identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais:

O estudo avaliou os impactos ambientais das PCHs e CGHs no rio Marombas com base em diagnósticos socioambientais, levantamentos de campo e entrevistas com a população. A análise considerou os processos físicos, bióticos, sociais, culturais, econômicos e políticos, e suas inter-relações, identificando processos impactantes e estimando a intensidade dos impactos sobre os componentes-síntese do sistema ambiental. Critérios e indicadores de impacto foram definidos para cada alternativa, permitindo comparar os efeitos das opções de aproveitamento, sem considerar áreas alagadas nem áreas atingidas pelos empreendimentos já existentes. Os resumos das características ambientais das Alternativas I e II encontram-se nos Quadros 4.1 e 4.2 da AIBH, respectivamente. O estudo ambiental das alternativas de aproveitamento hidrelétrico no rio Marombas utilizou cinco componentes-síntese (Ecossistemas Aquáticos, Ecossistemas Terrestres, Modos de Vida, Organização Territorial e Base Econômica) para avaliar os impactos sobre o sistema ambiental. Cada componente recebeu pesos relativos de acordo com sua importância, e indicadores de impacto foram associados a elementos de avaliação derivados do diagnóstico socioambiental. A partir desses critérios, estimou-se a intensidade dos impactos e calcularam-se Índices Ambientais (IAs) para cada alternativa, permitindo comparar o grau de comprometimento produzido pelos diferentes aproveitamentos. O IA foi utilizado para quantificar e hierarquizar os impactos das alternativas de divisão de queda do rio Marombas, permitindo comparar os aproveitamentos quanto à minimização dos efeitos ambientais. A análise indicou que a Alternativa 1 (IA = 0,50), é menos impactante que a Alternativa 2 (IA = 0,57), evidenciando maior potencial de impacto desta última sobre o ambiente. A análise comparativa indicou que a Alternativa 1 apresenta menor interferência nos atributos físicos, ecossistemas e situação socioeconômica, refletida em um Índice de Preferência cerca de 9% inferior ao da Alternativa 2, demonstrando menor impacto ambiental e melhor desempenho socioeconômico. Com base nesses critérios, a Alternativa 1 foi selecionada pelo proponente como a mais adequada para implantação das AHEs. A alternativa selecionada resultou na indicação de aproveitamento energético de 43,18 MW de potência instalada e 24,51 MW de energia assegurada.

No que concerne às linhas de transmissão (interligação), a AIBH foi apenas informativa e não desenvolveu o tema. Indicou que as PCHs Sakura, Frei Rogério e Curitibanos compartilharão uma linha de 18,2 km até a subestação de Curitibanos (138 kV). As CGHs Marombas I e II, Lagoinha e Bossardi se conectarão à subestação São Cristóvão II (23 kV) via linha dupla de 20 km, enquanto Apolo e

Marombinhas usarão uma linha simples de 13 km à mesma subestação.

4. Da caracterização ambiental da BH do rio Marombas:

4.1. Meio socioeconômico:

O conteúdo textual apresentado acerca dos Aspectos Socioeconômicos da AIBH é baseado principalmente em fontes primárias correspondentes a censos e pesquisas de organismos oficiais e banco de dados públicos setoriais (fontes secundárias). Em que pese haverem explorados dados desatualizados em relação ao presente ano (como resultados preliminares do Censo Demográfico de 2010), é plenamente compreensível o uso dos mesmos, dada a confecção do mesmo entre os anos de 2019 e 2021 e o protocolo do dossiê em 2022.

O capítulo intitulado Aspectos Socioeconômicos apresenta elementos com vistas a traçar o perfil socioeconômico dos municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do rio Marombas, a saber: Brunópolis, Campos Novos, Curitibanos, Fraiburgo, Lebon Régis, Ponte Alta do Norte, Santa Cecília, São Cristóvão do Sul e Monte Carlo.

O texto abrange informações sobre renda per capita, emprego e renda, saneamento básico, destino do lixo, energia elétrica, transporte, segurança pública, saúde, educação, economia, aspectos turísticos, áreas protegidas e comunidades tradicionais, patrimônio histórico e arqueológico.

Conforme conteúdo da AIBH e análises e a vistoria de campo realizada a Bacia Hidrográfica do Rio Marombas apresenta-se territorialmente sob características predominantemente associadas à ruralidade, com predomínio de uma baixa densidade demográfica e uma paisagem natural em mosaicos entremeadas com usos humanos vinculadas principalmente a atividades econômicas do setor primário, com destaque (em área explorada) para sojicultura, silvicultura exótica, pastagem e produção de maçãs em propriedades rurais.

O território da BH do rio Marombas é marcado por centros urbanos municipais de pequena dimensão espacial onde se concentram serviços, indústria e comércio e que, enquanto nós, estão interligados para o deslocamento terrestre exclusivamente por rodovias de circunscrição estadual.

Dentre as especificidades legais/institucionais com potenciais implicações geradas pelos AHEs aos modos de vida, o relatório técnico da AIBH do Rio Marombas indicou a ocorrência de áreas protegidas e comunidades tradicionais. São 34 (trinta e quatro) assentamentos de reforma agrária (sendo 28 federais e 6 provenientes de reassentamento de barragem), com Curitibanos, Fraiburgo, Lebon Régis, abrigando a maioria deles. Os municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Marombas abrigam também duas comunidades quilombolas certificadas pela Fundação Cultural Palmares, (sendo elas: Invernada dos Negros (Abdon Batista/Campos Novos) e Campo dos Poli (Monte Carlo).

O estudo apresentado também indica que região possui um considerável acervo arqueológico, com 90 (noventa) sítios arqueológicos registrados no IPHAN no momento da pesquisa, destacando-se Campos Novos com 70 (setenta) sítios de diversas tipologias, evidenciando a ocupação humana pré-histórica e histórica. A maior parte dos estudos arqueológicos realizados na região nos últimos anos está ligada aos licenciamentos arqueológicos que compõem o licenciamento ambiental de empreendimentos hidroenergéticos.

É importante destacar que diversos levantamentos mais recentes junto (especialmente) a áreas dos AHEs constantes nessas AIBH vem encontrando novas evidências arqueológicas, como indicam, por exemplo, os sítios de números registrais SC-4204806-BA-ST-00009 e SC-4204806-BA-ST-00008 junto a área prevista para o reservatório da PCH Curitibanos.

O relatório técnico da AIBH do Rio Marombas indica não ocorrerem unidades de conservação na área de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Marombas.

O conteúdo do relatório técnico da AIBH Marombas para os aspectos socioeconômicos demonstrou-se pouco profícuo a levantar elementos e características espaciais e jurídicas amplas para a consolidação instrutivo-normativa do cenário “ótimo” previsto e futuro de geração hidroenergética na referida bacia hidrográfica (i.e. com a co-existência dos nove aproveitamentos hidrelétricos). Inobstante isto, alguns itens abordados, a análise multicritério apresentada e os resultados da vistoria técnica permitiram dispor que a priori sobrevêm sobre o Rio Marombas uma perspectiva onde uma coleção de impactos ambientais mais restritos ou específicos (para cada caso) deverão prevalecer junto aos processos administrativos de licenciamento ambiental. Nesse sentido é especialmente importante destacar a ausência de Territórios Quilombolas, Terras Indígenas e Unidades de Conservação demarcadas e territórios de populações tradicionais reconhecidas, (ainda que, especialmente sobre este tema subsistam um panorama de dados

precários e também de invisibilização histórica de informações (faxinalenses? tradições caboclas?), mas que deverão ser pauta de solicitações suplementares em Instruções Normativas, Termos de Referência Específicos do IMA e em Informações Técnicas.

A especificidade inerente dos territórios de diversos municípios que compõem a AIBH do Rio Marombas é oportunamente destacada por diversos autores que se debruçaram sobre a formação socioespacial regional, casos de Lemos (2006); Brandt (2007) e Oliveira & Fraga (2016). Tais autores, cada qual ao seu modo atestaram que regionalmente sobrevêm ali uma condição fundiária e sociohistórica tensa decorrente (e ainda latente) das 'feridas' vivas da:

a) violência e apropriação de terras que se ligam ou correlacionam especialmente à Guerra do Contestado;

b) vaga lembrança comunitária da resistência messiânica que se mescla com a rústica religiosidade católica dos tipos humanos resistentes ao tempo e ainda presentes na região;

c) à luta pela representatividade viva do sujeito caboclo e das ocupações comunitárias e tradicionais (como os faxinalenses e os próprios serranos);

d) os caminhos tortuosos da colonização conduzida pelas forças políticas opressoras estatais no início do século XX;

e) os descaminhos da 'importação' de práticas capitalistas agrárias (à brasileira), a partir também de jogos político de favores e, sob a égide econômica extrativista (práticas predatórias dos recursos florestais), e;

f) teimosia historiográfica de estudos técnicos nega e invisibiliza (sob a ótica desenvolvimentista) também o componente indígena na cultura regional e os costumes e formas de vida locais/serranos.

Todo esse cabedal conduziu ao longo do século XX a compressão das formas de desenvolvimento tradicionais, comunitárias e campesinas, mas que ainda presentes encontram-se basicamente como reminiscências expressivas da originalidade daquele mosaico territorial.

A AIBH do Rio Marombas apresentou em seu conteúdo que as interferências espaciais isoladas das alternativas de aproveitamento hidrelétrico que poderão fragilizar os serviços ecossistêmicos aquáticos e terrestres existentes e/ou impingir mudanças de modos de vida de populações presentes em ADAs e AIDs. Tais situações deverão ser tema de avaliação prioritária nos respectivos processos administrativos de licenciamento ambiental implicando tanto em chance de (re)adequações locacionais e tecnológicas (n)dos projetos e/ou mesmo mediações institucionais a poderem repercutir em exigências específicas junto aos respectivos processos de licenciamento ambiental formalizados.

4.2.Meio biótico:

De acordo com a AIBH, o levantamento de dados primários da flora arbórea ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Marombas foi conduzido entre os dias 29 de outubro e 06 de novembro de 2019, em oito áreas amostrais, com duas parcelas de 100 m^2 em cada unidade amostral.

4.2.1.Aspectos vegetacionais

Componente arbóreo:

Durante o levantamento de dados primários, foram registrados ao todo 500 indivíduos arbóreos em 1600 m^2 (0,16 ha) amostrados, sendo reconhecidas 59 espécies, seis indivíduos não identificados, dois ao nível de família, seis ao nível de gênero, e dez indivíduos mortos.

Foram registradas 34 famílias botânicas, com maior proporção em riqueza de espécies em Myrtaceae (9), Fabaceae (5) e Lauraceae (5). Em termos de abundância, as famílias Sapindaceae (93), Euphorbiaceae (72), Myrtaceae (54) e Araucariaceae (36) são as mais abundantes. Aponta-se que todas as unidades amostrais apresentaram uma, duas ou até três espécies ameaçadas entre as de maior importância fitossociológica.

Estágios de regeneração:

A maioria dos indivíduos amostrados é de espécies de grupo ecológico secundário inicial (155) e pioneiras (144). Os resultados encontrados demonstram que a maioria das espécies e indivíduos amostrados possui como síndrome de dispersão a forma de zoocoria. Segundo a AIBH, em florestas ombrófilas mistas, a síndrome zoocórica é a mais frequente em fragmentos florestais.

Espécies da flora ameaçadas de extinção:

Conforme a AIBH, foram registradas *Araucaria angustifolia, Dicksonia sellowiana, Podocarpus lambertii*, consideradas como ameaçadas pela intensa exploração de seus remanescentes florestais, em função da atividade humana.

Componente reofítico:

O levantamento de dados primários de reófitas ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Marombas foi conduzido entre os dias 12 e 20 de setembro de 2019, em oito áreas amostrais anteriormente descritas. Foram registrados 92 indivíduos, distribuídos em 30 famílias, 24 gêneros e 49 espécies. Segundo a AIBH, por conta da complexidade taxonômica e ausência de estruturas reprodutivas no período de coleta, diversas amostras permaneceram sem identificação, especialmente membros da família Podostemaceae e Myrtaceae. A dificuldade de identificação ao nível específico influencia negativamente os dados do estudo, pois impede o reconhecimento quanto à raridade, ameaça ou endemismo destes *taxa*.

Componente epifítico:

O levantamento de epífitos ocorreu nos mesmos dias das coletas de reófitas. Os fragmentos florestais avaliados apresentaram uma riqueza de 27 espécimes de epífitos, sendo a grande maioria táxons de Bromeliaceae (15) e Pteridaceae (4).

4.2.2. Aspectos faunísticos:

O levantamento de dados primários da fauna ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Marombas foi conduzido entre os dias 25 de fevereiro e 05 de março de 2019, em oito áreas amostrais.

Avifauna:

Foram registradas ao todo 118 espécies de aves, resultado similar ao observado em outros estudos no oeste de Santa Catarina, segundo a AIBH. Considerando a riqueza potencial do grupo ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Marombas a riqueza seria de 277 espécies. Duas espécies de aves exóticas para o Brasil possuem registro para a Bacia do rio Marombas: *Columba livia* (pombo-doméstico) e *Passer domesticus* (pardal), sendo que apenas o pardal foi registrado durante o levantamento in loco, com ocorrência restrita a A4.

A AIBH conclui que, em relação à distribuição espacial da avifauna registrada no levantamento primário, a área próxima ao rio Correntes apresentou a maior riqueza de espécies, bem como a maior proporção de espécies exclusivas, ou seja, que só foram observadas no local. Aparentemente, todo trecho do rio Correntes, entre sua foz no rio Marombas (junto à confluência com o rio dos Patos), apresenta importância para a biodiversidade de aves, tendo em vista o registro de componentes bióticos relevantes na área do rio Correntes, como por exemplo espécies dependentes de remanescentes de Mata Atlântica, endêmicas do bioma. Cenário similar foi observado na foz do rio Marombas, a qual parece desempenhar papel importante nesse mesmo sentido. Adicionalmente, os dados secundários corroboram a inferência de que **a seção de jusante da Bacia do rio Marombas** é muito importante na conservação do grupo, devido à indicação do registro de várias espécies altamente ameaçadas na área compreendida entre as propostas PCH's Sakura e Curitibanos.

Herpetofauna:

Foram registrados 23 táxons de herpetofauna. Somados aos dados secundários, a riqueza total com potencial de ocorrência ao longo da Bacia do rio Marombas é de 86 espécies, sendo 47 de anfíbios e 39 de répteis. Dentre essas, três possuem algum grau de ameaça de extinção confirmado e duas são consideradas Quase Ameaçadas (NT). Além disso, 25 táxons são endêmicos do Brasil e dois são exóticos.

De modo geral, dois segmentos da Bacia demonstraram-se altamente relevantes para a manutenção da biodiversidade da herpetofauna, uma vez que suportam elevada riqueza e componentes bióticos significativamente distintos entre si: um a montante, **na área de influência da implantação das propostas CGHs Lagoinha, Bossardi e Invernada das Mulas**; outro na seção intermediária, na **confluência entre os rios Marombas e Correntes**, influenciada pela implantação da PCH Frei Rogério, estendendo-se rio Correntes. Além disso, vale destacar a relevância ecológica da comunidade registrada na seção de montante, com a presença de diversos táxons endêmicos do Brasil. Dentre as principais ameaças a essa diversidade nos locais supracitados, indica-se a presença da espécie exótica *Lithobates catesbeianus* (rã-touro), tendo em vista a alta capacidade de competição e predação da fauna nativa, principalmente sob cenários de antropização.

Houve o registro de *Phrynops williamsi* na foz do rio Marombas, área de influência do reservatório da UHE São Roque, e no rio Correntes, desde sua foz, no reservatório da proposta PCH Frei Rogério, até a confluência com o rio dos Patos. Além disso, de acordo com dados secundários, o cágado-rajado foi registrado ainda na área de influência da proposta PCH Sakura.

Mastofauna:

Foram registradas 26 espécies de mamíferos de médio e grande porte na área de influência do rio Marombas, riqueza relativamente elevada em comparação a estudos em outras áreas e bacias

hidrográficas no oeste de Santa Catarina. Somados aos dados secundários, a riqueza potencial desse grupo, considerando ainda mamíferos voadores, chega a 46 táxons na área de influência da Bacia. Desse montante, 23,9% possuem algum grau de ameaça, sugerindo que a Bacia Hidrográfica do rio Marombas é um importante reduto para a fauna de mamíferos regional. Além disso, *Delomys sublineatus* (rato-do-mato) é endêmico do Brasil e apenas *Lepus europaeus* (lebre-grande) é considerada exótica.

Dentre os táxons ameaçados, registrados no levantamento primário, a maioria apresentou baixa frequência de ocorrência, ou seja, foram classificados como acidentais, ocorrendo em apenas uma área amostral, com destaque aos felinos *Leopardus pardalis* (jaguatirica) (A4) e *Puma concolor* (puma/onça-parda/leão-baio) (A8), além de *Cuniculus paca* (paca) (A6) e *Sylvilagus brasiliensis* (tapiti) (A7), todos com algum grau de ameaça de extinção.

O cenário de distribuição das espécies do gênero *Leopardus* demonstra preferência pelos segmentos superiores da Bacia, especialmente na área de influência das CGH's Marombas I (implantada) e Marombas II (em fase final de implantação), bem como no trecho avaliado no rio Correntes, afluente que se mostrou relevante também para a biodiversidade de aves.

Conforme a AIBH, a única espécie ameaçada difundida ao longo de toda a bacia é o bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*), considerando a integralização de dados primários e secundários. Entretanto, os grupos registrados eram pequenos e esparsos, o que pode agravar eventuais efeitos sinérgicos de endogamia oriundos da fragmentação de habitat promovida pela supressão de vegetação nativa para implantação de aproveitamentos hidrelétricos. Além disso, a redução populacional da espécie decorre da elevada suscetibilidade a surtos epizoóticos, com destaque para a febre amarela.

O registro de *Delomys sublineatus* (rato-do-mato), espécie endêmica do Brasil, sugere que a Bacia Hidrográfica do rio Marombas é um importante reduto para a fauna de mamíferos regionais.

A AIBH destaca o registro de inúmeros representantes de mastofauna atropelados ao longo das vias, principalmente na BR 470. Com o potencial aumento da movimentação de máquinas e veículos na região devido à implantação dos aproveitamentos projetados, esse quadro pode ser agravado. Por isso, ações de conscientização e mitigação (e.g. redutores de velocidade e placas informativas) são uma ferramenta importante para a preservação do grupo, principalmente dos mamíferos de médio e grande porte.

Ictiofauna:

Foram capturados 1327 peixes, pertencentes a 60 espécies, 14 famílias e cinco ordens. Essa riqueza é superior àquela registrada em outros estudos recentes de sub-bacias do Alto e Médio rio Uruguai. Além disso, representa aproximadamente 60% da riqueza documentada para o Alto rio Uruguai. Destacaram-se contribuições acerca de informações que revelam maior amplitude na distribuição geográfica de algumas espécies na Bacia, como o lambari Astyanax cf. cremnobates, a saicanga Oligosarcus jacuiensis e o cascudo Rineloricaria cf. anhanguapitan.

Conforme os dados primários e os secundários, a riqueza de peixes ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Marombas é de cerca de 94 espécies. Desse montante, destaca-se a presença de dois táxons migradores (*Prochilodus lineatus* e *Steindachneridion scriptum*), um com algum grau de ameaça de extinção (*Steindachneridion scriptum*) e quatro considerados exóticos (*Aristichthys nobilis, Ctenopharingodon idella, Cyprinus carpio e Oreochromis niloticus*). Contudo, *Steindachneridion scriptum* não foi capturada entre a comunidade de adultos.

Considerando que *Prochilodus lineatus* foi registrada somente nas áreas de influência das UHEs Garibaldi e São Roque, ambas no rio Canoas, a foz do rio Marombas apresenta-se como o local de maior relevância para a manutenção de *P. lineatus* no trecho avaliado. Considerando o cenário iminente da formação do reservatório da UHE São Roque, aliado a presença da PCH Pery, já implantada a montante no rio Canoas, somando-se ainda à projeção de inserção de barramento no rio Marombas, distante aproximadamente 29 km de sua foz, possivelmente a reprodução e a manutenção dos estoques de *P. lineatus* serão sensivelmente restringidos, **podendo inclusive ocasionar sua eliminação no trecho avaliado.**

Considerando a ausência de indícios de registros de *Steindachneridion scriptum* tanto no levantamento primário de adultos quanto no de ovos e larvas, bem como pelas características geomorfológicas do rio Marombas, é pouco provável que a espécie ocorra, ou já tenha ocorrido, para além de alguns quilômetros a montante da foz do rio Marombas, conforme o estudo. Além disso, o estudo informou que, pescadores locais, com vários anos de prática na bacia, relatam que as capturas do suruvi no rio Marombas sempre foram altamente esporádicas e ocasionais e **restringiam-se à região de foz**,

sendo que a espécie é capturada com maior frequência no rio Canoas.

A formação do reservatório da UHE São Roque promoveu profundas alterações nas características físicas tanto do rio Canoas quanto da seção inferior do rio Marombas. O alagamento das corredeiras resultou na estratificação dos ambientes de preferência de *Steindachneridion scriptum*, comprometendo a estrutura de habitats essenciais para a espécie. No cenário de aproveitamentos hidrelétricos projetado, ambos os cursos hídricos apresentariam severas limitações físicas à eventual busca da espécie por novos sítios reprodutivos e alimentares a montante. Essas restrições decorrem da presença da PCH Pery, já implantada no rio Canoas, e da proposta PCH Sakura, empreendimento planejado para a porção mais a jusante do rio Marombas. Esse conjunto de barramentos configura uma barreira sequencial ao deslocamento da espécie. Conforme indicado pelo estudo, os barramentos e os trechos de vazão reduzida projetados para o rio Marombas intensificariam a regulação de fluxo no trecho a montante do reservatório da UHE São Roque, potencializando os impactos cumulativos sobre os processos ecológicos fluviais.

Conforme o estudo, os impactos sinérgicos oriundos da fragmentação do trecho remanescente no rio Canoas sugerem que *Steindachneridion scriptum* pode não encontrar mais condições satisfatórias para a conclusão do ciclo de vida e reposição populacional, **podendo ser irreversíveis a ponto de que a espécie seja localmente excluída**. Além disso, as modificações físicas que foram impostas à foz do rio Marombas, mediante a implantação da UHE São Roque, podem levar a mudanças na atividade reprodutiva dos demais integrantes da assembleia de peixes, tendo em vista que o local foi diagnosticado como importante área de desova.

Outro importante resultado a ser observado, que evidencia os potenciais prejuízos oriundos da formação dos reservatórios artificiais, é a constatação de indícios de atividade reprodutiva de peixe exótico (*Cyprinus carpio*), especialmente no local da CGH Marombas I (ambiente de reservatório). Nesse sentido, é importante destacar ainda que a formação do lago da UHE São Roque pode ampliar ainda mais a área de distribuição de espécies exóticas na bacia, podendo alcançar as áreas sob influência das propostas PCH's Sakura e Frei Rogério.

Em relação às áreas de desova e desenvolvimento larval, o estudo de ictioplâncton denota a importância dos ambientes de confluência entre os tributários e os rios principais. Com sítio de desova, destaca-se a seção de foz do rio Marombas (P1), com elevada proporção de ovos e larvas em fases iniciais de desenvolvimento. As maiores densidades de larvas foram observadas a jusante da confluência entre os rios Correntes e Marombas, indicando estes trechos como relevantes para os ciclos reprodutivos dos peixes. Ademais, tendo em vista a relevância das condições físicas sobre as densidades de ovos e larvas, a ictiofauna nesses ambientes é potencialmente mais suscetível a alterações sob cenário de aproveitamentos projetados.

Macroinvertebrados aquáticos:

Durante o levantamento primário ao longo da Bacia do rio Marombas, foram coletados 371 indivíduos de macroinvertebrados aquáticos, distribuídos em 46 táxons, sendo 13 ao nível de espécie, 26 até gênero, seis até família e um ao nível de ordem. Ao todo, foram identificadas 12 ordens e 38 famílias, representando uma biodiversidade superior àquela observada em outra bacia do rio Uruguai. Apenas *Diplodon cf. expansus* possui algum grau de ameaça (VU, IUCN), com registro por dados secundários para a área de influência da CGH Apolo. Essa espécie é altamente sensível à poluição e, portanto, indica boas condições de qualidade de água.

Dentre as áreas de estudo, a área de influência da PCH Sakura e a área de influência da CGH Lagoinha destacaram-se com relação à diversidade taxonômica. Além delas, a montante da CGH Apolo apresentou a maior proporção de táxons acidentais, ou seja, com ocorrência exclusiva nesse local, indicando que a área apresenta componentes específicos importantes na manutenção da biodiversidade desse grupo. Esse cenário é corroborado pela análise de similaridade, que denota a segregação da composição de espécies no P8 em relação às demais áreas de estudo.

As ordens mais representativas para a riqueza de espécies foram Odonata e Trichoptera, com 11 e 8 táxons, respectivamente. Indivíduos da ordem Odonata são reconhecidos como indicadores ambientais, uma vez que ocupam posições superiores nas cadeias alimentares. Além disso, apresentam respostas rápidas a distúrbios ambientais, com a ocorrência podendo ser restringida pelas condições locais. Nesse sentido, destacam-se os integrantes das famílias Lestidae e Libellulidae, os mais abundantes dentro da ordem Odonata no estudo, com ocorrência predominante na área de influência da PCH Sakura e na área de influência da CGH Lagoinha. Alguns integrantes dessas famílias têm preferência por ambientes com matas ciliares preservadas, sugerindo que os referidos locais apresentem condições de suporte a táxons

com maiores exigências ecológicas.

Diversos estudos consideram a abundância de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) como um importante bioindicador, pois a presença de representantes dessas famílias está normalmente associada a um alto nível de oxigenação da água, uma vez que apresentam elevada demanda pelo recurso.

A ausência de Ephemeroptera pode representar um indício de que as faixas ciliares podem estar sendo significativamente substituídas por pastagens, uma vez que o desmatamento e uso inadequado da terra caracterizam-se como as principais pressões antrópicas sobre o grupo. Tais considerações podem ser estendidas a toda a área de influência da bacia.

Da avaliação complementar das espécies ameaçadas de extinção na AIBH do Marombas:

a)Phrynops williamsi:

Metodologia do Estudo: O monitoramento foi realizado nos rios Marombas e Correntes (SC) utilizando redes feiticeiras, com esforço total de 2.100 horas. Indivíduos com massa <=1.500g receberam geolocalizadores KIWISAT 202. O geolocalizador tem uma vida útil estimada de 281 dias, permitindo o monitoramento por telemetria dos indivíduos por no mínimo 9 meses. O dispositivo é programado para enviar sinais ao satélite em intervalos periódicos. Devido ao horário de passagem do satélite ARGOS pela América do Sul, os transmissores foram programados para permanecerem ativos entre 7 e 10h e 16 e 21h (horário de Brasília), totalizando 8 horas de atividade por dia.

As margens de erro dos pontos variam de menor do que 250 m até margem de erro maior do que 1500 m e também sem estimativa de erro. Dessa forma, no presente estudo foram utilizadas as duas categorias de coordenadas com maior precisão, sendo “margem de erro menor do que 250 m” e “margem de erro entre 250 e 500 m”.

Características da Espécie e Distribuição:

O cágado-rajado Phrynops williamsi é uma espécie vulnerável à extinção que habita ambientes lóticos (rios de correnteza) no sul do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai. A espécie é caracterizada por uma faixa negra em forma de ferradura no mento e coloração marrom com reticulações amarelo-alaranjadas na carapaça.

Principais Resultados: (i)**Capturas:** 13 exemplares capturados (5 machos jovens, 2 fêmeas jovens, 2 machos adultos, 4 indivíduos de sexo não definido). A população mostrou-se predominantemente juvenil (86%). (ii)**Geolocalização:** Dois machos adultos foram monitorados, ocupando áreas de 2.129 e 2.473 hectares, respectivamente, com deslocamentos de até 3.800 m dos rios principais. (iii)**Não ocorreram recapturas**.

Pontos críticos identificados no estudo: O erro de geolocalização representa a principal limitação técnica do estudo sobre o cágado-rajado, caracterizado por intervalos de erro significativas grandes, que variaram de < 250 m a > 1.500 m. O impacto dessa imprecisão é uma redução do conjunto de dados coletados, já que apenas as localizações com maior precisão são consideradas confiáveis para a maioria das análises. Esta limitação metodológica impossibilitou a apresentação de informações mais refinadas, como dados de microhabitat ou a investigação de comportamentos específicos dos animais, que dependem de uma exatidão espacial muito maior. Do mesmo modo, apenas dois indivíduos foram marcados, acarretando um “desvio padrão” muito alto. Por isso, apontamentos técnicos sobre a ocupação do espaço ou sobre o deslocamento dos animais tornam-se bastante prejudicados.

Outras limitações do estudo: A baixa taxa de recaptura (zero recapturas) e a pequena amostragem de adultos reprodutores impossibilitaram o cálculo de índices populacionais confiáveis. O estudo apontou que um “indivíduo ocupou uma área de 2129 hectares e realizou deslocamentos distantes em linha reta de até aproximadamente 3800 m do Rio Marombas (erro = 500 m). O que esse dado traz de informação relevante para o diagnóstico proposto para esta espécie ameaçada? Segundo o estudo, com a implantação dos barramentos haverá a redução de 40% das áreas de corredeiras disponíveis, mas que, “haverá a formação de áreas amplas de trecho de vazão reduzida (TVR) [...], nessas áreas ocorrerá a exposição de rochas e lajes do rio, que poderão servir de áreas a serem usadas por *P. williamsi*.” Com base em quais dados do estudo é possível fazer tal afirmação? Considerando que, conforme o próprio estudo, “*Phrynops williamsi* é uma espécie quase totalmente restrita a ambientes lóticos, em rios de médio a grande porte de correnteza acentuada e de fundo rochoso” (p. 89). Assim, as principais pressões causadas a espécies pelos empreendimentos hidrelétricos do Rio Marombas, segundo o estudo, são a redução de 40% das áreas de corredeiras disponíveis, alteração de habitat lótico para lêntico, risco de quedas fatais dos barramentos.

b)Migradores de longa distância:

A AIBH destacou que, com a "projeção de inserção de barramento no rio Marombas, distante aproximadamente 29 km de sua foz, possivelmente a reprodução e a manutenção dos estoques de Prochilodus lineatus serão sensivelmente restringidos, podendo inclusive ocasionar sua eliminação no trecho avaliado", mesmo assim, nenhuma ação, medida ou recomendação foi indicada para a extinção local de peixes migradores de longa distância, tais como Prochilodus lineatus (grumatã/curimba) e Steindachneridion scriptum (suruvi). O estudo destaca que "considerando que a espécie [Prochilodus lineatus] foi registrada somente nas áreas de influência das UHE's Garibaldi e São Roque, ambas no rio Canoas, **a foz do rio Marombas apresenta-se como o local de maior relevância para a manutenção de *Prochilodus lineatus* no trecho avaliado**".

Para os peixes migratórios neotropicais, as tentativas de mitigar os impactos de barragens têm se consistido principalmente no uso de mecanismos de transposição e repovoamento dos rios. Embora a eficiência e a aplicabilidade dessas estratégias ainda não sejam consensuais entre os pesquisadores.

Estudos recentes indicam que os Sistemas de Transposição de Peixes (STP) são, de modo geral, obsoletos e ineficazes, não compensando a barreira imposta pelas grandes barragens (Smith et al. 2024). A literatura indica que os STP não facilitam adequadamente a mobilidade de peixes, resultando em impactos contínuos no ciclo de vida das espécies migradoras de longa distância.

Tanto a revisão sistemática elaborada por Smith et al. (2024), quanto estudos específicos com Prochilodus lineatus (Ferreira et al. 2023) indicam que, em bacias cujos eixos principais estão fragmentados por barramentos, é fundamental a manutenção de tributários livres. A manutenção de tributários livres de barramentos mantém a diversidade genética e a conectividade inter populações, suportando a panmixia ou a coexistência de estoques de peixes migradores.

4.3.Meio físico:

Da geologia: Segundo conta na AIBH, o rio Marombas, na bacia do rio Canoas, está totalmente inserido na Bacia Sedimentar do Paraná, composta por litologias mesozóicas do Grupo São Bento (Formações Botucatu e Serra Geral) e litologias triássicas do Grupo Passa Dois (Formação Rio do Rasto). O rio nasce na Formação Rio do Rasto, atravessa a Formação Botucatu e percorre principalmente a Formação Serra Geral até desaguar no rio Canoas. A coluna estratigráfica da região evidencia o empilhamento de unidades, superfícies de discordância e feições intrusivas, fornecendo base para compreender a evolução geológica da bacia.

O texto apresenta uma caracterização geológica detalhada da área de drenagem do rio Marombas, inserido integralmente na Bacia Sedimentar do Paraná. A descrição das formações Rio do Rasto, Botucatu e Serra Geral, bem como do empilhamento estratigráfico, superfícies de discordância e feições intrusivas, fornece base sólida para compreender a evolução geológica, a geomorfologia e a hidrologia locais - informações de fato relevantes para o planejamento de AHEs. Entretanto, apesar da consistência científica e do valor interpretativo da estratigrafia apresentada, o texto **carece de conexão direta com aspectos aplicados de engenharia**, essenciais para a execução de empreendimentos do gênero. Embora as descrições litológicas e estruturais permitam inferir condições de estabilidade, não há explicitação de parâmetros geotécnicos fundamentais — como fraturamento, resistência das rochas, permeabilidade, porosidade ou comportamento mecânico — que influenciam diretamente a escolha e o dimensionamento de fundações, a estabilidade de taludes e o desempenho de obras hidráulicas. Assim, o conteúdo é tecnicamente relevante do ponto de vista geológico e hidrogeológico, mas **insuficiente para embasar decisões de engenharia**. Para ser plenamente útil ao planejamento de AHEs, o texto deveria integrar as informações geológicas às implicações práticas para projeto e construção, destacando propriedades físico-mecânicas, riscos geotécnicos e condicionantes estruturais associados às unidades aflorantes.

Da geotecnia regional: O texto apresenta adequadamente as diferenças de comportamento geomecânico entre as unidades: arenitos da Botucatu, de baixa resistência e maior friabilidade, contrastam com basaltos sãos, que tendem a oferecer melhores condições para fundações. Também ressalta de forma pertinente que os contatos entre derrames e entre estes e os arenitos possuem desempenho geotécnico inferior, podendo comprometer escavabilidade e estabilidade, especialmente nos sete derrames identificados (A a G), cujas interfaces demandam investigação mais detalhada. Apesar de fornecer um panorama útil e identificar de forma correta os principais desafios geotécnicos associados às transições litológicas, o texto permanece descritivo e qualitativo. Falta incorporar parâmetros quantitativos (resistência, deformabilidade, permeabilidade e grau de fraturamento) que são indispensáveis para o planejamento, dimensionamento e tomada de decisão em projetos de fundações e estruturas hidráulicas.

Assim, o estudo entrega uma boa base geológica e indica pontos críticos, mas ainda carece de dados numéricos e análises geotécnicas mais aprofundadas para apoiar de forma plena o desenvolvimento dos empreendimentos previstos.

Da geologia local: O estudo da AIBH identifica de forma precisa que seis usinas da região (CGH Marombinhas, CGH Lagoinha, CGH Apolo, PCH Curitibanos, PCH Frei Rogério e PCH Sakura) possuem estruturas previstas sobre contatos interderrames, zonas reconhecidas por seu comportamento geotécnico inferior, maior heterogeneidade e suscetibilidade a instabilidades. A análise descreve de maneira clara quais componentes de cada empreendimento são afetados, destacando, por exemplo, a posição da barragem e tomada d'água da CGH Apolo, as estruturas de descarga e geração da CGH Lagoinha, as escavações complexas da PCH Curitibanos e a predominância de basaltos mais competentes na PCH Frei Rogério. Também chama atenção para os riscos adicionais da CGH Marombinhas, assentada sobre arenitos brandos da Formação Botucatu e próxima a contatos com derrames, condição crítica para a casa de força e o canal de fuga. Apesar dessa boa identificação das zonas de risco e dos pontos sensíveis de projeto, o estudo permanece limitado ao diagnóstico e não avança para recomendações práticas de engenharia. Ausentam-se orientações sobre técnicas de mitigação importantes para a fase de construção e operação, como métodos de reforço e estabilização de taludes, critérios de escavação em zonas de fraqueza, soluções de contenção, tratamento de maciço rochoso, drenagem interna e externa, além de protocolos de monitoramento em tempo real para deformações e vibrações. Assim, embora o documento apresente uma avaliação correta e fundamental dos condicionantes geotécnicos, ele carece de diretrizes aplicáveis ao projeto executivo e à gestão dos riscos construtivos, deixando uma lacuna significativa entre a caracterização geológica e a tomada de decisão técnica que deve orientar os empreendimentos hidrelétricos na região.

Dos recursos minerais: O levantamento apresentado pela AIBH sobre os recursos minerais da bacia do rio Marombas baseia-se em dados vetoriais fornecidos pela Agência Nacional de Mineração (ANM), o que confere respaldo técnico, mas também indica dependência de uma base que pode estar desatualizada ou incompleta, dada a reconhecida defasagem de alguns cadastros minerários no país. Segundo o documento, há 101 processos minerários na bacia, envolvendo a exploração de substâncias variadas (água mineral, areia, argila comum e refratária, basalto, cascalho, fosfato, rocha betuminosa e saibro). Essa diversidade evidencia um potencial minerário expressivo, porém também sugere pressões significativas sobre o território, sobretudo em áreas sensíveis como margens de rios e zonas agrícolas. A apresentação das poligonais de exploração é um ponto positivo, pois permite visualizar a distribuição espacial das atividades e avaliar possíveis conflitos de uso do solo. Entretanto, o relatório não indica se houve análise crítica desses impactos, nem discute o estágio dos processos (requerimento, pesquisa ou lavra), o que limita a compreensão real da intensidade da exploração. Em síntese, embora o mapeamento seja tecnicamente estruturado e útil como base diagnóstica, carece de avaliação aprofundada sobre riscos socioambientais e sobre a qualidade e atualidade das informações utilizadas.

A caracterização climatológica da bacia do rio Marombas baseia-se em um ciclo anual bem definido: invernos e início de primavera com predominância de dias ensolarados, alternados com episódios de chuva ligados à frente polar, enquanto o final da primavera e o verão são marcados por chuvas intensas e rápidas originadas por linhas de instabilidade tropical. O estudo utiliza uma série histórica consistente de 30 anos (1961–1990) da estação climatológica de Campos Novos, o que fornece um panorama climatológico sólido para análises de disponibilidade hídrica e para a avaliação do desempenho de AHEs. No entanto, apesar da boa qualidade e da duração da base de dados, a análise apresenta limitações importantes. A dependência de uma única estação meteorológica reduz a capacidade de representar adequadamente as variações microclimáticas ao longo da bacia, que podem influenciar significativamente o regime de chuvas e, portanto, o balanço hídrico. Além disso, o período histórico utilizado não incorpora as tendências recentes associadas às mudanças climáticas, que já vêm alterando padrões de precipitação, intensidade de eventos extremos e distribuição sazonal da chuva. Dessa forma, embora o estudo ofereça uma base climatológica útil, ele carece de atualização e espacialização mais ampla, elementos essenciais para um planejamento hidrelétrico mais robusto e alinhado às condições climáticas atuais e futuras.

A descrição da circulação atmosférica na região sul do Brasil reconhece adequadamente a influência dominante das massas Tropical Atlântica (MTA) e Polar Atlântica (MPA), além de outros sistemas meteorológicos essenciais, como frentes frias, vórtices ciclônicos, cavados, convecção tropical, ZCAS e a circulação marítima. Essa abordagem demonstra compreensão consistente dos principais

mecanismos que modulam o regime de chuvas e a variabilidade atmosférica na região. O texto também ressalta corretamente o papel da topografia, especialmente o efeito orográfico, que intensifica a precipitação em áreas de barlavento: um fator crítico para entender padrões espaciais de chuva. Entretanto, apesar de abrangente, a análise permanece descritiva e não estabelece conexões diretas com implicações práticas para a bacia do rio Marombas, como impactos na disponibilidade hídrica, na ocorrência de eventos extremos ou na operação de empreendimentos hidrelétricos. Além disso, não discute possíveis mudanças nos comportamentos desses sistemas atmosféricos decorrentes das alterações climáticas, que já influenciam a frequência e intensidade de frentes frias, episódios de convecção e padrões de circulação. Assim, embora tecnicamente correta, a abordagem poderia ser mais crítica e aplicada, relacionando os processos atmosféricos ao contexto hidrológico e ao planejamento ambiental da bacia.

A classificação climática da bacia do rio Marombas como Cfb, segundo Köppen, descreve adequadamente um clima mesotérmico úmido, com verões amenos e precipitação distribuída ao longo de todo o ano - informações essenciais para compreender o comportamento hidrológico regional. Essa tipologia fornece um quadro geral confiável, especialmente no que diz respeito aos limites térmicos e à ausência de estação seca, condições que favorecem relativa estabilidade na recarga hídrica. Apesar disso, a classificação de Köppen é essencialmente qualitativa e não captura nuances fundamentais para o planejamento hidrelétrico, como a magnitude das chuvas, sua variabilidade intra e interanual, a frequência de eventos extremos e as tendências recentes de mudança climática. Assim, embora o enquadramento Cfb sirva como ponto de partida, ele é insuficiente por si só para subsidiar decisões técnicas. Uma análise mais robusta exigiria a integração de séries históricas de precipitação e temperatura, métricas de sazonalidade, avaliação de extremos hidrometeorológicos e projeções climáticas atualizadas, de modo a fornecer uma visão mais completa da disponibilidade e da segurança hídrica futura.

A análise das temperaturas na bacia do rio Marombas indicou que apresenta valores médios anuais bem definidos - média de 16,6 °C, mínima de 12,3 °C e máxima de 22,8 °C - além de destacar o padrão sazonal típico, com menores temperaturas em junho e maiores em janeiro e fevereiro. Esses dados fornecem uma base sólida para caracterizar o regime térmico regional e são relevantes para o planejamento hidrelétrico, especialmente por influenciarem processos como evapotranspiração e balanço hídrico. No entanto, a abordagem permanece limitada ao apresentar apenas médias anuais e mensais, sem explorar extremos de temperatura, amplitudes térmicas diárias ou eventos atípicos, que podem ter efeitos diretos sobre a disponibilidade hídrica e a operação de AHEs. A ausência de séries mais longas e atualizadas também reduz a capacidade de identificar tendências recentes associadas às mudanças climáticas, fundamentais para avaliar riscos futuros. Assim, embora adequada como caracterização inicial, a análise térmica carece de maior aprofundamento e atualização para subsidiar decisões de planejamento energético e gestão dos recursos hídricos de forma mais robusta.

A caracterização da umidade relativa na bacia do rio Marombas indica um ambiente consistentemente úmido, com valores que chegam a 79% em março e junho e reduções moderadas entre outubro e dezembro, quando variam de 70% a 74%. Esses dados refletem um regime de umidade relativamente estável ao longo do ano e são úteis para compreender processos associados à evaporação, ao balanço hídrico e aos impactos sobre atividades agrícolas e a operação de aproveitamentos hidrelétricos. Apesar disso, a análise permanece restrita a médias mensais, o que limita a compreensão das dinâmicas mais críticas da umidade do ar. Extremos diários, variações bruscas e a interação entre umidade, temperatura e precipitação - fatores que influenciam diretamente a formação de nevoeiros, eventos de chuva intensa e taxas de evapotranspiração - não são considerados. Além disso, faltam séries atualizadas que permitam avaliar possíveis alterações decorrentes das mudanças climáticas. Assim, embora o estudo apresente uma descrição básica adequada, ele carece de maior detalhamento e contextualização para oferecer uma visão mais abrangente dos riscos climáticos e das implicações hidrológicas na bacia do rio Marombas.

A análise da pressão atmosférica na bacia do rio Marombas mostra variação sazonal, com máximos no inverno, especialmente em julho, associada à atuação do anticiclone semipermanente do Atlântico Sul e às menores temperaturas da estação. Esse padrão é relevante para compreender a dinâmica atmosférica local, incluindo a formação de frentes frias e a direção e intensidade dos ventos, aspectos importantes para o planejamento e operação de aproveitamentos hidrelétricos. Mas, o estudo se limita às médias mensais, o que restringe a compreensão de flutuações mais rápidas e eventos extremos que podem afetar significativamente o clima local e a gestão de recursos hídricos. A inclusão de análises

de variabilidade diária, ondas de alta ou baixa pressão e correlações com outros elementos climáticos (como temperatura, umidade e precipitação) permitiria uma avaliação mais completa dos impactos da pressão atmosférica sobre a bacia e sobre a operação das AHEs.

A caracterização da precipitação na bacia do rio Marombas apresenta padrões sazonais claros, com maior intensidade no verão e inverno, destacando fevereiro como o mês mais chuvoso (196,8 mm) e abril como o menos chuvoso (106,9 mm), resultando em uma média anual de aproximadamente 1.826,5 mm. Essa abordagem fornece uma boa visão geral da sazonalidade e permite identificar períodos críticos de maior pluviosidade, informação essencial para o planejamento hidrológico e o gerenciamento de AHEs. Entretanto, o estudo é limitado ao apresentar apenas médias mensais, sem detalhar a distribuição diária, a intensidade de eventos extremos ou a frequência de chuvas intensas. Esses aspectos são fundamentais para avaliar riscos de enchentes, erosão, assoreamento e impactos sobre a operação das AHEs. Uma análise mais detalhada, incorporando extremos pluviométricos e variabilidade interanual, tornaria a avaliação útil para o planejamento de infraestrutura e a gestão de recursos hídricos.

O levantamento de insolação na região da estação de Campos Novos evidencia variação sazonal, com máximos no verão (234 horas em dezembro) e mínimos no inverno (160,4 horas em junho), oferecendo uma visão geral da disponibilidade de radiação solar ao longo do ano. Esses dados são relevantes para estudos climáticos e para o planejamento de atividades hidrelétricas, especialmente no que se refere ao balanço energético e à evapotranspiração. Porém, a análise se limita a médias mensais, sem considerar variações diárias, picos de radiação ou eventos atípicos, que podem impactar significativamente o balanço hídrico e a eficiência operacional dos AHEs. A inclusão de dados mais detalhados permitiria uma compreensão mais precisa da dinâmica energética da bacia, enriquecendo o planejamento ambiental e hidrológico e oferecendo subsídios para a operação e gestão dos recursos naturais.

O levantamento geomorfológico da bacia do rio Marombas apresenta uma classificação detalhada, distinguindo dois domínios principais: “Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas” - com planaltos e chapadas sobre rochas sedimentares - e “Depósitos Sedimentares Quaternários” - com planícies e rampas fluviais. Quatro unidades geomorfológicas foram identificadas: Planalto Dissecado do Rio Uruguai, Patamares do Alto Itajaí (possível erro de escala), Planalto dos Campos Gerais e Planícies Alúvio-Coluvionares. O estudo descreve com profundidade o Planalto dos Campos Gerais, predominante na bacia, detalhando tipos de dissecação (homogênea e diferencial), profundidade de vales (32 a 140 m), compartimentos, sedimentos superficiais, altitudes e vegetação. Também são abordados o Planalto Dissecado do Rio Iguaçu-Rio Uruguai e as planícies alúvio-coluvionares, incluindo suas relações com relevo, geologia e modelados erosivos. O levantamento demonstra coerência técnica, relacionando de forma sólida relevo, geologia e processos morfogenéticos, fornecendo informações essenciais sobre a dinâmica erosiva, a topografia e a cobertura superficial. No entanto, apresenta limitações importantes: não aborda a suscetibilidade a processos erosivos, instabilidade de encostas, risco de inundações ou impactos sobre empreendimentos hidrelétricos (PCHs), aspectos cruciais para planejamento ambiental e gestão territorial. A menção a possíveis erros de escala cartográfica indica a necessidade de verificação detalhada para aplicação prática. Além disso, a integração entre padrões de vegetação, drenagem e morfologia poderia ser mais quantitativa, permitindo avaliar heterogeneidades do relevo e implicações para uso do solo, conservação e engenharia hidráulica. Em síntese, o estudo fornece uma base morfogenética e geológica robusta, mas carece de análises aplicadas aos riscos ambientais e à operação de infraestrutura hidrelétrica, reduzindo parcialmente sua utilidade para planejamento integrado da bacia.

O mapeamento pedológico da bacia do rio Marombas, fundamentado na Classificação Brasileira de Solos (EMBRAPA, 2013), identifica de forma detalhada a distribuição de Cambissolos, Gleissolos, Latossolos, Neossolos, Nitossolos e Organossolos, fornecendo uma base técnica sólida sobre os tipos de solo presentes na região. Essa caracterização é importante para compreender a capacidade de suporte do solo, padrões de drenagem e propriedades gerais que influenciam o manejo ambiental e hidrológico da bacia. Entretanto, o estudo apresenta limitações relevantes para aplicação prática: não aborda aspectos críticos como fertilidade, profundidade efetiva, permeabilidade ou suscetibilidade à erosão, informações essenciais para o planejamento agrícola, conservação do solo e mitigação de impactos de empreendimentos hidrelétricos. Além disso, a integração com mapas de uso e ocupação do solo poderia ampliar a utilidade do levantamento, permitindo uma avaliação mais abrangente sobre a interação entre solos, vegetação, hidrologia e práticas de manejo. Em suma, embora tecnicamente consistente, o mapeamento carece de dados funcionais e contextuais para subsidiar estratégias de gestão ambiental e

planejamento de infraestrutura na bacia.

O estudo hipsométrico da bacia do rio Marombas, baseado em MDT fornecido pela Epagri, apresenta uma caracterização detalhada das altitudes, indicando elevações mínimas entre 749 e 870 m na porção centro-sul, máximas acima de 1.300 m no setor norte e ponto mais elevado de 1.389 m nos municípios de Lebon Régis e Santa Cecília, com altura média de 1.013 m. A análise situa a bacia no contexto do Planalto Meridional Brasileiro, destacando a influência de camadas basálticas, fraturas e falhas na configuração geomorfológica, bem como a presença de patamares fluviais, topos aplainados com leves ondulações e variações graduais de desníveis, reflexo de processos de aplainamento pleistocênico e dissecação holocênica. A baixa declividade e dissecação, especialmente na região centro-sul, é consistente com a atuação de drenagem recente sob clima úmido. Embora tecnicamente detalhado, o estudo poderia ser aprimorado ao relacionar explicitamente a hipsometria com implicações práticas, como risco de erosão, suscetibilidade a inundações, planejamento de uso do solo e impacto sobre empreendimentos hidrelétricos. Além disso, a análise poderia integrar informações sobre padrões de drenagem e interações com solos e vegetação para fornecer uma visão mais completa da dinâmica territorial e hidrológica da bacia.

A análise da declividade na bacia do rio Marombas indica uma média de aproximadamente 11%, caracterizando o relevo como predominantemente ondulado. Observa-se grande heterogeneidade: áreas nas regiões norte e leste apresentam declividades de até 60%, configurando trechos montanhosos, enquanto a maior parte da bacia possui inclinações inferiores a 5%, correspondendo a relevo plano ou suave. Ao longo do rio, os trechos de cabeceira apresentam declives mais acentuados, enquanto as áreas de jusante apresentam relevo suavizado. Essa variação topográfica influencia diretamente processos de drenagem, erosão e potencial de uso do solo, sendo crucial para planejamento ambiental e hidrológico. Apesar de fornecer uma boa caracterização geral do relevo, o estudo poderia ser aprimorado ao relacionar quantitativamente a declividade com riscos erosivos, estabilidade de encostas e impactos sobre empreendimentos hidrelétricos, bem como ao integrar dados de solo, vegetação e drenagem para oferecer uma visão mais aplicada e operacional da bacia.

A caracterização hidrológica da bacia do rio Marombas evidencia um sistema de 3.935 km^2, pertencente à Bacia do Rio Uruguai e à Região Hidrográfica 4 – Planalto de Lages. O rio apresenta fluxo principal com direção inicial oeste e posterior sul, desaguando no rio Canoas a 749 m de altitude, e conta com afluentes significativos como os rios Correntes, das Pedras e Taquaruçu. O estudo utilizou dados da SDS/SC, considerando apenas os cursos principais e desconsiderando pequenos canais de drenagem, o que simplifica a análise mas pode subestimar contribuições de redes secundárias para a dinâmica hídrica. Os índices físicos indicam baixa propensão a enchentes rápidas, atribuída ao formato alongado da bacia, embora alguns trechos apresentem resposta hidrológica moderada. Apesar da boa caracterização geral, o estudo poderia ser aprimorado ao integrar análises de eventos extremos, regime de vazões, temporalidade das chuvas e impactos do uso do solo sobre a hidrodinâmica. A ausência de detalhamento sobre a rede de drenagem secundária limita a avaliação de riscos localizados de inundação, assoreamento e erosão, elementos essenciais para planejamento de AHEs e manejo sustentável da bacia.

O estudo hidrogeológico da bacia do rio Marombas, baseado no mapa hidrogeológico de Santa Catarina (CPRM, 2013), identifica quatro tipos de zonas aquíferas: áreas praticamente sem aquíferos, aquíferos fraturados de menor potencial, aquíferos locais e limitados, e aquíferos fraturados de maior potencialidade. O levantamento fornece informações detalhadas sobre tipos de aquíferos, produtividade e recomendações de captação, constituindo uma base técnica para o conhecimento do recurso subterrâneo na bacia. No entanto, a análise apresenta limitações relevantes. Não há avaliação da sustentabilidade da exploração frente a demandas crescentes, nem discussão sobre riscos de contaminação e vulnerabilidade ambiental. A heterogeneidade interna dos aquíferos fraturados não foi quantificada, o que compromete a confiabilidade do abastecimento. Além disso, faltam análises integradas com uso do solo, densidade populacional e alternativas de abastecimento, elementos essenciais para um planejamento eficiente da gestão hídrica. Dessa forma, embora tecnicamente detalhado, o estudo carece de abordagens aplicadas que permitam avaliar riscos e assegurar a sustentabilidade do recurso. Também não houve avaliação da qualidade da água subterrânea, devendo esta lacuna ser suprida no âmbito dos licenciamentos ambientais dos empreendimentos.

O estudo hidrológico da bacia do rio Marombas, fundamentado no inventário da bacia e nos

Projetos Básicos (PBs) de AHEs, apresenta uma caracterização detalhada das vazões, utilizando dados das estações fluviométricas Passo Marombas (AD = 3.654 km^2) e Ponte Marombas (AD = 360 km^2) para o período de 1940 a 2005. A regionalização das vazões foi realizada por proporcionalidade simples no inventário e por regressão estatística nos PBs, incorporando o efeito da área de drenagem, permitindo estimativas de vazões médias, mínimas, máximas e permanências de vazão para cada AHE. O estudo demonstra integração de múltiplas fontes e na adaptação metodológica frente à disponibilidade de dados. Mas, existem limitações importantes. A dependência de dados históricos incompletos, falhas de medição e regionalização simplificada em trechos sem PBs reduzem a precisão, especialmente em áreas menores ou de hidrologia mais variável. A metodologia adotada para vazão remanescente (70% da vazão mínima média mensal) não considera variações sazonais, demandas ecológicas específicas, extremos hidrológicos ou impactos cumulativos, podendo subestimar ou superestimar fluxos críticos para o ecossistema aquático. Além disso, a análise concentra-se em vazões médias e máximas, com pouca atenção às estiagens prolongadas, eventos extremos ou impactos de mudanças climáticas recentes. A abordagem também carece de discussão sobre morfologia fluvial complexa, variabilidade dos afluentes e integração com gestão hídrica adaptativa. Em resumo, o estudo fornece uma base para planejamento hidrelétrico e análise hidrológica da bacia, mas suas limitações metodológicas e de abrangência exigem cautela na aplicação prática, especialmente para avaliação de riscos, sustentabilidade ambiental e operação de empreendimentos hidrelétricos.

O estudo das vazões máximas na bacia do rio Marombas, realizado tanto no inventário quanto nos Projetos Básicos (PBs), utilizou a distribuição de probabilidade de Gumbel para análise estatística, considerando os registros históricos de vazões máximas. As vazões de pico instantâneas derivadas dessa abordagem foram apresentadas em tabelas e empregadas no dimensionamento das estruturas dos aproveitamentos hidrelétricos, fornecendo uma base técnica essencial para segurança e engenharia dos empreendimentos. Apesar da metodologia adequada e amplamente utilizada, a análise apresenta limitações. A dependência exclusiva de séries históricas pode não capturar mudanças recentes no regime hidrológico devido a alterações climáticas ou uso do solo. Além disso, a aplicação da distribuição de Gumbel assume independência e estacionariedade das séries, o que pode subestimar riscos de eventos extremos em bacias com variabilidade hidrológica elevada ou influência de afluentes secundários. O estudo também não discute a incerteza associada às estimativas ou a sensibilidade do dimensionamento das estruturas a extremos hidrológicos não registrados. Assim, embora forneça informações fundamentais para projetos de AHEs, a análise poderia ser aprimorada com considerações sobre variabilidade climática futura, avaliação de incertezas e integração com gestão de riscos de enchentes.

O estudo das vazões características da bacia do rio Marombas define diferentes condições hidrológicas essenciais para planejamento e operação de empreendimentos hidrelétricos. A Qmlt representa a condição normal do rio, enquanto a Q7,10 e as vazões máximas QTR2, QTR10 e QTR100 correspondem a cheias com tempos de recorrência de 2, 10 e 100 anos, respectivamente, oferecendo parâmetros para dimensionamento de estruturas e análise de risco hidrológico. O cálculo da Q7,10 não foi apresentado para todos os empreendimentos. Apesar de fornecer uma base útil, o estudo apresenta limitações. As vazões características são derivadas de séries históricas, o que pode não refletir alterações recentes no regime hidrológico devido a mudanças climáticas ou modificações no uso do solo. Além disso, não há detalhamento sobre incertezas estatísticas ou variabilidade espacial, que podem afetar a confiabilidade das estimativas em trechos específicos da bacia. A análise também não aborda de forma integrada os impactos cumulativos de eventos extremos sobre a operação dos AHEs e sobre a segurança das estruturas, limitando a aplicação prática para planejamento adaptativo e gestão de riscos hidrológicos.

O estudo de sedimentologia da bacia do rio Marombas buscou estimar a vida útil dos reservatórios hidrelétricos, utilizando dados da estação Passo Marombas e informações dos Projetos Básicos (PBs) das PCHs Sakura, Frei Rogério e Curitibanos. A metodologia relacionou descarga sólida (Qs) à descarga líquida específica (QL), por meio de ajustes por mínimos quadrados, resultando em equações que permitiram calcular as descargas sólidas mensais. A vida útil dos reservatórios foi estimada com base nas curvas CAV e na taxa de assoreamento (ER), variando conforme o porte de cada empreendimento. Os resultados indicaram que o menor tempo de assoreamento total seria de 82 anos (PCH Frei Rogério), sugerindo baixo impacto do assoreamento durante o período considerado. Apesar da abordagem técnica e da integração com PBs, o estudo apresenta limitações. A estimativa da vida útil é teórica e baseia-se em dados históricos, sem considerar possíveis alterações futuras no regime de precipitação, eventos extremos ou mudanças de uso do solo que podem aumentar a carga sedimentar.

Além disso, não foram discutidas incertezas nas equações de Qs-QL nem a sensibilidade das estimativas frente a variações climáticas e hidrológicas. Também faltou análise de impactos localizados de assoreamento sobre a operação dos reservatórios, a segurança das estruturas e o ecossistema aquático. Assim, embora forneça uma avaliação útil, o estudo poderia ser aprimorado com cenários futuros e avaliação de riscos associados à sedimentação.

A caracterização da bacia do rio Marombas indica que não existem Unidades de Conservação (UCs) dentro de seus limites, sendo as mais próximas localizadas a aproximadamente 30 km. Essa ausência evidencia a vulnerabilidade ambiental da bacia e a necessidade de estratégias de conservação integradas, considerando não apenas áreas externas próximas, mas também medidas internas de proteção de habitats, corredores ecológicos e manutenção de serviços ecossistêmicos. Embora a informação seja relevante, o estudo é limitado ao levantamento de existência física de UCs, sem avaliar impactos potenciais da ausência de proteção legal sobre biodiversidade, hidrologia e uso do solo. Além disso, não há proposta de ações compensatórias ou políticas de gestão ambiental que possam mitigar pressões antrópicas, o que reduz a aplicabilidade prática do diagnóstico para planejamento ambiental e sustentabilidade da bacia. Essa omissão reduz significativamente a aplicabilidade prática do estudo, uma vez que o diagnóstico não se traduz em diretrizes operacionais para o planejamento ambiental.

No que tange a Áreas Prioritárias para Conservação, a AIBH não abordou o tema. Após breve consulta ao GEOSEUC, observou-se que:

Nos trechos altos do rio Marombas e do rio Correntes, há: a) ma074: caracterizada pelo Ministério do Meio Ambiente como: “de importância biológica muito alta e com prioridade de ação extremamente alta”. b) ma044: caracterizada pelo Ministério do Meio Ambiente como: “de importância biológica alta e com prioridade de ação alta”. Na região de Lebon Régis há, no trecho alto de afluentes do rio dos Patos: c) ma072: caracterizada pelo Ministério do Meio Ambiente como: “de importância biológica extremamente alta e com prioridade de ação extremamente alta”.

5. Estudo de ecologia da paisagem na bacia do rio Marombas

Adotou uma abordagem em três níveis - paisagem, classe e fragmentos - permitindo análise da cobertura e estrutura da vegetação ao longo de 30 anos (1987–2017) com dados do MapBiomas. A análise revelou tendências significativas: áreas urbanizadas estáveis, crescimento expressivo da silvicultura em substituição parcial às matas nativas e à agricultura, e manutenção de 36% de cobertura de mata nativa em 2017, ainda superior a outras bacias catarinenses. A divisão em hexágonos de 100 ha e métricas como número de fragmentos (NumP), percentual de cobertura (PLAND), tamanho médio dos fragmentos (MPS), distância média entre fragmentos (MNN) e distância aos cursos d’água (MNS) **evidenciou alta fragmentação, baixa conectividade, predomínio de pequenas reservas legais isoladas e ocupação irregular das margens dos rios**. Áreas com maior cobertura e conectividade concentram-se no sudeste da bacia e na Terra Indígena (TI) Xapecó, enquanto o restante apresenta fragmentos pequenos e dispersos.

O estudo fornece informações detalhadas sobre padrões espaciais e mudanças temporais da cobertura vegetal, sendo útil para planejamento ambiental e conservação. Entretanto, apresenta limitações críticas. Apesar de mapear fragmentação e conectividade, **não há análise de impactos sobre espécies específicas, função ecológica dos fragmentos ou avaliação quantitativa do fluxo gênico entre eles.** Também falta integração com estratégias de restauração e medidas efetivas de manutenção de corredores ecológicos, especialmente nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), que apresentam ocupação irregular. Assim, embora forneça diagnóstico abrangente da paisagem, o estudo carece de proposições práticas para mitigação da fragmentação, restauração de conectividade e proteção da biodiversidade de forma sistêmica.

6. Estudo da disponibilidade hídrica e da qualidade da água superficial na BH do Marombas

6.1.Disponibilidade hídrica:

A análise fundamentou-se na Portaria SDS nº 36/2008, que define a Q98 como o limite de referência para outorgas em Santa Catarina. A vazão do Rio Marombas foi estimada em 11,69 m^3/s via regionalização, **utilizando dados da PCH Sakura**. Embora esse método seja comum, sua precisão depende diretamente do projeto básico daquela PCH. Qualquer erro naquela vazão específica (25 $l/s.km^2$) pode comprometer o cálculo de disponibilidade de toda a bacia.

Quanto ao balanço hídrico, a situação é aparentemente confortável, mas exige ressalvas. O cruzamento entre demanda (0,69 m^3/s) e disponibilidade (11,69 m^3/s) resulta em um índice de 6% classificado na faixa "confortável" (5% a 10%). Contudo, essa métrica geral mascara uma vulnerabilidade

espacial: embora as PCHs operem sob uso não consuntivo, a derivação de águas cria zonas de escassez localizada. Nos Trechos de Vazão Reduzida (TVRs), o balanço pode saltar para níveis "Críticos" ou "Muito Críticos" caso existam captações locais. Como o texto delega o detalhamento desses impactos aos futuros estudos ambientais prévios, o panorama sistêmico atual falha ao não espacializar o balanço. Portanto, a classificação "confortável" pode ocultar conflitos severos onde a captação municipal coincide com o desvio das usinas. Assim, é imperativo que o licenciamento prévio dos empreendimentos transcenda a média global do rio e exija um exame minucioso de cada trecho de vazão reduzida.

6.2.Qualidade da água superficial:

Compilou dados de qualidade da água para diversos empreendimentos hidrelétricos e trechos do rio Marombas, utilizando dados primários e secundários, a saber:

a)Dados primários: 1 campanha executada em 2019, em 11 pontos amostrais (Tabela 5.41 da AIBH), sendo 1 ponto do rio Correntes, 1 ponto no rio Lajeado Estância Nova e demais no rio Marombas:

-Pontos 1 a 4 são os utilizados no monitoramento da PCH Sakura;

-Pontos 5 a 6, os pontos utilizados na PCH Frei Rogério;

-Pontos 7 a 8 que são os pontos utilizados no monitoramento da PCH Curitibanos;

-Ponto 9 foi coletado no rio Correntes, perto da confluência com o rio Marombas;

-Ponto 10 localizado entre os pontos de coleta da PCH Curitibanos; e

-Ponto 11 localizado na confluência entre o Lajeado Estância Nova e o rio Marombas.

b)Dados secundários: Provenientes de algumas campanhas de monitoramento realizadas entre 2008 e 2017 no âmbito dos estudos ambientais de alguns empreendimentos, a saber:

-PCH Sakura, 4 campanhas executadas em 2011 em 4 pontos amostrais, fonte EIA/RIMA (Tabelas 5.29, 5.30 e 5.31 da AIBH);

-PCH Frei Rogério, 4 campanhas executadas em 2008 em 2 pontos amostrais, fonte EIA/RIMA (Tabelas 5.32 e 5.33 da AIBH).

-PCH Frei Curitibanos, 4 campanhas executadas em 2008 em 2 pontos amostrais, fonte EIA/RIMA (Tabela 5.34 da AIBH).

-CGH Marombas I, 1 campanha executada em 2008 em 4 pontos amostrais, fonte Relatório Ambiental da PCH Marombas I (Tabela 5.35 e 5.36 da AIBH).

-CGH Marombas II, 1 campanha executada em 2017 em 4 pontos amostrais, fonte Relatório Ambiental da PCH Marombas II (Tabela 5.38 da AIBH).

-UHE São Roque, 1 campanha executada em 2008 em 5 pontos amostrais, fonte EIA da UHE São Roque (Tabela 5.39 e 5.40 da AIBH).

Frisa-se que uma campanha em um único ponto junto ao rio Correntes e ao Lajeado Estância Nova não representativos para aqueles cursos d 'água.

De modo geral, observou-se que a maior parte dos parâmetros analisados se manteve dentro dos limites da Res. CONAMA n° 357/2005 para rios de classe II, mas com exceções recorrentes em relação a nutrientes (fósforo total e nitrogênio), matéria orgânica (DBO) e contaminação microbiológica (coliformes termotolerantes), especialmente nas proximidades das PCHs Sakura, Frei Rogério e Curitibanos. As campanhas mais recentes (2019) indicaram melhora na maioria dos parâmetros, mas persistiram focos de pressão por fósforo e coliformes em pontos específicos, sugerindo impactos pontuais ou fontes contínuas de contaminação. A avaliação técnica por índices como IQA e IET indicou, para a PCH Sakura, qualidade geral “BOA” e classificação ultraoligotrófica, refletindo águas limpas e de baixa produtividade. No entanto, houve flutuações sazonais nos índices, influenciadas por chuvas, variações hidrológicas e possivelmente atividades humanas, indicando a necessidade de monitoramento contínuo. O estudo é abrangente ao compilar múltiplas campanhas e empreendimentos, permitindo uma visão integrada da qualidade da água. Contudo, apresenta limitações importantes: A periodicidade dos dados é esparsa, dificultando avaliação de extremos ou variações sazonais detalhadas; Há foco limitado em causas e fontes de contaminação, o que compromete o planejamento de mitigação; Pouca integração com uso do solo, ocupação urbana e atividades agropecuárias, que influenciam diretamente os parâmetros analisados; A avaliação é principalmente comparativa aos limites legais, sem detalhar impactos ecológicos sobre fauna aquática, bioacumulação de nutrientes ou efeitos cumulativos de múltiplos empreendimentos. De modo geral, os dados indicam boa qualidade geral da água na bacia, mas com pontos críticos de eutrofização e contaminação microbiológica, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo e ações preventivas integradas para garantir o uso sustentável dos recursos hídricos. O conjunto de estudos sobre a qualidade da água nos aproveitamentos hidrelétricos da bacia do rio Marombas indica, de forma geral, águas de boa

a ótima qualidade, com classificação pelo Índice de Qualidade da Água (IQA) variando entre 69,76 e 80,0, e corpos d'água caracterizados como ultraoligotróficos pelo Índice de Estado Trófico (IET), refletindo baixa produtividade e concentrações insignificantes de nutrientes. Apesar desse panorama positivo, os dados evidenciam situações pontuais de degradação ambiental. Na PCH Sakura, verificou-se aumento de DBO, fósforo e coliformes termotolerantes em algumas campanhas, indicando influência de matéria orgânica, contaminação microbiológica e variações sazonais. Nas PCH Frei Rogério e Curitibanos, metais como alumínio e ferro, assim como nitrogênio e fósforo, excederam limites legais em pontos específicos, possivelmente relacionados à erosão e práticas agrícolas, como uso de fertilizantes e agrotóxicos. Eventos de alta vazão impactaram turbidez, sólidos suspensos, cor aparente e coliformes, demonstrando sensibilidade da qualidade da água a variações hidrológicas. Campanhas mais recentes, como a de 2019, apontam tendência de melhora, com parâmetros microbiológicos e físico-químicos geralmente dentro da legislação, embora o fósforo continue elevado em todos os pontos, sinalizando necessidade de monitoramento contínuo. A análise integrada dos parâmetros indica maior sensibilidade de oxigênio dissolvido e turbidez a variações hidrológicas, enquanto sólidos totais e dissolvidos apresentam menor flutuação. Em síntese, a bacia apresenta condições favoráveis para usos múltiplos da água - consumo humano após tratamento, recreação, irrigação, aquicultura e pesca -, mas a presença de nutrientes e coliformes em pontos específicos evidencia a necessidade de gestão contínua, mitigação de impactos antrópicos e manutenção de monitoramento periódico, especialmente considerando pressões agrícolas e variações sazonais.

O estudo das macrófitas na BH do Rio Marombas revelou 78 indivíduos distribuídos em 52 táxons, com predominância da família Cyperaceae, seguida de Pontederiaceae e Onagraceae, evidenciando adaptações funcionais a ambientes aquáticos e palustres. A diversidade observada é moderada, refletindo estabilidade relativa do habitat, especialmente em áreas com maior variedade de microambientes (como áreas 3 e 8). A predominância de espécies anfíbias e emergentes indica plasticidade ecológica, permitindo tolerância a variações no regime hídrico, enquanto a presença de espécies com potencial invasor ou contaminante, como Salvinia auriculata e Eichhornia crassipes, aponta vulnerabilidade do ecossistema a alterações do curso hídrico e eutrofização. Embora não tenham sido identificadas espécies ameaçadas, a presença de espécies indicadoras de perturbação sinaliza que impactos antrópicos e mudanças hidrológicas podem comprometer a composição e a diversidade da comunidade. Assim, o estudo evidencia a necessidade de monitoramento contínuo, prevenção de invasões e manutenção da integridade ecológica, reforçando o papel das macrófitas como bioindicadoras da qualidade ambiental e funcionalidade dos ecossistemas aquáticos da bacia.

O levantamento de macroinvertebrados na BH do Rio Marombas, realizado em setembro de 2019, revelou alta biodiversidade, com 371 indivíduos distribuídos em 46 táxons e 12 ordens, sendo a riqueza potencial, incluindo dados secundários, de 81 táxons. Apenas Diplodon cf. expansus, espécie vulnerável à poluição, apresentou algum grau de ameaça, indicando boa qualidade da água em trechos de montante, como P8 (CGH Apolo). Os pontos P2 (PCH Sakura) e P7 (CGH Lagoinha) destacaram-se pela elevada riqueza e presença de Odonata e taxa EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), associadas a alta oxigenação e integridade ambiental. O P4 (rio Correntes) também apresentou indicadores positivos, reforçando a boa condição ambiental local. Em contraste, a ausência de Ephemeroptera em alguns pontos sugere impactos antrópicos, como desmatamento e substituição de matas ciliares por pastagens, refletindo pressões sobre a biodiversidade aquática. A heterogeneidade na composição e abundância dos táxons reflete diferenças geomorfológicas, capacidade de dispersão, variações ambientais e fatores estocásticos, mas a amostragem única limita a interpretação temporal. Em síntese, a bacia apresenta segmentos com elevada qualidade ecológica, enquanto áreas impactadas evidenciam a necessidade de monitoramento contínuo e estratégias de conservação das faixas ciliares para manter a integridade dos ecossistemas aquáticos.

7. Dos conflitos diante da implantação dos AHEs na BH do rio Marombas

7.1. Conflitos associados ao uso de água superficial

O principal impacto quantitativo sobre usos hídricos da bacia decorre dos Trechos de Vazão Reduzida (TVRs) - como é o caso da CGH Lagoinha -, que diminuem a disponibilidade de água ao desviar volumes para sistemas de adução afetando especialmente captações críticas (abastecimento do município de Curitibanos). Na p. 640 da AIBH, o responsável técnico sugeriu "um contato entre o empreendimento e a CASAN, de forma a se ter uma operação conjunta".

Quanto à análise qualitativa, a construção de reservatórios altera a hidráulica e a qualidade da água,

com efeitos cumulativos, especialmente em cascata, observados nos empreendimentos Curitibanos, Frei Rogério e Sakura. O estudo integrou informações socioeconômicas, uso do solo e histórico da bacia, utilizando dados primários e secundários e uma campanha de 2019 com oito pontos amostrais. A correlação entre concentrações de poluentes e vazões permitiu estimar aportes de carga e subsidiar modelagens ambientais para cenários atuais e futuros. A avaliação evidencia que os empreendimentos hidrelétricos impactam tanto a quantidade quanto a qualidade da água, exigindo monitoramento contínuo e gestão integrada. A presença de TVRs e a alteração da dinâmica hídrica indicam a necessidade de planejamento que considere a proteção das captações públicas, a manutenção de fluxos ecológicos e a mitigação de impactos cumulativos, assegurando a sustentabilidade do uso múltiplo da água na bacia.

7.2. Conflitos associados à compartimentação do sistema hidrográfico e efeitos sobre a ictiofauna migradora:

Consta na avaliação de bacia que a ictiofauna do Rio Marombas é composta majoritariamente por espécies com ciclos curtos, embora algumas realizem migrações reprodutivas de médio a longo alcance, que dependem de trechos contínuos de rio livre, ambientes de cabeceira preservados e qualidade adequada da água. A instalação de empreendimentos hidrelétricos na bacia alta do Rio Uruguai, incluindo a UHE São Roque, sem sistemas de transposição de peixes, fragmentou o sistema hidrográfico, eliminando rotas migratórias e isolando populações. A ausência de espécies migradoras em levantamentos recentes não significa ausência natural, mas possivelmente reflete degradação histórica e compartimentação, indicando uma ictiofauna adaptada a ambientes fragmentados, com provável redução da diversidade genética e funcional. Isso evidencia que a continuidade ecológica do rio está comprometida, questionando a capacidade do ecossistema de sustentar espécies migradoras e reforçando a necessidade de medidas de mitigação e planejamento de conectividade ecológica em futuros empreendimentos hidrelétricos, para preservar a integridade biológica do sistema aquático.

7.3. Alterações significativas na ictiofauna diante da implantação de barramentos:

Influenciadas tanto pelas características biológicas das espécies quanto pelas especificidades dos reservatórios (morfologia, hidrologia e tipo de barramento). Os represamentos modificam a dinâmica do rio, aumentando o tempo de residência da água, profundidade e retenção de nutrientes, o que resulta em mudanças imprevisíveis nas comunidades aquáticas. Enquanto distúrbios leves podem favorecer algumas espécies, a fragmentação de habitats isola populações e compromete o fluxo gênico. Projetos com vertedouros tipo soleira livre impedem a conexão montante-jusante, alterando a composição de espécies a montante, reduzindo aquelas menos adaptadas a ambientes lênticos e favorecendo espécies generalistas, como lambaris e traíras. Trechos de vazão reduzida intensificam a competição por espaço e recursos, e vazões residuais baixas a jusante afetem qualidade da água e disponibilidade de habitats, podendo reduzir ou eliminar comunidades aquáticas. O estudo evidencia que a compartimentação e o manejo hidrológico impostos pelos empreendimentos podem comprometer a diversidade e estrutura da ictiofauna local, destacando a necessidade de monitoramento contínuo e estratégias de mitigação específicas, incluindo manutenção de trechos com fluxo natural e conectividade ecológica.

7.4. Conflitos estruturais diante da implantação dos AHEs:

A implantação dos empreendimentos hidrelétricos na bacia do Rio Marombas pode gerar conflitos estruturais, principalmente devido à elevação do nível de água nos reservatórios, afetando pontes localizadas em seu curso. A análise com base em mapas digitais da EPAGRI indicou interferência mínima em rodovias e linhas de transmissão, **mas as pontes representam os principais pontos de conflito, exigindo atenção no planejamento e operação para evitar danos e garantir a segurança da infraestrutura.** Especificamente, pontes estão inseridas nos reservatórios das CGHs Bossardi, Lagoinha e Marombas II, destacando a necessidade de estratégias de mitigação localizadas. O estudo evidencia que, embora a interferência seja limitada, a segurança e a integridade de estruturas existentes dependem de monitoramento contínuo e medidas preventivas durante todas as fases dos empreendimentos.

7.5. Conflitos associados à lacunas de conhecimento:

O diagnóstico das espécies reófitas no Rio Marombas evidencia lacunas significativas de conhecimento, refletindo baixa riqueza e ausência de registros completos de gêneros importantes para a conservação. A implantação de empreendimentos hidrelétricos altera o fluxo natural do rio, causando barreiras físicas, formação de reservatórios, alagamento de corredeiras e redução da área molhada, comprometendo diretamente os habitats das espécies reofíticas. A situação indica necessidade urgente de estudos detalhados e localizados para avaliar os impactos sobre essas plantas e assegurar a manutenção da biodiversidade aquática. Estratégias mitigatórias, como levantamento de espécies, coleta de

propágulos, realocação e criação de trechos livres com corredeiras e lajeados, podem reduzir os impactos, mas dependem de planejamento técnico rigoroso e acompanhamento especializado para garantir eficácia e preservação das populações afetadas

7.6. Conflitos associados aos eventos extremos:

O texto da AIBH nos mostra que a bacia do Rio Marombas é vulnerável a eventos extremos, como estiagens prolongadas e enchentes, com histórico de 46 secas e 53 cheias entre 1980 e 2018. As estiagens, associadas a La Niña, podem reduzir a circulação nos reservatórios, afetando a qualidade da água, embora não comprometam significativamente a disponibilidade hídrica para os AHEs. As enchentes, resultantes de chuvas intensas, causam impactos localizados sem atingir diretamente áreas urbanas, podendo ser parcialmente mitigadas pela operação planejada dos empreendimentos. Embora os riscos meteorológicos não impeçam a operação das AHEs, exigem monitoramento contínuo e estratégias de gestão para reduzir efeitos sobre a água, infraestrutura e comunidades, especialmente considerando a imprevisibilidade e intensidade crescente de eventos extremos.

7.7. Conflitos associados ao uso da terra:

A implantação dos nove aproveitamentos hidrelétricos na bacia do Rio Marombas gera potenciais conflitos socioeconômicos e ambientais, sobretudo em relação à ocupação humana e ao uso do solo. Embora a predominância de propriedades rurais minimize disputas fundiárias e reduza custos de indenização, a desapropriação e a regularização de áreas de preservação permanente (APP) impactam diretamente as comunidades locais. O território apresenta mosaico de uso do solo complexo, com agricultura, pecuária, silvicultura, florestas nativas e reflorestamentos, além de indústrias dependentes da exploração florestal. Essa diversidade torna a bacia sensível a alterações, podendo afetar a economia rural, o manejo sustentável das florestas e a integridade ambiental. Foi evidenciada uma tensão entre desenvolvimento energético e atividades econômicas tradicionais, conservação ambiental e equilíbrio social. A mitigação desses conflitos requer planejamento integrado, compensações adequadas e estratégias que conciliem biodiversidade e sustentabilidade das comunidades, reforçando a necessidade de abordagens multidisciplinares na gestão territorial.

8. Do Estudo de modelagem ambiental do Rio Marombas:

Foi utilizado o modelo unidimensional HEC-RAS 5.0.7. Segundo informado pelo responsável técnico tal modelo é adequado para pequenos AHEs com reservatórios de baixo porte, baixa profundidade e tempo de detenção curto. Foram realizadas oito campanhas de monitoramento da qualidade da água entre 2008 e 2011, cobrindo vazões médias de longo termo e de estiagem, que serviram de base para calibrar o modelo. A abordagem considerou geometria do canal, estruturas de barramento, dados hidrológicos, climatológicos e concentrações de constituintes de água, permitindo avaliar cenários atuais e futuros com projeções detalhadas sobre os impactos das PCHs Curitibanos, Frei Rogério e Sakura. O modelo mostrou: **i)Cenários Hidráulicos e de Qualidade da Água:** Foram simulados três cenários geométricos (atual, futura original e futura atualizada) e cinco vazões de referência, incluindo estiagens e cheias com retornos de 2, 10 e 100 anos. Os AHEs modificam o nível d'água, a velocidade e a dinâmica do escoamento, transformando trechos turbulentos em laminares nos reservatórios e criando trechos de vazão reduzida (TVRs), com impacto direto na hidrodinâmica e potencial influência sobre a qualidade da água e os habitats aquáticos. A PCH Curitibanos é a que causa os maiores aumentos de nível, até 20,17 m, refletindo forte represamento e formação de remanso, enquanto a Frei Rogério e a Sakura apresentam impactos menores, especialmente nos trechos de vazão reduzida. **ii)Impactos sobre a Dinâmica do Rio:** Nos TVRs, a redução de velocidade e do nível d'água aumenta a estagnação e pode afetar a oxigenação, o transporte de sedimentos e a conectividade ecológica. Em cenários de cheias (QTR2, QTR10 e QTR100), a turbinagem dos empreendimentos representa uma fração pequena da vazão total, mas os alterações locais em níveis e velocidades nos reservatórios indicam potenciais impactos sobre fauna e flora aquática, sedimentação e erosão. **iii)Qualidade da Água e Modelagem Química:** A calibração do modelo considerou taxas de decaimento, produção, oxigenação e sedimentação, ajustadas à temperatura, garantindo alguma coerência na previsão do comportamento de constituintes químicos. Os resultados permitem inferir que alterações hidrológicas, mesmo em pequena escala, podem afetar a distribuição de nutrientes, oxigênio dissolvido e transporte de poluentes, especialmente em trechos represados e TVRs.

Porém, o modelo é unidimensional e assume homogeneidade dentro das células, o que pode subestimar efeitos laterais, marginais ou micro-hábitats, importantes para a fauna e flora aquática. A utilização de apenas três AHEs para simulação desconsidera possíveis interações cumulativas com

pequenos empreendimentos da bacia, embora seu impacto tenha sido considerado baixo. As oscilações naturais nas vazões e eventos extremos podem gerar variações de qualidade da água não completamente captadas pelo modelo, exigindo monitoramento contínuo para validação das previsões. A modelagem oferece uma visão detalhada da dinâmica hidráulica e dos impactos da operação das PCHs sobre níveis, velocidades e qualidade da água, sendo fundamental para planejamento, operação e mitigação de impactos. A PCH Curitibanos exerce maior influência local, com potencial de afetar ecossistemas aquáticos e sedimentos, enquanto os demais empreendimentos apresentam impactos mais moderados. A abordagem requer complementação com estudos multidimensionais, monitoramento in loco e análise de impactos ecológicos, garantindo que as decisões de gestão da bacia considerem não apenas hidrodinâmica, mas também biodiversidade e usos múltiplos da água.

O modelo simulou o comportamento da qualidade da água ao longo do Rio Marombas considerando cenários com e sem as PCHs Sakura, Frei Rogério e Curitibanos, para vazões médias e de estiagem. **Quanto à temperatura:** A implantação das PCHs reduziu a temperatura média do trecho (até 6,11 °C em vazão média). Embora a mudança seja pequena, variações térmicas podem influenciar metabolismo microbiano e solubilidade de gases, aspectos pouco explorados no estudo. **Quanto ao Oxigênio dissolvido (OD):** Valores entre 7 e 8 mg/L, dentro dos limites legais, sem diferenças significativas entre cenários. A análise não detalhou efeitos sazonais ou localizados, nem possíveis impactos em fauna sensível a pequenas flutuações de OD. **Quanto à Demanda bioquímica de oxigênio (DBO):** Redução nos cenários futuros devido ao maior tempo de detenção; valores de 2 a 3 mg/L, abaixo do limite legal. Embora positivo, a modelagem não avaliou a capacidade de resposta a eventos de aporte orgânico elevado, como chuvas intensas. **Quanto ao Nitrogênio:** Redução do nitrogênio orgânico, com amônia, nitrito e nitrato pouco alterados; concentrações dentro dos limites legais. O estudo não explorou os efeitos acumulativos ou a mobilização de nitrogênio em períodos de vazão reduzida. **Quanto ao Fósforo:** Níveis abaixo de 0,1 mg/L; baixo risco de eutrofização. Considerou apenas fósforo dissolvido e não avaliou fósforo particulado nem potenciais fontes externas, limitando a previsão de eutrofização em longo prazo. **Quanto à estratificação dos reservatórios:** Tendência à estratificação variando de fraca a forte; alterações de projeto reduziram parcialmente o risco. Nota-se que a avaliação foi baseada apenas no número de Froude densimétrico, sem considerar sazonalidade, operação de turbinas, profundidade ou impactos ecológicos associados.

Em suma, é possível inferir pela AIBH apresentada que a implantação dos AHEs provoca alterações pequenas, porém perceptíveis, principalmente pela formação de reservatórios e aumento do tempo de detenção, favorecendo a oxidação e a sedimentação. Os parâmetros permanecem dentro dos limites legais, mas a análise apresenta limitações importantes: falta de cenários extremos, sazonalidade, impactos ecológicos detalhados e efeitos de longo prazo. É importante complementar a modelagem com análises sazonais, estudos ecológicos mais detalhados e estratégias operacionais de mitigação, especialmente para controle da estratificação e preservação da fauna aquática.

9. Da Análise Multicritério:

A AIBH do Rio Marombas utilizou dois processos complementares: Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) e a Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) e o Mapeamento de Sensibilidade Ambiental (MSA). A AAD dividiu a bacia em 12 unidades de análise, correspondentes às sub-bacias entre os aproveitamentos hidrelétricos, permitindo reconhecer que diferentes trechos respondem de forma distinta aos mesmos empreendimentos, considerando características físicas, bióticas e socioeconômicas. Embora a bacia seja relativamente pequena, a divisão em sub-áreas permitiu maior precisão. Contudo, a análise pode subestimar efeitos cumulativos de impactos de baixa intensidade ao longo do tempo, dado que pequenos empreendimentos podem gerar efeitos significativos quando somados. O MSA, por sua vez, avaliou a vulnerabilidade de cada subárea a alterações ambientais, usando cinco indicadores: a) Quantidade de quedas a jusante; b) Registro do Cágado Rajado; c) Distância média entre fragmentos (MNN); d) Presença de espécies de flora ameaçadas e e) Percentual de minifúndios. Os indicadores são bem escolhidos para refletir conflitos ambientais e socioeconômicos, mas a sensibilidade ecológica poderia ser enriquecida com dados sobre espécies migradoras, macroinvertebrados e qualidade da água, aumentando a robustez da avaliação.

Os cenários Prospectivos foram dois, os quais: Cenário 0 (situação atual, com aproveitamentos em operação e autorizados) e Cenário 1 (que seria o denominado pelo responsável técnico como “Aproveitamento ótimo”, incluindo todos os empreendimentos hidrelétricos do inventário aprovado pela ANEEL). A definição de cenários é clara e consistente, mas não contempla cenários extremos de

mudanças climáticas, eventos hidrológicos críticos ou expansão não planejada de empreendimentos, limitando a visão de riscos futuros.

Quanto à definição de critérios de análise, houve divisão em três áreas (Ecossistema Terrestre, Ecossistema Aquático e Meio Socioeconômico) e houve estabelecimento de cinco indicadores de impacto e sensibilidade com base no diagnóstico da bacia e no Manual do Inventário (BRASIL, 2007). A abordagem multicritério é sólida e integrativa, permitindo priorizar áreas e impactos críticos. Entretanto, a análise depende fortemente de dados disponíveis e de julgamentos de especialistas, podendo subestimar impactos não documentados ou latentes. A análise multicritério forneceu uma visão estruturada e integrada da vulnerabilidade ambiental e dos impactos potenciais dos empreendimentos hidrelétricos na bacia do Rio Marombas. É possível identificar sub-áreas sensíveis e comparar cenários de desenvolvimento, subsidiando decisões de planejamento e mitigação. Porém, há baixa consideração de efeitos cumulativos de longo prazo, cenários extremos e indicadores ecológicos mais detalhados; dependência de dados secundários e experiência empírica para ponderação de impactos. Recomenda-se complementar a abordagem com monitoramento contínuo, atualização dos indicadores e inclusão de parâmetros ecológicos

Os resultados indicam que a sensibilidade ambiental é heterogênea ao longo da bacia. As áreas de maior sensibilidade localizam-se na porção jusante da bacia e na bacia incremental da PCH Lagoinha. Essa sensibilidade elevada decorre da presença de espécies raras, menor quantidade de obstáculos naturais e da influência da UHE São Roque, que já interrompe fluxos montante-jusante. Quanto aos impactos nos cenários avaliados, o Cenário 0 (atual) possui impactos limitados, concentrados principalmente na Unidade Amostral 1, próxima à foz, devido à barreira da UHE São Roque. Já o Cenário 1 (todos os empreendimentos do inventário), há aumento significativo dos impactos nas áreas das PCHs Sakura, Frei Rogério e Curitibanos, combinando alta sensibilidade ambiental com obstáculos e reservatórios que reduzem corredeiras, afetando habitats críticos para espécies como o Phrynops. Nas porções de montante há poucas alterações entre cenários, pois usinas já operam ou têm implantação autorizada, não aumentando impactos adicionais, segundo afirma o responsável técnico. Mas, o estudo evidencia que os impactos são concentrados em trechos específicos, principalmente onde a bacia apresenta maior vulnerabilidade ecológica e barreiras físicas. A análise é eficiente para identificar sub-áreas críticas e orientar planejamento e mitigação. Os efeitos cumulativos de longo prazo e a interação entre múltiplos empreendimentos podem estar subestimados, especialmente para espécies migradoras ou organismos sensíveis à fragmentação. Recomenda-se integrar esta análise de sensibilidade com monitoramento contínuo e estratégias de conservação direcionadas às áreas de maior vulnerabilidade.

10. Carências identificadas para o meio socioeconômico:

Em relação às carências importantes para os aspectos da diagramação socioeconômica incidente no território-alvo da análise, e, considerando que a AIBH estabelece-se enquanto documento-base para a construção de um de despacho oficial de caráter orientativo e de ordenamento para o âmbito da produção hidroenergética no Rio Marombas não estão presentes:

a) a apresentação e representação das características fundiárias e das relações de trabalho predominantes nas imediações das alternativas hidroenergéticas enfatizadas na AIBH e que podem intervir sobremaneira na perspectiva de impacto ambiental real em proprietários/posseiros/arrendatários/assentados e trabalhadores rurais e no arranjo organizacional local submetendo forçosamente moradores locais ao êxodo rural, à migração laboral ou ao rigores do mercado de disponibilidade local de terras. Parte da dimensão dessa temática, embora timidamente presente na Análise Multicritério (indicando sensibilidades da grande presença de minifúndios para quatro dos cinco empreendimentos) não é desdobrada no diagnóstico socioeconômico;

b) informações específicas sobre povos tradicionais e sistemas de práticas tradicionais (saberes faxinalenses, de descendência cabocla e coloniais) sobre o território e perspectivas de intervenção distribuídas das alternativas hidroenergéticas nesses modos de vida, incluindo territórios comunais (terras de uso comum);

c) informações sobre a vulnerabilidade social dos municípios da AIBH e uma discussão técnica à ótica da ruralidade existente nas imediações dos projetos/arranjos previstos à implantação no Rio Marombas;

d) informações sobre as especificidades do turismo rural associadas aos territórios afetados pelas alternativas hidroenergéticas, incluindo (potenciais) construções/edificações privadas (pousadas, campings e outros empreendimentos) e (potenciais) locais de lazer (balneabilidade, contemplação e esportes) da

população;

e) 'Mapeamento' ou mesmo identificação textual dos litígios territoriais jurídicos em curso envolvendo instituições (agentes) públicos e direitos coletivos com potencial interveniência ambiental para projetos hidroenergéticos, tais como por exemplo, a situação relacionada a implantação de Terra Indígena em Fraiburgo capitaneada pelo MPF.

f) mais especificamente as circunstâncias e cotidianos de travessias do Rio Marombas, especialmente passagens de gado e travessias de balsa, como a presente entre as comunidades dos Assentamentos Índio Galdino e Irmã Janice.

IV. CONCLUSÃO:

1.O estudo apresentado apresenta narrativa de que a bacia do Rio Marombas possui baixo aproveitamento energético atual (14 AHEs em operação, 22 MW), com potencial adicional significativo (94,7 MW em 24 aproveitamentos considerando projetos futuros).

2.Quanto aos aspectos hidrológicos e físicos pontua-se o relevo variado, com trechos ondulados e montanhosos e declividade média de 11%, o superávit hídrico em média, mas vulnerabilidade em períodos de estiagem prolongada; a qualidade da água "boa a ótima", com parâmetros legais de modo geral respeitados e que, com algumas melhorias projetadas nos reservatórios, principalmente redução de DBO e nitrogênio orgânico.

3.Quanto aos aspectos ecológicos e ambientais, há a substituição gradual por silvicultura, o estudo argumenta que os empreendimentos podem reconstruir e proteger APPs, beneficiando flora e fauna, mas ao mesmo tempo propõe de forma medíocre a manutenção de APP de 30m (que já é o mínimo estabelecido pelo Código Florestal). Dentre as espécies sensíveis, destaca-se o cágado rajado, cuja conservação depende de manutenção de corredeiras, APPs e corredores de vegetação. Quanto à ictiofauna e macroinvertebrados, há relevância ecológica reconhecida. Os reservatórios causam supressão de vegetação considerada baixa.

4.As recomendações específicas indicadas pelo estudo foram:

i)Para P. williamsi: manter APPs com largura mínima de 30 m, instalar estruturas para termorregulação, cercamento parcial de barramentos, ações de educação ambiental e uso de compensações para recuperação de áreas degradadas.

ii) Necessidade de planejamento integrado, considerando tanto geração de energia quanto proteção ambiental e manutenção de conectividade ecológica.

5.O estudo conclui que os empreendimentos são tecnicamente viáveis e socioeconomicamente vantajosos, mas a sustentabilidade ecológica da bacia é frágil, dependendo fortemente de: medidas mitigadoras rigorosas; gestão ambiental preventiva; garantia de conectividade ecológica; e preservação e recuperação de habitats críticos.

6.Há dependência excessiva de medidas mitigadoras e de monitoramento contínuo para garantir a sustentabilidade ecológica. A fragmentação da bacia pela UHE São Roque, a vulnerabilidade de espécies sensíveis como *Phrynops williamsi* e a potencial redução da conectividade de habitats aquáticos e terrestres indicam que os efeitos ambientais podem ser subestimados, principalmente a longo prazo e sob cenários cumulativos. A eficácia das compensações propostas depende fortemente de manejo integrado e persistente, e há risco de que a conservação da biodiversidade seja comprometida caso a gestão ambiental seja falha ou insuficiente.

7.Diante do panorama apresentado, manifestamos-nos no sentido de que deverão ser efetuadas AIBHs para cada um dos tributários do rio Marombas (e.g. rio Correntes, dos Patos, das Pedras, etc).

Conclusões específicas sobre aspectos socioeconômicos:

O relatório dos aspectos socioeconômico elaborado pela Engera Engenharia e Gerenciamento de Recursos Ambientais Ltda. pode ser caracterizado como protocolar na apresentação de dados e informações, e, especialmente a respeito da ruralidade a qual estão associadas às áreas-alvo de todos os projetos hidrelétricos no Rio Marombas não caracteriza os modos de vida nem as singularidades socioculturais presentes, sejam nas formas de desenvolvimento econômico, ou vinculadas aos costumes, representações e símbolos de um território que foi palco de um das maiores conflitos agrários da história catarinense.

Na Análise Multicritério o componente social identificado pela Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) resultante como indicador de impacto originário (sensibilidade) para todas as alternativas hidroenergéticas

do cenário de aproveitamento 'ótimo' (ou seja, com todo os aproveitamentos hidrelétricos identificados para o Rio Marombas no inventário hidrelétrico aprovado pela ANEEL) foi a "fragmentação de minifúndios", situação que deverá ser desdobrada com maior cuidado nos processos administrativos de licenciamento ambiental do IMA.

Em que pese as conclusões da AIBH para condição social na pág. 658 indicarem que "não se vislumbra qualquer conflito fundiário relevante em escala de bacia por conta da implantação dos aproveitamentos" somos de contrários a este entendimento e optamos por reiterar recomendações a serem executadas no âmbito dos licenciamentos individualizados dos empreendimentos hidroenergéticos.

Inobstante o fato da baixo esforço de dados, o conteúdo abordado pelo documento no âmbito da caracterização socioeconômica cumpre, em sua maior parte, com o conteúdo programático do Decreto Estadual nº 365/2015 e com a previsão do Termo de Referência apresentado e com as solicitações da

Informação Técnica nº 14/2019/GELRH. É importante ressaltar que as informações associadas ao uso de água compõem parte do conteúdo do item "Ecossistemas Aquáticos".

Carências identificadas associadas ao meio socioeconômico:

Em relação às carências importantes para os aspectos da diagramação socioeconômica incidente no território-alvo da análise, e, considerando que a AIBH estabelece-se enquanto documento-base para a construção de um de despacho oficial de caráter orientativo e de ordenamento para o âmbito da produção hidroenergética no Rio Marombas não estão presentes:

a) a apresentação e representação das características fundiárias e das relações de trabalho predominantes nas imediações das alternativas hidroenergéticas enfatizadas na AIBH e que podem intervir sobremaneira na perspectiva de impacto ambiental real em proprietários/posseiros/arrendatários/assentados e trabalhadores rurais e no arranjo organizacional local submetendo forçosamente moradores locais ao êxodo rural, à migração laboral ou ao rigores do mercado de disponibilidade local de terras. Parte da dimensão dessa temática, embora timidamente presente na Análise Multicritério (indicando sensibilidades da grande presença de minifúndios para quatro dos cinco empreendimentos) não é desdobrada no diagnóstico socioeconômico;

b) informações específicas sobre povos tradicionais e sistemas de práticas tradicionais (saberes faxinalenses, de descendência cabocla e coloniais) sobre o território e perspectivas de intervenção distribuídas das alternativas hidroenergéticas nesses modos de vida, incluindo territórios comunais (terras de uso comum);

c) informações sobre a vulnerabilidade social dos municípios da AIBH e uma discussão técnica à ótica da ruralidade existente nas imediações dos projetos/arranjos previstos à implantação no Rio Marombas;

d) informações sobre as especificidades do turismo rural associadas aos territórios afetados pelas alternativas hidroenergéticas, incluindo (potenciais) construções/edificações privadas (pousadas, campings e outros empreendimentos) e (potenciais) locais de lazer (balneabilidade, contemplação e esportes) da população;

e) 'Mapeamento' ou mesmo identificação textual dos litígios territoriais jurídicos em curso envolvendo instituições (agentes) públicos e direitos coletivos com potencial interveniência ambiental para projetos hidroenergéticos, tais como por exemplo, a situação relacionada a implantação de Terra Indígena em Fraiburgo capitaneada pelo MPF.

f) mais especificamente as circunstâncias e cotidianos de travessias do Rio Marombas, especialmente passagens de gado e travessias de balsa, como a presente entre as comunidades dos Assentamentos

IV. RECOMENDAÇÕES:

Além das recomendações constantes na AIBH do rio Marombas, no âmbito dos licenciamentos ambientais, os empreendimentos devem atender à Res. CONSEMA nº 250/2024 (ou a que a vier substituir), às Instruções Normativas (IN) deste IMA, tais como IN 44, IN 00, IN 64, bem como às diretrizes técnicas deste IMA que sejam aplicáveis ao caso (sob), que são premissas básicas a integrar os termos de referência e demais etapas do licenciamento ambiental de cada empreendimento.

No mais, pede-se:

1. Diante do panorama apresentado, manifestamos-nos pela aprovação da AIBH do rio Marombas, porém, deverão ser efetuadas AIBHs específicas para os tributários do rio Marombas (e.g. rio Taquaruçu, Correntes, dos Patos, das Pedras, etc).

2. Recomendações para o Meio Socioeconômico:

2.1.Acerca do arranjo preliminar do aproveitamento 'PCH Sakura', os estudos técnicos de alternativas locacionais no nível do licenciamento ambiental deverão considerar a viabilização/manutenção da passagem/travessia do rio Marombas nas imediações do local atual ou tratativas e adequada resolução ante a população usuária da via visando alternativa com menor impacto à essa população, especialmente das comunidades dos Assentamentos da Reforma Agrária Índio Galdino e Irmã Jandira;

2.2.Ainda acerca do aproveitamento 'PCH Sakura' a condição fundiária presente, associada ao estágio em curso do processo de titulação dos lotes de reforma agrária aos assentados que se realiza pelo INCRA poderá impor uma reordenação do território agrário e das possibilidades produtivas dos produtores e a formação de um arranjo produtivo que importe na potencial expansão máxima da largura de faixa de APP do reservatório projetado, conforme rege a Resolução CONAMA Nº 302/2002;

2.3.Acerca do arranjo da PCH Lagoinha, o mesmo projeto incide seu Trecho de Vazão Reduzida no ponto onde se localiza a adução de água de concessionária pública para abastecimento público do município de Curitibanos, com potencial interferência no(s) dispositivo(s) de adução e derivação, no volume e qualidade da água e nos dispositivos de condução de água já instalados. Tal situação deve ser avaliada no licenciamento para a conciliação dessas estruturas ou adequação do projeto hidroenergético, **inclusive considerando eventuais planos de expansão de captação de água potável no mesmo trecho**;

2.4. É indispensável que em todos os processos de licenciamento ambiental prévio das alternativas hidroenergéticas desta AIBH sejam empenhados esforços de adequada caracterização etno demográfica e sociocultural, bem como de informações de saúde (doenças prevalentes na população, existência de pessoas em tratamento) e de vulnerabilidade social da comunidade local, bem como o cadastramento socioeconômico dos diretamente afetados pelas obras de implantação visando a compreensão mais adequada dos impactos potenciais sobre a população das circunscrições de impacto direto. Tal situação não deverá descumprir as eventuais aplicabilidades das exigência da Convenção nº 169 da OIT;

2.5.Considerando que a abordagem sobre os aspectos turísticos no AIBH foi apenas baseada em dados secundários e, portanto, inespecífica sobre elementos de apelo turístico presentes nas imediações ou junto a ADA de cada alternativa hidroenergética apresentada e que, por exemplo, subsiste junto ao projeto da PCH Curitibanos elemento natural (cachoeira) de potencial uso recreacional sobrevêm especial necessidade de identificação dos locais de interesse e apelo turístico, a saber: pontos de apreciação paisagística e contemplação cênica; zonas de balneabilidade e recreação e/ou áreas relacionada a práticas de esportes (hiking/trekking, canionismo, bóia-cross, rafting, canoagem, rapel, etc);

2.6.Os trajetos viários de máquinas e veículos que se utilizarem rede viária pública municipal vicinal já implantada devem também ser alvo do projeto básico (ou executivo) do empreendimento hidroenergético, compondo medidas de adequações estruturais (geométricas) e de manutenção dessas vias, sobretudo, como modo de mitigação de danos aos usuários e moradores rurais nas imediações dos projetos hidroenergéticos;

2.7.A análise sobre a desapropriação e também sobre o layout dos PACUERAs propostos para os reservatórios dos aproveitamentos hidroenergéticos devem compatibilizar obrigatoriamente metragens (larguras) adequadas tanto a preservação ecológica quanto à manutenção econômica dos lotes (glebas) de terra remanescentes, principalmente no caso de pequena produção agrofamiliar e das territorialidades tradicionais inerentes.

3. Recomendações para o Meio Biótico:

Adicionalmente às recomendações apresentadas da AIBH, recomenda-se:

3.1. Para *Phrynops williamsi*:

a)Apresentar estudos que contemplem propostas de mitigação para a redução de 40% das áreas de corredeiras disponíveis e a alteração de habitat lótico para lêntico.

b)Manutenção de APPs com largura mínima de 50 m.

c)Instalação de telas ao redor das ombreiras.

d)Desenvolvimento de dispositivos anti-queda.

e)Preservação de corredores de vegetação ciliar.

f)Educação ambiental para comunidades locais.

g)Sinalização de áreas críticas para a espécie.

3.2. Recomendações adicionais para estudos com a espécie:

a)Utilização de equipamentos com desvio de erro menor do que o utilizado na AIBH, como por

exemplo, Transmissores GPS TAG Telemetria (DesertStar ou Arribada) para ambientes com baixa salinidade (isso é importante para o desvio padrão de localização). Existem equipamentos com erros de 5-50 m, que disponibilizam dados sobre a temperatura e a profundidade, e com baterias de maior tempo de duração.

b)Aumentar esforço amostral em períodos reprodutivos (primavera/verão)

c)Verificar a possibilidade de uso de armadilhas de covos para o aumento do esforço amostral.

3.3. Para espécies migradoras de longa distância:

a)Manutenção de trechos livres para migração: manter o trecho inferior do Rio Marombas próximo à foz (cerca de 30 km de extensão), livre de novos barramentos.

b)Tributários do Rio Marombas com trechos livres são essenciais para a reprodução de peixes migradores, mesmo que o tributário possua menores distâncias migratórias típicas (trechos < 100 km). Recomenda-se evitar ou reavaliar os barramentos projetados nesses tributários.

c)Avaliar cuidadosamente a necessidade de Instalação de Sistemas de Transposição de Peixes (STP): elevadores ou canais de bypass nos barramentos projetados no Rio Marombas. Esses sistemas devem ser projetados especificamente para espécies como *Prochilodus lineatus*, que requerem correntes rápidas e altas concentrações de oxigênio, com monitoramento para garantir eficiência (diferente de sistemas ineficazes, ver, Smith *et al*. 2024). Estudos indicam que STPs em pequenos barramentos facilitam a migração ascendente para áreas de desova.

d)Regulação de Vazões Ambientais: Estabelecer regimes de fluxo que mimetizem condições naturais, com picos sazonais para estimular a migração reprodutiva. Isso inclui manutenção de temperaturas e níveis de oxigênio adequados na foz do Rio Marombas, área crítica para desova de P. lineatus influenciada por fatores limnológicos. Operadores das usinas devem coordenar liberações de água para evitar reduções abruptas que eliminem poços de descanso durante migrações, entre outras medidas.

e)Avaliar cuidadosamente a necessidade de Programas de Repovoamento (restocking): Realizar repovoamentos com alevinos de migradores oriundos de estoques locais, selecionando os reprodutores para evitar endogamia. Estudos mostram que isso pode manter a diversidade quando rotas são bloqueadas, mas deve ser avaliado cuidadosamente para se confirmar a eficácia (ver Ferreira et al. 2023 e Smith et al. 2024).

4. Recomendações para o Meio Físico:

Todos os empreendimentos, no âmbito de seus licenciamentos ambientais prévios, deverão efetuar:

4.1. Avaliação cênica da paisagem.

a)Apresentar inventário de recursos cênicos.

b)Estes aspectos deverão ser avaliados de forma aprofundada, inclusive, indicando potencialidades e desafios desses locais para o desenvolvimento de atividades turísticas, bem como possíveis impactos e conflitos advindos com a futura instalação de cada empreendimento.

c)Avaliar e valorar tecnicamente os recursos cênicos, no mínimo aqueles dentro da AID de cada empreendimento.

d)Apresentar medidas mitigadoras e compensatórias, sempre que aplicáveis.

e)Deverá ser consultada a SEMAE para determinação da vazão cênica para cada empreendimento. Cópia deste estudo deverá ser apresentado à SEMAE para uso como subsídio para a homologação da vazão cênica.

4.2. Estudos para definição da vazão ecológica devem atender à Portaria SEMAE nº 483, de 10 de junho de 2025, que dispõe, em seu art. 1º, que:

"A vazão ecológica será definida pela vazão Q7/10 com base nas vazões naturais, podendo utilizar a regionalização de vazões do Estado de Santa Catarina ou estudos específicos, tais como a Avaliação Ambiental Integrada para uma bacia específica, desde que homologados pelo órgão gestor de recursos hídricos".

O administrado previamente deverá consultar o Órgão Gestor de Recursos Hídricos a fim de verificar a existência de usos consuntivos e não consuntivos junto ao futuro trecho de vazão reduzida (TVR), bem como as respectivas vazões.

Este estudo deverá ser submetido à SEMAE para homologação, sendo que esta demanda também se justifica diante da necessidade da definição desta vazão para fins de dimensionamento do dispositivo de vazão ecológica junto ao licenciamento ambiental de instalação.

4.3. Os dispositivos de vazão remanescente deverão:

4.3.1. Atender ao estabelecido na Lei Estadual 14.652/2009, Art 3°, V, que estabelece que "a

câmara de descarga da vazão remanescente será livre e posicionada na base do barramento".

4.3.2. Ser dimensionados de modo a permitir a descarga da vazão ecológica homologada pela SEMAE somada às vazões dos usos que tenham sido reservadas pelo Órgão Gestor de Recursos Hídricos junto ao TVR do AHE.

4.4. No âmbito dos licenciamentos ambientais prévios dos empreendimentos, nova pesquisa de títulos minerários deve ser efetuada junto à ANM, bem como avaliação referente à factibilidade destes interesses frente à possibilidade de implantação dos aproveitamentos hidrelétricos planejados.

4.4.1. Adicionalmente, apresentar desenho técnico, em planta planialtimétrica, os cadastros minerários na AID do empreendimento, atualizados, com as informações sobre número dos processos, localização, área, fase do processo, substância mineral, etc.

4.4.2. Apresentar medidas mitigadoras e compensatórias, sempre que for o caso.

4.5. Quanto à hidrossedimentologia, para cada empreendimento proposto, no âmbito do licenciamento ambiental prévio, se faz necessário um aprofundamento dos estudos e posterior proposição de monitoramento hidrossedimentológico.

4.5.1. O estudo deverá prever o tempo de vida útil do reservatório, **considerando a cota da soleira da tomada d'água**.

4.5.2. Apresentar medidas mitigadoras e compensatórias, sempre que for o caso.

4.6. No que concerne à hidrogeologia, para cada empreendimento proposto, no âmbito do licenciamento ambiental prévio:

a) Apresentar a descrição e caracterização hidrogeológica da área de intervenção. Apresentar o mapeamento *in loco* das nascentes, captações superficiais, poços de água subterrânea, sondagens disponíveis, entre outros, a profundidade dos níveis d'água subterrâneo dos aquíferos livres, as fontes de contaminação dos aquíferos.

b)Deverá trazer maiores informações sobre a existência ou não de possíveis áreas de recargas na BH do rio Marombas, sobretudo que sejam influenciadas pelas projeções dos empreendimentos que ali pretendem se implantar.

c) Realizar levantamento em campo de poços de captação de água subterrânea (poços tubulares profundos e cacimbas) na AID do empreendimento. Apresentar através de textos, tabelas e plantas planialtimétricas. Deverá ser identificada a profundidade dos níveis das águas subterrâneas dos aquíferos livres; as fontes de contaminação dos aquíferos; e, os impactos que a obra poderá acarretar no poço e nas águas subterrâneas.

d) O levantamento de poços cadastrados no SIAGAS CPRM para a AID;

e) Efetuar consulta à SEMAE quanto às outorgas de uso de recurso hídrico associadas às águas subterrâneas existentes na AID de cada empreendimento.

f) Efetuar a integralização das informações supra, em documento conclusivo.

g) Apresentar medidas mitigadoras e compensatórias, sempre que for o caso, junto aos estudos ambientais.

h)O Estudo deverá ser acompanhado da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional responsável e legalmente habilitado.

4.7. Realizar avaliação espeleológica em campo conforme as metodologias do CECAV e legislações espeleológicas. Efetuar no âmbito dos estudos prévios dos empreendimentos projetados. Para os empreendimentos que retomarão o licenciamento na fase de LAI - Licença Ambiental de Instalação, efetuar antes do início das obras. Apresentar medidas mitigadoras e compensatórias, sempre que for o caso.

4.8. Apresentar estudo geológico-geotécnico. Devem contemplar avaliação quanto aos riscos a deslizamentos, escorregamentos, ravinamentos e demais processos de dinâmica superficial, assim como estudos geotécnicos individualizados para cada local onde haja geração de taludes por corte e/ou aterro, considerando as normas técnicas e legislação aplicável vigente, apresentando os parâmetros de resistência para análise de estabilidade de encostas, de acordo com a ABNT NBR 11682/2009. O Estudo deverá ser acompanhado da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional responsável e legalmente habilitado. Apresentar medidas mitigadoras e compensatórias, sempre que for o caso.

4.9. Aprofundar o estudo do TVR para todos os empreendimentos que possuem arranjo do tipo derivação. Trazer informações sobre seus contribuintes, suas localizações, vazões estimadas, situação de suas APPs, uso do solo no entorno; eventuais lançamentos de efluentes (se for o caso); bem como a caracterização do substrato do leito do TVR; caracterização da vegetação ciliar nas margens direita e

esquerda; presença de cachoeiras; uso de solo na faixa de APP do TVR; presença de captações de água; usos de água existentes no TVR, usos de água futuros no TVR, dentre outras informações que o responsável técnico julgar pertinentes.

4.9.1. Complementarmente, o administrado deverá efetuar levantamento de campo atualizado a fim de verificar a existência de usuários captando (não submetidos a outorga) no futuro trecho de vazão reduzida assim como usos não consuntivos no TVR não outorgados (e.g. prática de esportes aquáticos, presença de cachoeiras, etc), indicando as respectivas vazões. Tais vazões deverão ser consideradas na definição da vazão ecológica.

4.9.2. Apresentar medidas mitigadoras e compensatórias, sempre que for o caso.

4.10. Executar, no âmbito dos estudos de licenciamento ambiental prévio, a Modelagem Ambiental da Qualidade da Água Superficial.

4.10.1. Avaliar as áreas de influência do reservatório e, se for o arranjo por derivação, também deverá ser avaliado o TVR, bem como caracterização dos riscos ambientais apresentados.

4.10.2. Fica desde já estabelecido que deverá haver a supressão de 100% da vegetação a ser afogada por ocasião do enchimento de futuros lagos.

4.10.3. Efetuar no âmbito dos estudos ambientais de todos os empreendimentos projetados, antes do início das obras para os empreendimentos que retomarão o licenciamento na fase de LAI - Licença Ambiental de Instalação e por ocasião da solicitação ou retomada da Licença Ambiental Prévia - LAP para os demais.

4.10.4. Dados obtidos nos monitoramentos dos empreendimentos existentes, sempre que tecnicamente possível, deverão ser usados para refinar a calibração dos modelos ambientais.

4.10.5. Medidas mitigadoras e compensatórias devem ser propostas, sempre que for o caso.

4.11. Diante do tempo decorrido entre as campanhas de qualidade de água e o momento da presente análise por parte deste IMA, recomenda-se que, para cada empreendimento, seja efetuado pelo menos um ciclo sazonal completo de campanhas de qualidade da água superficial, sendo uma campanha por estação do ano (primavera, verão, outono, inverno), sendo que a rede amostral deverá ser representativa.

4.11.1.Deverá, adicionalmente, ser efetuada campanha de varredura contemplando todos os parâmetros da Res. CONAMA n° 357/2005, a fim de identificar os parâmetros a serem avaliados ao longo dos programas de monitoramentos ambientais de qualidade da água superficial. Atentar ao Art. 21, §7º e §8º da Res. CONSEMA 250/2025. Avaliar ainda os principais índices ambientais.

4.11.2. A coleta de água para análise dos agrotóxicos deverá coincidir com o período de sua aplicação na agricultura.

4.11.2.Mapear e elencar as potenciais fontes poluidoras na área de drenagem do reservatório e analisar suas inter-relações com os resultados do monitoramento da qualidade da água.

4.11.3. Caracterização de cada ponto amostral. Deverá abordar, no mínimo, o tipo de substrato das margens e leito do rio, o estado de conservação da mata ciliar do entorno do ponto de coleta, uso/ocupação do solo no entorno, a acessibilidade, e a proximidade de potenciais fontes de poluição na área de influência do empreendimento.

4.11.4. Tabela que indique a identificação de cada ponto amostral e as respectivas coordenadas planas (UTM SIRGAS 2000) de cada ponto.

4.11.5. Comparação dos resultados obtidos com os padrões de qualidade da água estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/05 para a respectiva classe do rio, ressaltando aqueles que não atendem aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

4.11.6.Análise e discussão dos resultados.

4.11.7.Avaliar a ocorrência dos impactos sobre a qualidade da água, e, se for o caso, indicar as medidas mitigadoras adotadas e avaliar a eficácia dessas medidas.

4.11.8. Documento de responsabilidade técnica assinado por responsável habilitado no tema.

4.11.9. Estabelecer coletas que capturem os "extremos" hidrológicos: o pico da estiagem (maior concentração de poluentes) e o pico das cheias (maior carreamento de sedimentos e metais).

4.11.10. Foram detectados Ferro e Alumínio. Assim, é crucial distinguir o que é natural do solo e o que está biodisponível de modo a distinguir entre turbidez (sedimento) ou se há toxicidade química.

4.11.11. O monitoramento deve integrar obrigatoriamente a **origem litostratigráfica** e o **uso e ocupação do solo** (atividades humanas). Cruzar os dados de qualidade da água com mapas de uso e ocupação do solo, e ainda, geologia.

4.11.12. Utilizar macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores.

4.12. 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). No detalhamento da proposta de monitoramento e prevenção da expansão biológica das espécies exóticas invasoras L. fortunei (mexilhão- dourado) e Corbicula fluminea (berbigão-de-água-doce), priorizar ações para evitar a introdução de L. fortunei na BH do rio Marombas. Este programa deve contemplar também ações para C. fluminea (berbigão-de-água-doce).

4.13. Contemplar no Programa de monitoramento limnológico e da qualidade da água os macroinvertebrados bentônicos, com ênfase no registro de espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção.

4.14. Implementar ações de recuperação e conservação ambiental de APPs de Trechos de Vazão Reduzida de todos os empreendimentos do tipo derivação.

4.15. Implementar ações de recuperação e conservação ambiental de APPs de nascentes e de tributários, com abrangência em toda a sub-bacia onde serão implantados os empreendimentos, permitindo a conectividade entre estes.

4.16. Identificar Reservas Legais das propriedades nas áreas de influência dos empreendimentos buscando compor corredores de conectividade de ambientes naturais.

4.17. Como uma das estratégias de mitigação de impactos da redução da vazão nos futuros TVRs, prever o enchimento de reservatórios em época fora do período reprodutivo das espécies dependentes desses ambientes.

4.18. Quanto à definição de áreas de bota-fora e bota-espera:

a) Ressalta-se que tais áreas NÃO são consideradas de utilidade pública.

b) Balanço de corte e aterro devem justificar tecnicamente a proposição de áreas serem utilizadas como bota-fora localizadas dentro da área do empreendimento, bem como áreas de bota-espera e locais para armazenamento temporário de horizonte superficial de solo.

c) A análise de alternativas deverá considerar, dentre outros:

c.1)Prioridade absoluta para reutilização do material;

c.2)Diretrizes Logísticas (DMT, acessibilidade, capacidade de armazenamento, mínima interferência em comunidades locais, etc);

c.3)Diretrizes geotécnicas (drenagem, geometria de deposição, estabilidade da fundação, etc); c.4)Restrições ambientais e legais (fora de APPs, preferencialmente acima do nível máximo do futuro reservatório, prioridade absoluta para áreas já antropizadas, minimização da supressão de vegetação nativa);

c.5)Diretrizes de uso futuro e recuperação.

c.6) Incluir consulta às prefeituras municipais para fins de destinação ambiental adequada do referido material, desde que com finalidade não comercial.

d) Em caso de bota-fora submerso na área de futuros reservatórios, deverá avaliar as potenciais interferências da mineralogia do material pétreo local na qualidade da água superficial e suas potenciais restrições.

e) Fica expressamente proibida a deposição de material vegetal dentro de futuros reservatórios artificiais.

4.19. Estudos de remanso deverão ser elaborados para cada empreendimento proposto, no âmbito do licenciamento ambiental prévio:

a) O estudo deverá indicar as linhas d'água para diferentes tempos de retorno e demonstrar o comportamento do remanso, bem como a cota do ponto final do reservatório (coordenadas UTM, SIRGAS 2000).

b) O modelo de remanso calibrado deverá ser utilizado para simular as situações atual (“natural”) e “com o reservatório”.

c) Para a “situação com o reservatório”, a condição de contorno de jusante deverá ser determinada pela compatibilização das regras de operação do reservatório e com a curva de descarga do vertedouro.

d) Deverão ser simuladas: vazão média de longo termo, as vazões de cheias correspondentes aos tempos de recorrência de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 e 1.000 e, ainda, a vazão utilizada para fins de projeto do vertedouro (explicitar esta vazão em m^3/s).

e) O empreendedor deverá apresentar os perfis de níveis d’água (linhas d’água) em toda a extensão do reservatório para as condições “natural” e “com o reservatório” para todas as vazões

consideradas. Os perfis dos níveis d'água para essas vazões deverão contemplar o rio principal e se estender também aos principais tributários afluentes ao reservatório.

f) Apresentar a planta detalhada do reservatório com escala adequada ao seu porte, indicando as manchas de inundação para a vazão média de longo termo e as vazões de cheia de 50 e 100 anos de tempo de recorrência e de projeto do vertedouro, diferenciando-as.

Nesta planta, **deverão ser indicados também os usuários outorgados, empreendimentos hidrelétricos existentes ou planejadas, rodovias e ferrovias (e respectivas faixas de domínio), os afluentes, os núcleos urbanos, as reservas indígenas, as áreas de proteção ambiental, as travessias em ferrovias, pontes, linhas de transmissão, e outras estruturas aplicáveis**; às áreas tombadas por órgãos de defesa do Patrimônio Histórico, Cultural, Arqueológico e Paisagístico, dentre outros que se fizerem necessários, sempre que for o caso.

g) Os perfis dos níveis d'água calculados, em condições "naturais" e" com o reservatório", para todas as diferentes faixas de vazões citadas, devem ser comparados entre si para se verificar a influência do reservatório, ou seja, o remanso do reservatório. Estes perfis devem ser apresentados em desenhos em escala compatível com o porte de cada reservatório, indicando-se as posições das principais benfeitorias, de todas as infraestruturas viárias existentes no trecho em estudo, como também, a localização dos rios tributários e redes de transmissão que possa ser de alguma forma atingidas.

h) O estudo deverá comprovar se haverá ou não interferências em edificações permanentes e temporárias, estruturas e/ou benfeitorias. Obrigatoriamente indicar e detalhar as interferências de forma objetiva, deverá orientar decisões sobre proteção ou realocação de rodovias, pontes, linhas de transmissão, núcleos urbanos, áreas de preservação e patrimônios culturais (dentre outros que forem aplicáveis), constituindo um estudo crítico para a segurança e o ordenamento territorial.

i) Caso seja comprovada a interferência em estrutura (e.g. linha de transmissão, pontes, rodovias, outras), edificações/benfeitorias de terceiros, mesmo que temporárias, deverá o administrado propor claramente as devidas medidas mitigadoras e/ou compensatórias a serem avaliadas pelo órgão ambiental.

j) Em caso de bota-fora previstos para serem submersos na área de alague, estes deverão ser considerados no estudo de modelagem.

l) Os vértices da poligonal do reservatório (no NA máximo normal), em coordenadas UTM e DATUM geocêntrico oficial do Brasil (SIRGAS 2000), em tabela PDF e em arquivo shapefile, deverão ser apresentados.

m) As seções transversais devem ser escolhidas a partir de mapas topográficos, de imagens de satélite ou de inspeção de campo, de modo a caracterizar geometricamente o trecho do rio em estudo, contemplando todo o trecho influenciado pelo futuro reservatório. O levantamento topobatimétrico de cada seção transversal deve caracterizar o leito molhado (batimetria) e a parte seca ou emersa (topografia) até uma cota superior ao nível máximo das águas ou um nível máximo objeto de estudo.

n) O levantamento topobatimétrico das seções transversais deve estar amarrado ao sistema cartográfico do IBGE e referenciado ao mesmo datum altimétrico da base planialtimétrica a ser utilizada no mapeamento das áreas inundáveis. As seções transversais devem ser apresentadas pelo empreendedor em planta sob escala adequada.

o) Para além dos efeitos hidráulico e infraestrutural, deverá ser evidenciada a dimensão ecológica das alterações da linha d'água. Esses efeitos, embora indiretos, podem ser significativos e devem ser integrados de maneira mais explícita à análise de remanso no âmbito dos licenciamentos ambientais.

p)Dentre outros, a viabilidade ambiental dos empreendimentos ficará condicionada também à elaboração de estudos de remanso conclusivos, bem como da apresentação de medidas mitigadoras concretas e tecnicamente fundamentadas, capazes de garantir a proteção (ou relocação, se for o caso) das estruturas (pontes a serem atingidas) e a segurança da população usuária durante todas as fases de implantação e operação.

q)Cópia da ART quitada, assinada por profissional legalmente habilitado na matéria.

4.20. Como diretriz técnica, por equiparação ao determinado pela Res. CONAMA 01/2006, Art 6°, I-c, os temas "uso e ocupação do solo" assim como "os usos da água" devem ser avaliados junto ao meio socioeconômico em todos os estudos ambientais (independente do tipo de estudo, se EIA, EAS, RAS, etc) a serem submetidos a este IMA.

4.20.1. Quanto aos usos da água:

a)Descrever e mapear os principais usos da água na área de influência de cada AHE, dando especial atenção para a importância deste recurso na fonte de renda da comunidade (abastecimento

humano, pesca, irrigação, dessedentação animal, poços, etc.) e identificação dos possíveis conflitos de uso;

b)Apresentar estudos de usos múltiplos das águas no intervalo de cotas de cada AHE;

c)Apresentar estudos aprofundados e conclusivos acerca dos usos consuntivos no intervalo de cotas de cada AHE.

c.1)Conta na AIBH que “Na região do TVR dos empreendimentos, se houver algum tipo de captação,

vai piorar a situação do balanço hídrico da região”. Assim, deverá ser profundamente analisada a questão de captações nos TVRs nos estudos ambientais prévios dos empreendimentos.

Frisa-se que, nos termos da legislação de recursos hídricos vigente, **o uso prioritário da água é o consumo humano**, devendo este prevalecer sobre os demais usos, inclusive o energético.

Dessa forma, todos os empreendimentos hidrelétricos devem, obrigatoriamente, considerar tal prioridade ainda na fase de licenciamento ambiental prévio, mediante estudos conclusivos no que concerne à avaliação da disponibilidade hídrica, das captações existentes e da segurança operacional dos sistemas de abastecimento urbano.

d)Neste contexto, o principal impacto identificado é a criação de Trechos de Vazão Reduzida (TVRs) decorrentes do desvio de água para as usinas. O ponto crítico destacado pela AIBH é a ameaça ao Abastecimento Público de Água, visto que foi identificada uma captação de água para o município de Curitibanos localizada exatamente dentro do TVR da CGH Lagoinha. **Por se tratar de abastecimento público, este é um ponto de alta importância que sofre redução direta na disponibilidade hídrica.** O texto da AIBH aponta que a análise **quantitativa** alerta para o risco imediato ao abastecimento público de água do Município de Curitibanos.

Assim, no âmbito do licenciamento ambiental prévio, o administrado deverá **obrigatoriamente apresentar alternativas técnicas viáveis que NÃO impactem no abastecimento público de água do município de Curitibanos e na disponibilidade hídrica da região**.

d.1)O texto da AIBH aponta para a vulnerabilidade decorrente do AHE Lagoinha também diante da ausência de estudos aprofundados e conclusivos acerca dos usos consuntivos existentes no intervalo de cotas, especialmente no que se refere ao abastecimento público. Assim, tal estudo deverá ser efetuado no âmbito do licenciamento ambiental prévio.

Constata-se a necessidade de análise técnica detalhada dos usos consuntivos ao longo do trecho influenciado pelo referido empreendimento, contemplando captações superficiais, adduções e demais interferências hidráulicas existentes, bem como seus respectivos intervalos de cotas e vazões requeridas para operação regular.

d.2)Adicionalmente, o empreendedor deverá proceder à consulta formal ao órgão gestor de recursos hídricos, conforme determina o Art. 10 do Decreto Estadual nº 4.778, de 11 de outubro de 2006, de modo a avaliar factibilidade de coexistência do empreendimento com o SAA Curitibanos, bem como a averiguar a factibilidade de obtenção de outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

A inexistência ou insuficiência dessas análises compromete a viabilidade ambiental e hídrica do AHE, podendo resultar em riscos ao abastecimento humano, sobretudo em cenários de estiagem ou de operação hidrológica crítica, razão pela qual tais estudos devem ser apresentados de forma conclusiva na fase de licenciamento ambiental prévio.

d.3)A implantação da PCH Lagoinha não poderá ser considerada ambientalmente viável sem que haja a apresentação, na fase de licenciamento prévio, de estudos conclusivos, que demonstrem, de forma inequívoca, a compatibilidade do empreendimento com os sistemas de captação e abastecimento público existentes ou previstos, bem como a adoção de medidas mitigadoras e regras operativas capazes de garantir a prioridade do uso da água para consumo humano.

d.4)Além disso, fica consignado que o administrado deverá obrigatoriamente efetuar a consulta formal e, ainda, obter a anuência da concessionária responsável pelo sistema de abastecimento de água para o prosseguimento do licenciamento ambiental prévio.

e) Os estudos de usos de água existentes na região de cada AHE devem avaliar: região do lago/barramento, TVR e região da casa de força.

f)Além disso, com base nos dados de saída da modelagem de qualidade da água, indicar, espacialmente, para o TVR e para a área do espelho d’água do reservatório e em profundidades, locais adequados, desfavoráveis e impróprios para os diversos usos de água, com destaque para captações de água para abastecimento público, manutenção da biota aquática, lançamentos de efluentes, atividade de

aquicultura, áreas de lazer, dentre outros.

g)Apresentar medidas mitigadoras e compensatórias para cada impacto detectado.

4.20.1. Quanto aos usos do solo:

a) Deve ser atualizada a caracterização do uso do solo das propriedades impactadas pelo empreendimento;

b) A caracterização do uso do solo das propriedades deve considerar no mínimo a identificação da hidrografia, áreas úmidas e nascentes, as áreas de preservação permanente, as áreas de reserva legal, fontes potenciais poluidoras e áreas degradadas das propriedades,

c) A análise do uso do solo deve considerar as informações do Cadastro Ambiental Rural - CAR. Entretanto, por ser um cadastro autodeclaratório pode haver divergência com a realidade encontrada no local, situação que deve ser esclarecida com estudos de campo e da legislação para cada propriedade impactada;

d) Considerando o uso do solo e regularidade das propriedades, analisar a compatibilidade do empreendimento com a legislação incidente, bem como as possíveis vedações legais quanto à implantação e operação do empreendimento ou atividades mediante o impacto sobre as áreas de preservação e de reserva legal das propriedades;

e) Deverá ser apresentada no estudo uma tabela com código de identificação das propriedades afetadas; matrícula do imóvel; área total da propriedade; área atingida pela implantação do empreendimento; uso do solo da área a ser desapropriada; uso do solo da área remanescente da propriedade. Na tabela deverão ser consideradas todas as propriedades atingidas pelas obras e operação da PCH e pela APP do entorno do reservatório. A área passível de indenização abrange a estrutura da PCH, a APP, acessos, a implantação de infraestruturas, entre outros. Também, residências e benfeitorias a serem impactadas;

f) Apresentar mapa com a delimitação de todas as propriedades atingidas, demonstrando a área total e a área atingida, em mapa em escala adequada, sobre imagem aérea ou orbital contendo: Todas as estruturas do empreendimento, incluindo as áreas de bota-fora, área de empréstimo, subestação; Acessos provisórios e permanentes, destacando aqueles já existentes e se necessitam de melhoria e aqueles que necessitarão ser construídos, distinguindo os acessos públicos e privados; Reservatório e APP do reservatório; Uso do solo da área a ser desapropriada e uso do solo da área remanescente da propriedade; O mapa resultante deverá ser apresentado em formato PDF e GeoPackage, possibilitando a correta e clara interpretação das informações. Deverão ser apresentadas tantas pranchas quanto necessárias para possibilitar a visão total da área impactada pelas estruturas da obra e acessos.

4.21. A constatação de que a bacia do rio Marombas não possui UCs em seu interior, evidencia um cenário de alta vulnerabilidade ambiental, no qual os ecossistemas locais permanecem desprovidos de instrumentos formais de proteção. Embora o diagnóstico reconheça essa fragilidade, observa-se uma insuficiência na proposição de medidas mitigadoras/compensatórias, sem avançar para estratégias concretas de enfrentamento dos riscos ambientais identificados. Assim, todos os empreendimentos deverão:

a) Avaliar impactos potenciais da ausência de proteção legal sobre biodiversidade, hidrologia e uso do solo.

b) Efetuar proposta de ações mitigadoras, compensatórias e/ou políticas de gestão ambiental que possam mitigar pressões antrópicas.

c) Com fundamento no Princípio da Reparação Integral, deverá propor ações compensatórias físicas e locais, capazes de suprir a ausência de UCs.

4.22. No âmbito do licenciamento de cada empreendimento, avaliar as áreas prioritárias para a conservação que façam parte da área de influência direta e indireta de cada AHE, propondo ações considerando as oportunidades e as ameaças indicadas para cada área prioritária para conservação.

4.23. 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 na BH do Marombas.

4.24. Executar a recuperação de áreas degradadas imediatamente após a aquisição fundiária.

V. REFERÊNCIAS UTILIZADAS:

BRAND, M. (2007). **Uso comum e apropriação da terra no município de Fraiburgo-SC: do**

Contestado à colonização. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Geografia - UFSC. 310 p.

Ferreira, D. G., Galindo, B. A., Limeira, D. M., Garla, A., Marques, A. J. C., Moreira, A. A., Rodrigues, M. V. H., Clemente, R. C., Shimpo, J. Y., Martins, G. A., Almeida, F. S., Apolinário-Silva, C., Zanatta, A. S., Sofia, S. H., & Souza-Shibatta, L. (2023). **Different stocks of Prochilodus lineatus along the Cinzas River basin: contributions from a free-flowing tributary in the Capivara Reservoir region, Paranapanema River basin (upper Paraná River)**. Neotropical Ichthyology, 21(4), e230080. https://doi.org/10.1590/1982-0224-2023-0080.

LEMOS, S. T. F. (2016). **A face oculta do Caboclo de Curitibanos, Santa Catarina, perdas e rupturas em sua peregrinação da economia de subsistência para o trabalho precarizado**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Serviço Social - PUC-SP. 236 p.

OLIVEIRA, E. D. & FRAGA, N. C. **Lebon Régis, da vivência cabocla no Contestado ao sufocamento na lógica agrário-capitalista.** In: Revista Tamoios. Ano 12, nº 2, pág.150-170 jul/dez 2016.

Smith, W. S., Santos, T. M. R., Miranda, J. F. de C. T., Cavallari, D. E., Oliveira, J. da S., Hernandes, R., Lima, T. R. de F., Mello, M. E., Rossi, R. H. C., Moro, L. L., & de Carvalho, L. G. N. (2024). **River dams, free stretches and migratory fish species: a review of the state of the art in the state of São Paulo, Brazil**. Brazilian Journal of Biology, 84, e281076. https://doi.org/10.1590/1519-6984.281076.

VI. EQUIPE TÉCNICA:

Carlos Eduardo Vilas Boas de Siqueira
Biólogo
(assinado digitalmente)

Graziela Copetti
Eng. Sanitarista
(assinado digitalmente)

Matheus Molleri Speck
Geógrafo
(assinado digitalmente)