

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Iago Bée de Lima

**MAPEAMENTO DA APP DO LAGO DE UMA PEQUENA CENTRAL  
HIDRELÉTRICA NO NOROESTE DO RS**

Frederico Westphalen, RS  
2023

**Iago Bée de Lima**

**MAPEAMENTO DA APP DO LAGO DE UMA PEQUENA CENTRAL  
HIDRELÉTRICA NO NOROESTE DO RS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Ambiental e Sanitarista**.

Orientador: Prof. Dr. Willian Fernando de Borba

Frederico Westphalen, RS  
2023

**Iago Bée de Lima**

**MAPEAMENTO DA APP DO LAGO DE UMA PEQUENA CENTRAL  
HIDRELÉTRICA NO NOROESTE DO RS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Ambiental e Sanitarista**.

**Aprovado em 04 de dezembro de 2023:**

---

**Willian Fernando de Borba, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Juliana Scapin, Dra. (UFSM)**

---

**Malva Andrea Mancuso, Dra. (UFSM)**

Frederico Westphalen, RS  
2023

## AGRADECIMENTOS\*

Quero expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Primeiramente, à UFSM, minha instituição de ensino, por proporcionar um ambiente propício ao aprendizado e crescimento ao longo desses anos.

Aos meus pais, Celita e Clélio, vocês sempre serão a minha base, sempre estiveram ao meu lado, oferecendo apoio incondicional e inspirando-me a seguir em frente.

À minha irmã Tázia e ao meu cunhado Marcos, pelo constante incentivo em minha jornada acadêmica.

Aos demais familiares que, de alguma maneira, contribuíram, oferecendo suporte e ajudando sempre que necessário.

À minha namorada Angélica, meu porto seguro, minha parceira de vida, que tem sido uma fonte constante de apoio e estímulo.

Aos amigos que, de alguma forma, contribuíram para que eu alcançasse este diploma, agradeço sinceramente pela colaboração e amizade.

Um agradecimento especial ao Dr. Willian Fernando de Borba, meu orientador, por dedicar seu tempo e conhecimento, orientando-me e aprimorando este trabalho.

Quero expressar também minha sincera gratidão à empresa Dedo Verde, cujo valioso apoio, informações e sugestões contribuíram significativamente para o enriquecimento deste trabalho.

À banca avaliadora, meu reconhecimento pelo tempo dedicado à análise deste trabalho.

Aos amigos feitos durante o curso, guardarei com carinho as experiências compartilhadas e as conexões construídas.

Muito obrigado a todos por fazerem parte desta conquista e por tornarem essa trajetória tão significativa e enriquecedora.

*"Não importa quem você seja, de onde você veio, o que você tem ou não tem. A única coisa que importa é se você tem a mentalidade e a vontade de enfrentar as coisas difíceis."  
David Goggins.*

## RESUMO

### MAPEAMENTO DA APP DO LAGO DE UMA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA NO NOROESTE DO RS

AUTOR: Iago Bée Lima

ORIENTADOR: Willian Fernando de Borba

O estudo teve como objetivo a delimitação das áreas de preservação permanente do reservatório artificial formado a partir da construção de uma Pequena Central Hidrelétrica, para comparar com a área de preservação permanente de seus vizinhos lindeiros, a jusante e montante do reservatório artificial. A Pequena Central Hidrelétrica escolhida para esse trabalho está localizada no Rio Guarita, na bacia hidrográfica do Rio da Várzea, no noroeste do Rio Grande do Sul. O estudo foi realizado com auxílio do *software ArcMap* 10.2 onde foram utilizadas imagens de satélite para delimitação e identificação das áreas e seus resultados comparados com a legislação vigente. Os resultados indicam que somente 4,93% da área de preservação permanente do entorno do reservatório está antropizada, sendo esse um valor sensivelmente inferior ao observado à montante do reservatório, com 28,80% de área antropizada e à jusante, com 20,00 %. Conclui-se que nenhuma das áreas está totalmente de acordo com a legislação vigente, mas que a área de preservação permanente do lago da Pequena Central Hidrelétrica é a que mais se aproxima do requerido para área de preservação permanente, sendo sua plena recuperação e implantação mais viável. Recomenda-se aos envolvidos com as áreas aqui estudadas que colaborem para a sua recuperação, instalando cercas para impedir invasões e que contratem empresas especializadas para a recuperação dessas áreas impactadas. Além disso, ações de sensibilização das comunidades próximas podem contribuir para a recuperação e manutenção das áreas de preservação permanente.

**Palavras-Chave:** Geração de energia. Mapeamento. Preservação ambiental. Recursos hídricos.

## ABSTRACT

### APP MAPPING ON THE LAKE OF A SMALL HYDROELECTRIC PLANT IN THE NORTHWEST OF RS

AUTHOR: Iago Bée Lima

ADVISOR: Willian Fernando de Borba

The study aimed to delimit the permanent preservation areas of the artificial reservoir formed from the construction of a Small Hydroelectric Plant, to compare with the permanent preservation area of its neighboring neighbors, downstream and upstream of the artificial reservoir. The Small Hydroelectric Power Plant chosen for this work is located on the Guarita River, in the Rio da Várzea hydrographic basin, in the northwest of Rio Grande do Sul. The study was carried out with the aid of the *ArcMap 10.2 software* where satellite images were used for delimitation and identification areas and their results compared with current legislation. The results indicate that only 4.93% of the permanent preservation area surrounding the reservoir is disturbed, which is a value significantly lower than that observed upstream of the reservoir, with 28.80% of the area disturbed and downstream, with 20.00 %. It is concluded that none of the areas are fully in accordance with current legislation, but that the permanent preservation area of the Small Hydroelectric Plant lake is the one that comes closest to what is required for a permanent preservation area, with its full recovery and implementation being more viable. It is recommended that those involved with the areas studied here collaborate in their recovery, installing fences to prevent invasions and hiring specialized companies to recover these impacted areas. Furthermore, awareness-raising actions among nearby communities can contribute to the recovery and maintenance of permanent preservation areas.

**Keywords:** Power generation. Mapping. Environmental preservation. Water resources.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Capacidade de geração de energia por fonte geradora .....	16
FIGURA 2 - Funcionamento de uma hidrelétrica. ....	17
FIGURA 3 - Divisão das hidrelétricas, segundo sua potência instalada. ....	17
FIGURA 4 - Demonstração do processo de geração de energia eólica. ....	18
FIGURA 5 - Funcionamento da energia solar fotovoltaica. ....	19
FIGURA 6 - Representação do processo de geração de energia através da termoquímica. ....	20
FIGURA 7 - Ilustração do processo de geração de energia através do processo nuclear. ....	21
FIGURA 8 - Comparação de antes e depois da instalação de uma UHE .....	22
FIGURA 9 - Representação de como é a medida de APP em relação aos rios, ribeirões e riachos. .....	25
FIGURA 10 - Mapa de Localização da PCH Tambaú, RS. ....	27
FIGURA 11 - Casa de Força da PCH Tambaú. ....	28
FIGURA 12 - Trechos da PCH Tambaú, de montante e de jusante do reservatório, analisados em função das respectivas APPs. ....	31
FIGURA 13 - Áreas antropizadas da APP do reservatório PCH Tambaú, RS. ....	32
FIGURA 14 - Áreas antropizadas à montante do reservatório da PCH Tambaú, RS. ....	33
FIGURA 15 - Áreas antropizadas à jusante do reservatório da PCH Tambaú, RS. ....	34
FIGURA 16 - Área usada pela usina da PCH Tambaú, RS. ....	34

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Resumo das características das áreas estudadas.....	35
--	----

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - Informações referentes a PCH Tambaú, Erval Seco – RS. ....	28
---	----

## **LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS\***

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica  
APP Área de preservação Permanente  
BEN Balanço Energético Nacional  
CF Constituição Federal  
CGH Central Geradora Hidrelétrica  
CONSEMA Conselho Estadual do Meio Ambiente  
Ha Hectares  
KW Kilowatts  
LO Licença de Operação  
M Metros  
MW Megawatts  
Nº Número  
PCH Pequena Central Hidrelétrica  
UHE Usina Hidrelétrica de Energia  
UTM Universal Transversa de Mercator

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1. OBJETIVOS .....	14
1.1.1. Objetivo Geral.....	14
1.1.2. Objetivos específicos .....	14
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
2.1 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E MATRIZ ELÉTRICA .....	15
2.1.1. Hidrelétrica.....	16
2.1.2. Eólica.....	18
2.1.3. Solar .....	19
2.1.4. Biomassa .....	19
2.1.5. Não renovável.....	20
2.1.6. Nuclear .....	20
2.2. PCH COMO FONTE DE GERAÇÃO .....	21
2.3 SIG APLICADO AO MAPEAMENTO AMBIENTAL.....	23
2.4. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM RIOS. ....	23
<b>2.4.1.Relevância e vantagem das APP.</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4.2. Sobre a Constituição Federal.</b> .....	<b>26</b>
2.4.3. ESTUDOS GERAIS SOBRE APP EM LAGOS ARTIFICIAIS.....	26
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>27</b>
3.1. LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA TAMBAÚ ENERGÉTICA S.A.....	27
3.2. PCH TAMBAÚ .....	28
3.3. MAPEAMENTO DA ÁREA DE APP .....	29
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>37</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>43</b>
Anexo 1 - Licença de operação .....	43

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui como sua principal fonte de energia a hidroeletricidade, representando cerca de 58% da oferta energética do país (EPE, 2023). Em comparação com as usinas termelétricas movidas a combustíveis fósseis, a geração de eletricidade por meio de recursos hídricos é considerada mais econômica e apresenta baixas emissões de gases de efeito estufa.

Ademais, esse sistema permite o controle do abastecimento de água através de reservatórios e impulsiona o desenvolvimento socioeconômico (TOLMASQUIM, 2012). As usinas hidrelétricas produzem energia elétrica e oferecem uma variedade de outros usos, como irrigação, controle de enchentes, atividades industriais, fornecimento de água para consumo humano, lazer e transporte fluvial (MENDES, 2005).

Em alguns casos, a construção de barragens também pode trazer impactos positivos, como a melhoria da qualidade da água (redução de turbidez), sedimentação de nutrientes, redução da eutrofização rio abaixo (VON SPERLING, 2012). No entanto, é importante destacar que as usinas hidrelétricas também acarretam impactos significativos nos ecossistemas terrestres, aquáticos e sociais, devido à necessidade de inundação de áreas extensas e alteração da configuração natural dos corpos d'água, transformando rios de fluxo rápido em ambientes mais calmos (GOLDEMBERG; VILLANUEVA, 2003).

Aliado a isso, Custódio et al. (2022) relatam que a geração de energia por usinas hidrelétricas era considerada uma fonte limpa de geração, porém também tem os impactos negativos, por exemplo, a decomposição da vegetação submersa, que contribui para o aquecimento global. Entretanto, esses impactos podem ser diminuídos com a construção de usinas menores, como Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), as quais não necessitam de área alagada para sua operação.

Com base nesses aspectos, esse estudo tem como objetivo realizar uma análise de imagens de satélite para investigar a condição das Áreas de Preservação Permanente (APP) no entorno do lago artificial da barragem da PCH Tambaú, a fim de comparar com as APP de seus vizinhos lindeiros e averiguar se estão em conformidade com a legislação ambiental vigente e propor medidas de conservação e gestão adequadas.

## 1.1.OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar a condição da Área de Preservação Permanente (APP) do lago formado por uma PCH e nas zonas imediatas de montante e de jusante, instalada no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Mapear as APP do lago da PCH, a montante do mesmo e a jusante do barramento;
- Identificar as áreas sem APP; e
- Comparar os resultados com a legislação vigente propondo medidas corretivas, quando necessário.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica deste estudo abrange de forma breve e resumida, conceitos e comparações relacionadas as APP de hidrelétricas, todas essas definições, conceitos e comparações. Os assuntos relacionados com o tema do estudo estão fracionados em cinco tópicos, para melhor entendimento dos fatos.

### 2.1 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA E MATRIZ ELÉTRICA

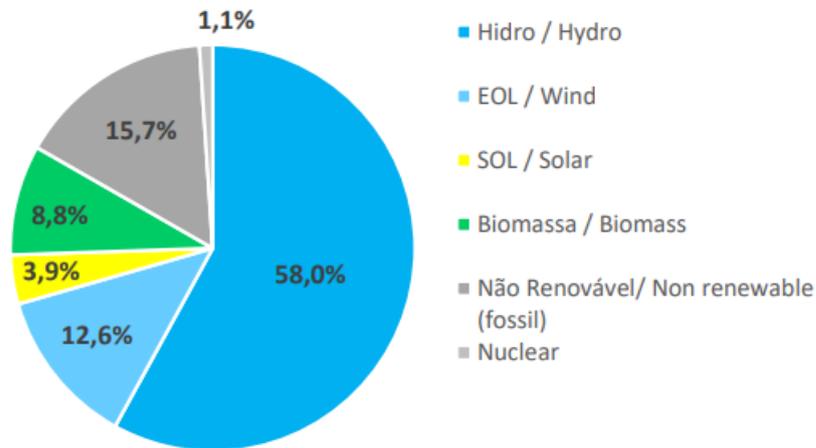
Matriz energética é a representação da fonte de energia disponíveis em um país, estado ou região, que abrange todas as energias utilizadas para suprir a demanda do local, sendo elas térmicas, mecânicas elétricas (RAMALHO et al., 2022). Nos últimos tempos, os debates sobre a necessidade de atualização da fonte de energia, a nível global, têm se tornado cada vez mais frequentes. O avanço tecnológico e as mudanças dos padrões de consumo, contribuem para um maior gasto energético. Uma dessas mudanças está sendo pensado em relação ao sistema de matriz energética das nações, que ainda tem como principal fontes não renováveis (MIRANDA et al., 2019).

O desenvolvimento de uma nação depende de sua geração de energia. Segundo Wegner et al. (2020), até 2050, analisando projeções, a população mundial será de 9,3 bilhões de pessoas, e que a geração de energia para essa população deverá vir de fontes sustentáveis e renováveis. O Brasil, por ser um país de extensa área territorial, biodiversidade e climas variados, pode suprir as necessidades de energia de várias maneiras diferentes, principalmente as fontes de energia renováveis, por isso, considerado um país com uma das matrizes energéticas mais puras do mundo (RAÍZEN, 2023). Nesse contexto, no Brasil uma das principais fontes de geração é a elétrica.

A matriz elétrica é um conjunto mais restrito de fontes de energia, abrangendo somente as fontes de energia responsáveis pela geração da energia elétrica. O Brasil já ultrapassou a marca de 190,79 GW em capacidade de geração de energia elétrica, sendo 103,2 GW de hidrelétricas 46,15 GW de termelétricas 24,92 GW de energia eólica, sendo de sua maioria segundo a ANEEL (2023), energias de fontes renováveis.

A Figura 1 ilustra a capacidade de geração de energia por fonte geradora. Percebe-se que o grande destaque é para a hidroelétrica, seguida de fontes não renováveis e eólica.

Figura 1 - Capacidade de geração de energia por fonte geradora



Fonte: EPE (2023).

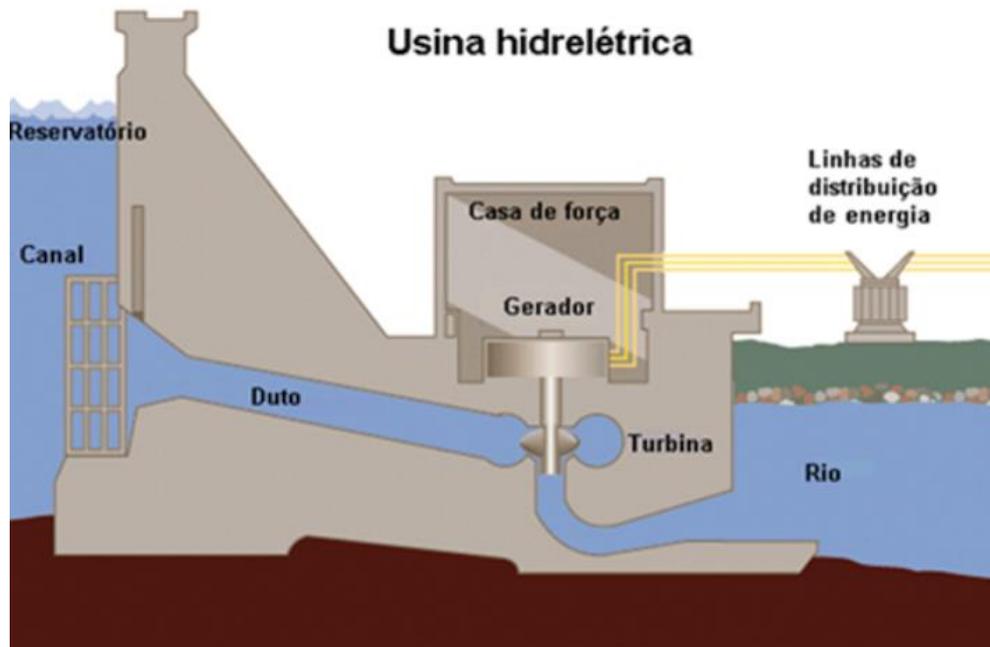
### 2.1.1. Hidrelétrica

O país possui como sua principal fonte de energia elétrica a hidroeletricidade, representando cerca de 61,90 % da oferta energética no ano de 2022 (EPE, 2023). Se comparada com a geração da energia termelétrica fóssil, a geração de energia hidrelétrica pode ser considerada de menor custo e de baixa emissão de gases do efeito estufa, assim contribuindo para o desenvolvimento social e econômico (RAPOSO, 2020).

As hidrelétricas são geradoras de energia elétrica, produzem energia elétrica através do fluxo e da força da água. Possuem uma barreira transversal que represa a água, aumentando o seu reservatório e direcionando a água para os dutos ou tubulações específicas, criando energia cinética e gravitacional até chegar nas turbinas, que estão em uma altitude mais baixa em comparação ao reservatório, assim girando suas pás ou hélices e transformando a energia mecânica em energia elétrica (ENERGIA OMEGA, 2023).

O potencial hidrelétrico deverá ser analisado na questão ambiental e social. Sendo necessário um estudo da região, tentando manter o mínimo de áreas inundadas e a questão econômica que deverá analisar o valor do empreendimento pela geração da energia (WEGNER et al., 2020). O funcionamento de uma hidrelétrica convencional está ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Funcionamento de uma hidrelétrica.



Fonte: ENERGÊS (2020).

Atualmente as hidrelétricas são divididas em três categorias: Central Geradora Hidrelétrica (CGH), Pequena Central Hidrelétrica (PCH) e Usina Hidrelétrica de Energia (UHE). Suas diferenças de categorias estão na quantidade de energia produzida, conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3 - Divisão das hidrelétricas, segundo sua potência instalada.



**CGH - CENTRAIS GERADORAS HIDRELÉTRICAS**

**Potência Instalada até 5 MW**



**PCH - PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA**

**Potência Instalada acima de 5 MW até 30 MW**



**UHE - USINA HIDRELÉTRICA DE ENERGIA**

**Potência Instalada acima de 30 MW**

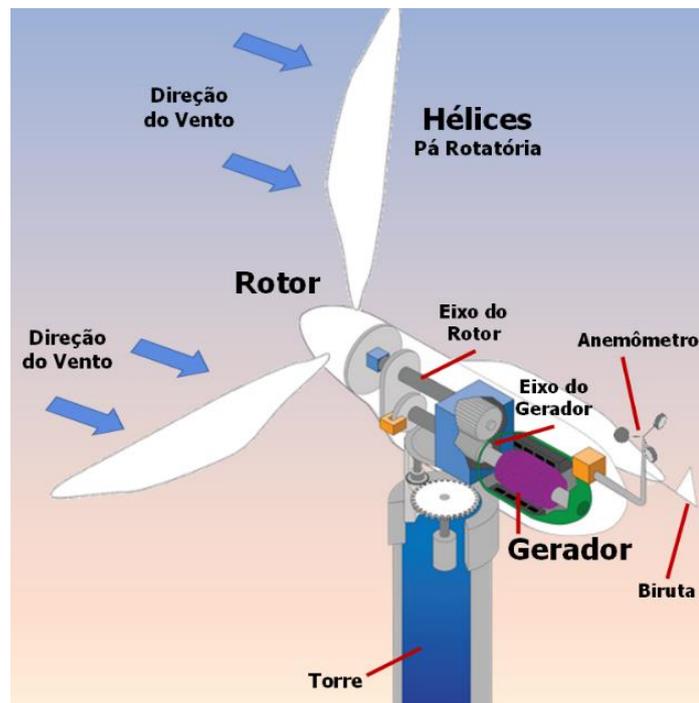
Fonte: Energês (2020).

Também se aplicava o Artigo 5º. II da Resolução Normativa Nº 875 (ANEEL, 2020) mencionando que se a hidrelétrica possuir uma área maior de que 13 km<sup>2</sup> se enquadra como UHE, sendo este vetado pela Resolução Normativa Aneel Nº 1.070, de 29 de agosto de 2023 (ANEEL, 2023).

### 2.1.2. Eólica

A matriz energética de fonte eólica, produz energia através do vento, transformando a energia cinética em energia mecânica, através da rotação das pás e posteriormente em energia elétrica, através de máquinas específicas para a conversão (DIANA, 2023). A energia eólica é uma energia limpa, segundo Romano (2021), pois não produz agentes poluidores, sendo uma solução para a energia oriunda de combustíveis fósseis, pois há vento em qualquer lugar do planeta. A Figura 4 ilustra a geração de energia eólica.

Figura 4 - Demonstração do processo de geração de energia eólica.



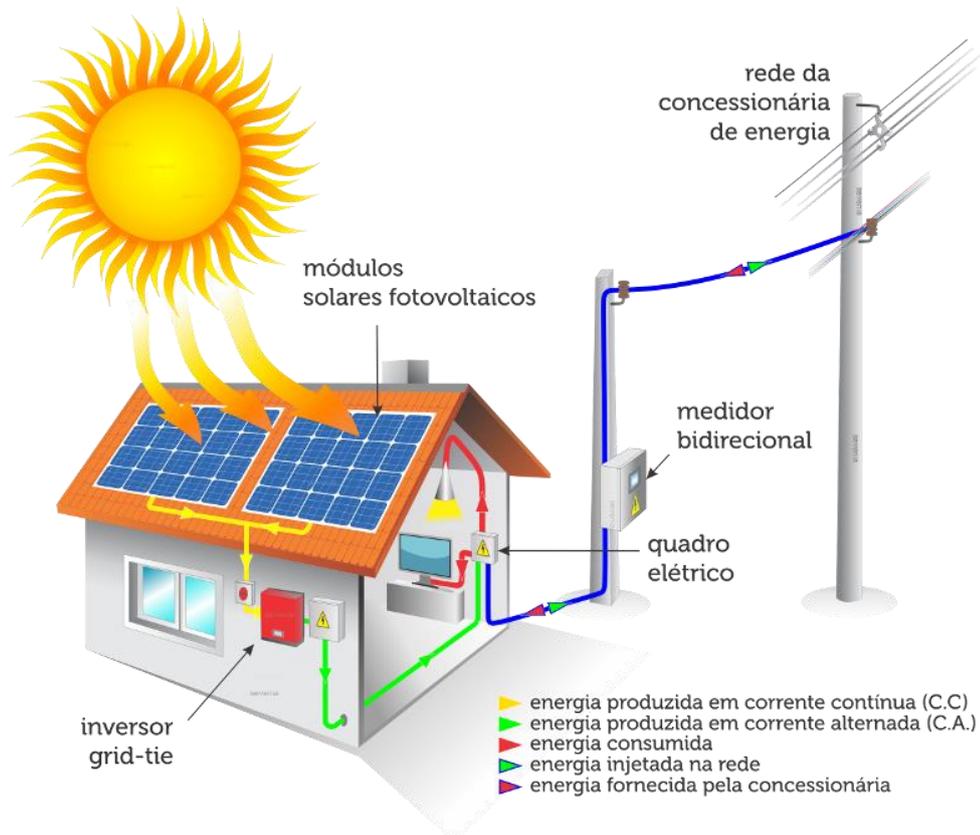
Fonte: CBIE (2020).

A porcentagem da matriz energética brasileira vem crescendo no Brasil a cada ano que passa, segundo Gonzaga (2023), a energia eólica em 2022 cresceu 12,80 % em relação ao ano anterior, fazendo parte de 13,10 % da matriz energética brasileira.

### 2.1.3. Solar

Segundo Cavalcanti (2017), a energia solar é a energia obtida através da luz e do calor do sol, que são absorvidas pelas placas solares e transformadas em energia por células fotovoltaicas, que estão presente nas mesmas. É considerada uma energia renovável, inesgotável e sustentável. A energia fica disponível para ser utilizada a noite e em dias nublados também, pois é enviada para a rede a energia em excesso, assim virando uma forma de crédito, que são restituídos nos momentos mencionados (RAÍZEN, 2022). A Figura 5 ilustra como ocorre o processo de geração de energia por meio de um sistema solar. Conforme EPE (2023) essa fonte de energia representou 3,90 % da energia gerada no País.

Figura 5 - Funcionamento da energia solar fotovoltaica.



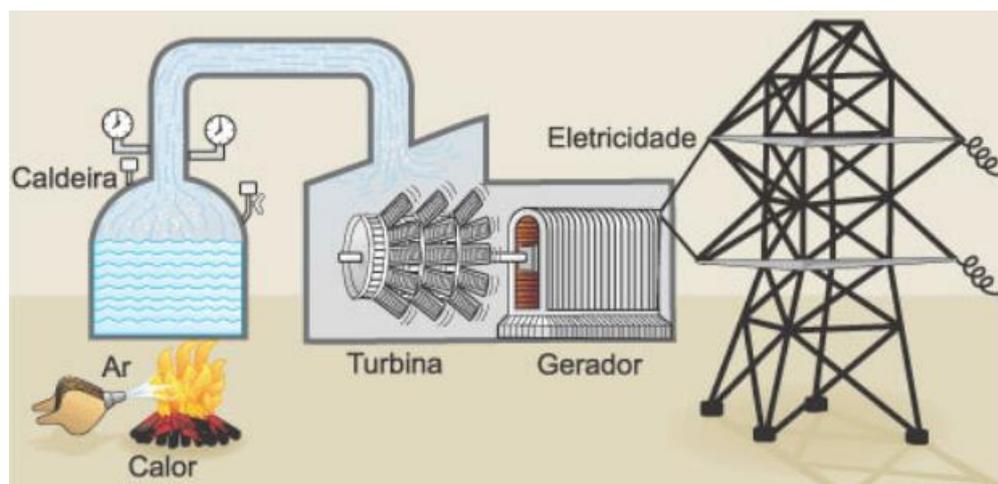
Fonte: BLUE SOL ENERGIA SOLAR (2023).

### 2.1.4. Biomassa

A biomassa, do ponto de vista energético, é definida por Miranda et al. (2019), como toda a matéria vegetal, orgânica e animal que pode ser usada para produção de alguma forma de energia. Por ter um baixo índice de emissão de dióxido de carbono, a energia proveniente da

bioeletricidade é, segundo Raízen (2022), uma das energias mais limpas da matriz energética do Brasil. Pode se tornar energia elétrica pela combustão direta, por processos termoquímicos ou biológicos (UFSC, 2023). Assim, na Figura 6 representa-se o processo de geração de energia a partir da biomassa.

Figura 6 - Representação do processo de geração de energia através da termoquímica.



Fonte: Objetivo Vestibulares (2023).

### 2.1.5. Não renovável

As energias oriundas de fontes não renováveis são aquelas em que o produto que gera a energia é finito ou esgotável, pois sua reposição natural no ambiente é um processo muito lento, precisando de milhões de anos para ser gerado, diferente da energia hidrelétrica e eólica por exemplo (EPE, 2018). Por possuírem um alto rendimento energético e ainda por ser barata, é a energia mais consumida em todo o mundo (SANTOS et al., 2010).

As energias não renováveis são de fontes fósseis, sendo formados há milhões de anos, passando por processos de pressão e de temperatura, sendo eles: petróleo, carvão mineral e gás natural. Conforme balanço energético nacional (2023), as fontes não renováveis representam 15,70% da matriz energética nacional.

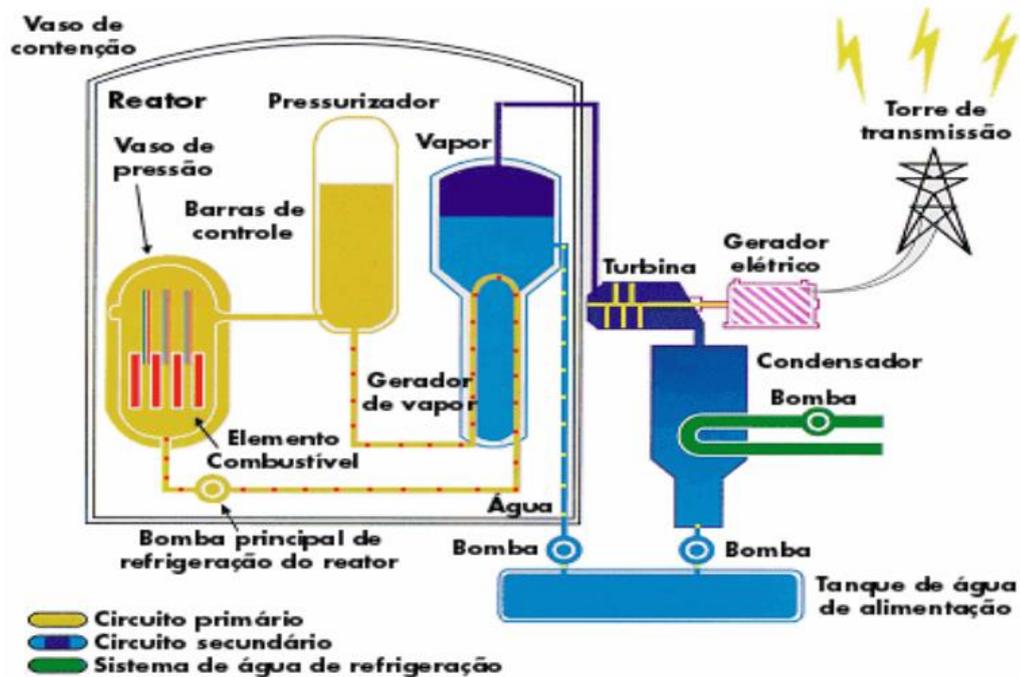
### 2.1.6. Nuclear

A geração da energia elétrica por fontes nucleares se dá através da utilização de elementos químicos, existindo dois processos, a fissão e a fusão, sendo o mais utilizado para geração da energia elétrica, a fissão (ELETRONUCLEAR, 2023). A fissão ocorre com a quebra

do núcleo atômico, geralmente do elemento químico urânio, que acaba esquentando a água (mantida sob pressão para não evaporar) que passa pelo reator. Nesse outro compartimento é gerado o vapor, assim o vapor gerado no segundo compartimento gira a turbina, transformando-a em energia mecânica, girando o eixo do gerador elétrico (INB, 2020).

Os reatores nucleares possuem várias combinações de materiais e disposição de componentes, sendo classificados pelos seguintes fatores: finalidade, energia dos nêutrons, combinação moderador e refrigerante combustível, disposição dos componentes e materiais estruturais (FONSECA, 2017). A geração de energia nuclear para a transformação em energia elétrica no Brasil em 2022 foi de 1,10 % (EPE, 2023).

Figura 7 - Ilustração do processo de geração de energia através do processo nuclear.



Fonte: ELETRONUCLEAR (2023).

## 2.2.PCH COMO FONTE DE GERAÇÃO

As PCH desempenham um papel crucial na mitigação das emissões de gases de efeito estufa, na geração de energia a partir de fontes renováveis e na distribuição de energia do país (TIAGO FILHO et al., 2017). Atualmente existe dois tipos de PCH, a fio d'água ou com barramento. Nos dois modelos não existe inundação e grande dano ambiental na construção,

pois são projetos pequenos em relação as UHE, mencionado por Wegner et al. (2020), também visto que geram energia em rios e riachos menores, dependendo do estudo da hidrologia local.

As PCH são construções que geram menores impactos ambientais por serem de porte pequeno e médio. São instaladas em rios menores com desníveis em seu curso para gerar energia potencial hidráulica através das turbinas e após transformada em energia elétrica. (FREITAS, 2012). O Brasil possui elevado nível de potencial hidráulico, sendo o terceiro maior no mundo. Boa parte do potencial está sendo contribuída pelas PCH, que por serem pequenas e médias tem seu custo de instalação consideravelmente reduzido, sendo assim, facilitando a entrada de empresários no meio (QUEIROZ et al., 2013).

Com a água sendo um recurso inesgotável e a sua energia potencial sendo renovável, contribui na questão ambiental, já que a energia não libera agentes poluentes, zelando o meio ambiente. As UH sendo unidades maiores, afetam drasticamente o ambiente em sua volta, com inundações, remoção da população ribeirinha da área e o alagamento de grandes florestas, liberando gases do efeito estufa (TERRA et al., 2008). A Figura 8 ilustra um exemplo de modificação natural após a instalação da UHE Foz do Chapecó, localizada entre os Municípios de Alpestre - RS e São Carlos - SC.

Figura 8 - Comparação de antes e depois da instalação de uma UHE



Fonte: Construído pelo autor a partir de imagens do Google Earth PRO (2023).

Na instalação de uma PCH o nível do ponto de alague quase não afeta o leito regular do rio, sendo que muitas vezes só ocorre alteração na profundidade. Atualmente o Brasil possui 531 PCH (outubro de 2023), somando a geração de energia chega a 7.200.000 kw ultrapassando a UHE Itaipu por 200.000 kw, a maior do Brasil, dados da ANEEL (2023). Nota-se a importância atual das PCH que além de gerar uma quantidade considerável de energia, seu

impacto é menor nos pontos ambientais, sociais e econômicos (CUSTODIO; RODRIGUES, 2019).

### 2.3 SIG APLICADO AO MAPEAMENTO AMBIENTAL

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) dá várias possibilidades ao usuário, pensando na questão ambiental, já que fornece muitas informações importantes, ajudando na gestão e planejamento de recursos hídricos e cobertura vegetal (FERNANDES, 2016). Assim sendo possível representar a superfície terrestre graficamente no programa de geoprocessamento, dá para se dizer que é a modelagem computacional do espaço, assim possibilitando usar camadas e ferramentas específicas para cada análise que se desejar.

Os SIG são ferramentas que permitem ao usuário analisar dados espaciais, gerando produtos conforme a demanda do usuário. Sua grande força é a capacidade de analisar os dados e malhas, assim construindo mapas específicos para cada usuário, dependendo da criatividade do usuário (FISCHER; NIJKAMP, 1993).

Na área de meio ambiente, o SIG é aplicado a diversas atividades, desde mapeamento de cobertura de solo, licenciamento ambiental, monitoramento de áreas degradadas, dentre outras. Sendo que, uma das principais se dá no mapeamento e monitoramento de áreas de preservação.

### 2.4.ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM RIOS

Entende-se por APP, de acordo com a lei 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012):

“II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;”. (BRASIL, 2012).

As APP já foram criadas pensando na proteção dos recursos hídricos, não podendo sofrer alterações, sendo elas também importantíssimas para a fauna e flora da região. Mas mesmo com as leis vigentes, não vemos a devida proteção dela, seja em centros urbanos, com o problema da desigualdade social e econômica, ou zona rural, também pensando pelo lado econômico, em que os moradores decidem explorar ao máximo suas terras, sem o devido respeito com o meio ambiente.

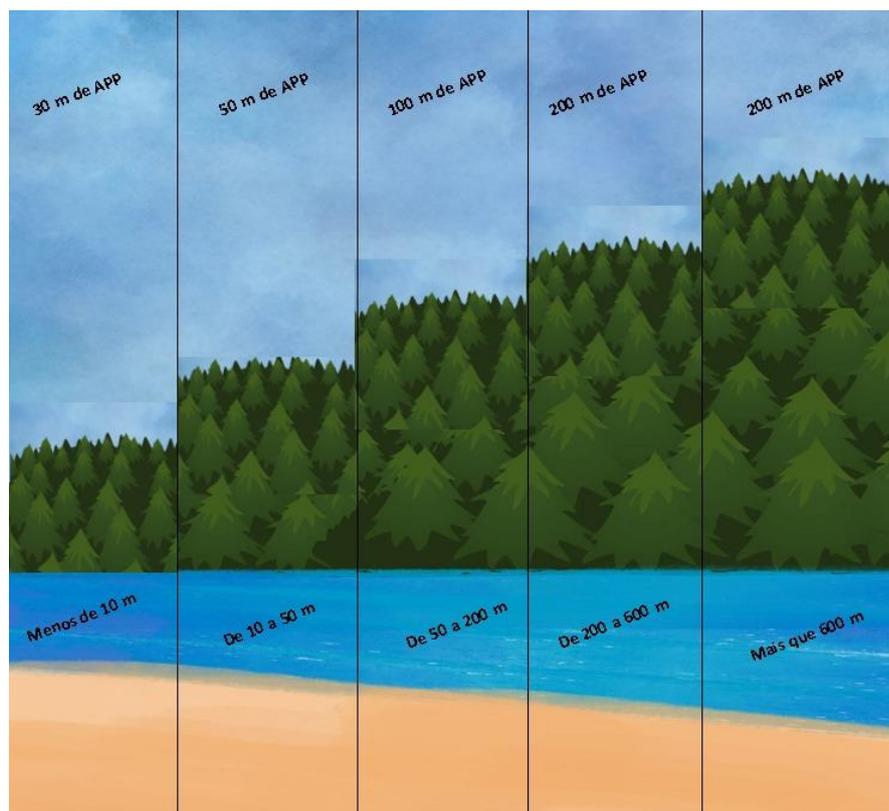
Eventos naturais são ações que fazem parte da natureza, que podem acontecer independente da ação do homem no meio, mas que mesmo assim nos afetam, trazendo danos sociais, econômicos e ambientais para as regiões afetadas, conforme mencionado por Fernandes (2016), e complementando que uma solução para nos proteger é zelar as APP em torno de recursos hídricos que tem como um de seus objetivos nos resguardar desses eventos, diminuindo os danos causados, servindo como barreira.

As áreas de cobertura vegetal nativa, que ajudam a proteger os rios e nascentes, nas áreas de suas margens, agindo como filtros de impurezas químicas e físicas, que chegam nos mesmos pela ação da gravidade devem ser vistas como APP (MACHADO et al., 2021). Na Figura 9, apresenta-se a relação da largura do rio e a margem de APP.

De acordo com o Artigo 4º da Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), as APP dos rios são consideradas em relação aos seguintes parâmetros:

- “a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;*
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;*
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;*
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d’água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;*
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d’água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;” (BRASIL, 2012).*

Figura 9 - Representação de como é a medida de APP em relação aos rios, ribeirões e riachos.



Fonte: Autoria própria.

#### 2.4.1. Relevância e vantagem das APP

As águas de rios são facilmente esquecidas e não mapeadas, desse modo ficam desprotegidas, aumentando a chance de destruição. (SOUZA, 2021). Pensando desse modo, entendemos a importância que se tem do cuidado no entorno dos mesmos.

As APP são áreas protegidas por legislação vigente e desempenham um papel crucial na estabilidade ambiental (BRASIL, 2012), com os seguintes objetivos:

- Controlar a erosão do solo, com a cobertura vegetal.
- Proteger os corpos hídricos, evitando o assoreamento, consequentemente evitando a poluição nos cursos d'água.
- Proporcionar a infiltração da água no solo e a drenagem pluvial, desacelerando a água da chuva no processo de interceptação das copas das árvores e troncos, evitando enchentes, enxurradas e inundações.
- Conservar a biodiversidade de plantas e animais, já que é o habitat natural deles.

### 2.4.2. Sobre a Constituição Federal

O Artigo 225 da CF de 1988 (BRASIL, 1988) é um pilar fundamental da legislação ambiental brasileira. Este artigo estabelece que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988). Dessa maneira entende-se que as APP deverão ser zeladas, para o bem da natureza e da humanidade, do presente e do futuro, responsabilizando a sociedade e o Estado no cuidado com as mesmas.

### 2.4.3. Estudos gerais sobre app em lagos artificiais

Todo lago que se formou em decorrência de antropização é considerado artificial, ou seja, lagos que tiveram em sua construção ou em sua modificação, a intervenção humana. Lagos artificiais estão citados na lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), começando no Artigo 4º que analisando, nota-se que, para APP no entorno de reservatórios artificiais, deve-se obedecer a faixa de APP definida pela licença do próprio empreendimento. Na mesma Lei encontra-se o Artigo 5º, que destaca que (BRASIL, 2012. p. x):

*“Na implantação de reservatório d’água artificial destinado a geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana”. (BRASIL, 2012. p. x).*

Por mais que a Lei 12.651/2012 destaca que, deve estabelecer a faixa de APP, obedecendo o que diz na licença do empreendimento, a faixa deverá ter no mínimo 30 metros e máximo de 100 metros em área rural e na área urbana entre 15 metros e 30 metros.

### 3. METODOLOGIA

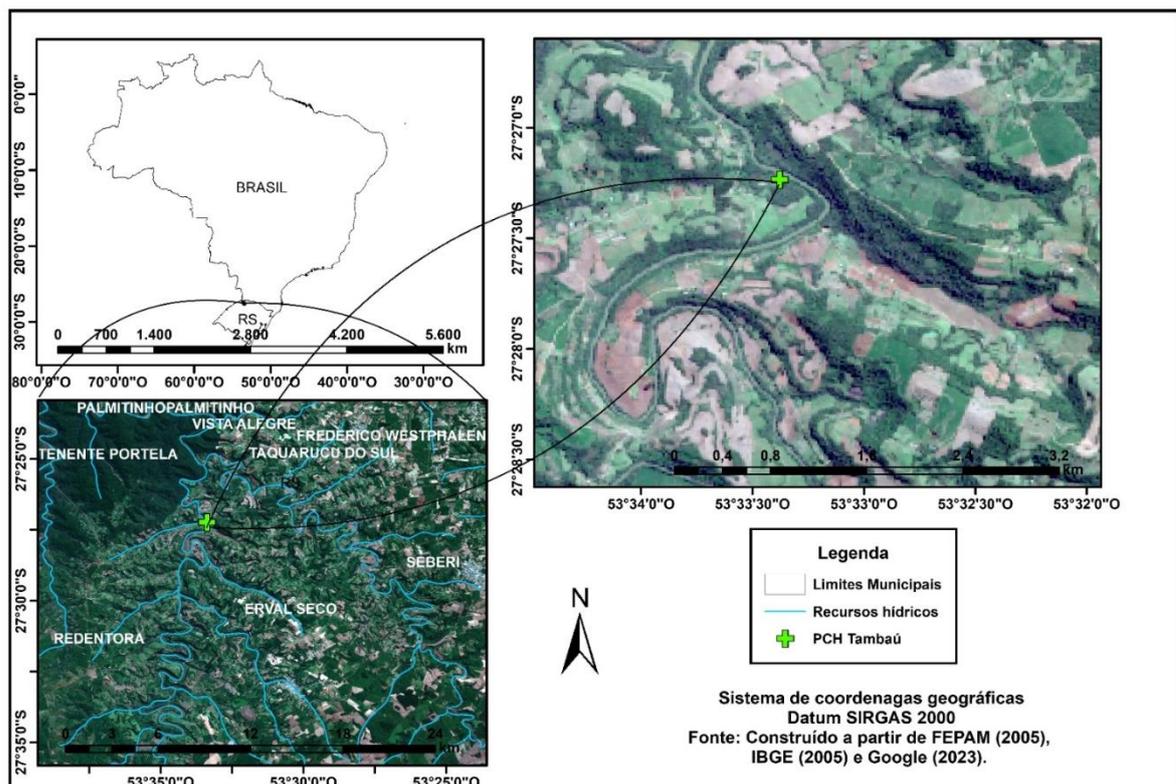
Esse item irá tratar de maneira simples e sucinta como foram obtidas as informações referentes a essa pesquisa, como localização da área, levantamentos de informações, mapeamentos realizados, dentre outros.

#### 3.1. LOCALIZAÇÃO DA EMPRESA TAMBAÚ ENERGÉTICA S.A

A empresa Tambaú Energética S.A tem a sede administrativa localizada na cidade de Blumenau, Santa Catarina, rua Joinville, 209, sala 301 F, bairro Vila Nova. Foi fundada em 23/05/2002 e tem como principal atividade a geração de energia elétrica. No caso da PCH objeto da pesquisa, essa está alocada junto ao rio Guarita, no município de Erval Seco - RS, na linha Guarita SN, interior, fazendo divisa com o município de Redentora - RS (A licença de operação da PCH está disponível no Anexo 1).

No que se refere a hidrologia, o Rio Guarita pertence a Região Hidrográfica do Uruguai (U), na Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea, código U-100 (RIO GRANDE DO SUL, 2018). Sendo que nesse curso de água, já se tem outras unidades instaladas e/ou em construção (Figura 10).

Figura 10 - Mapa de Localização da PCH Tambaú, RS.



### 3.2. PCH TAMBAÚ

A PCH Tambaú é uma PCH e sua atividade consiste em uma barragem do tipo fio de água, para geração de energia elétrica, está em operação desde o dia 28/03/2013, gerando aproximadamente 8,8 MW. Seu reservatório artificial possui 18,84 hectares. A Figura 11 ilustra a imagem da casa de força, já a Tabela 1 apresenta as principais informações referentes a PCH.

Figura 11 - Casa de Força da PCH Tambaú.



Fonte: ABRAPCH (2023).

Na Tabela 1 se encontram as informações referentes às coordenadas do barramento e da casa de força, da PCH Tambaú.

Tabela 1 - Informações referentes a PCH Tambaú, Erval Seco – RS.

<b>PCH Tambaú, Erval Seco - RS</b>		
	<b>Coordenadas Geográficas</b>	
<b>Barramento</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
	-27,441222	-53,561167
<b>Casa de força</b>	-27,430417	-53,560861
<b>Potência (MW)</b>	8,80	
<b>Extensão do túnel de adução (m)</b>	1.075,00	
<b>Vazão remanescente (m<sup>3</sup>/s)</b>	2,76	
<b>Área do reservatório (ha)</b>	18,84	
<b>Altura da barragem (m)</b>	2,00	

Fonte: Licença de operação nº 1370-2023 (Anexo 1).

### 3.3. MAPEAMENTO DA ÁREA DE APP

Para o mapeamento da APP foi selecionada e mapeada as áreas do reservatório artificial da PCH Tambaú e das áreas de jusante e montante do reservatório, medido partindo do seu nível máximo normal, conforme a legislação vigente. Sendo mencionado no licenciamento do empreendimento, uma faixa de APP de 50 metros, partindo do nível mais alto. Sendo que o licenciamento seguiu a resolução do Consema, (BRASIL, 2018), N°388, Artigo 10, onde cita que para reservatórios de 10 ha a 50 ha deverá ter uma faixa de APP de 50 metros a partir da cota máxima de inundação da área alagada.

Nas áreas lindeiras da usina, foi medido a largura do rio, ficando entre 10 m e 50 m, obedecendo a Lei 12.651 de 2012 que declara que deve se obter uma APP de 50 metros para esta largura (BRASIL, 2012). O imageamento da APP foi obtido a partir de do Google Earth Pro (GOOGLE, 2023) onde foi georreferenciada com uso de um SIG (*ArcGIS*, versão 10.2 licenciado pela UFSM).

Para a análise e delimitação das áreas foi utilizado o programa *ArcMap* 10.5, onde foi delimitado o reservatório da barragem Tambaú a partir de sua cota de alagamento até o barramento (Conforme informações da Tabela 1), assim definindo também sua APP. Sendo realizado o mesmo processo nos lindeiros da PCH, para comparação da cobertura vegetal da APP para o estudo, a montante e jusante do reservatório.

Além da delimitação dos polígonos e dos cálculos, foram usados no *ArcMap* ferramentas específicas para o estudo:

- Buffer: para delimitar a zona de APP partindo do polígono desenhado do reservatório.
- Union: para unificar os polígonos desenhados das áreas antropizadas.
- Project: usado para encaixar as camadas na devida localização em coordenadas UTM

Após o mapeamento, as informações foram cruzadas com as faixas estabelecidas pela legislação vigente. Com isso, foi possível identificar quais trechos estão de acordo com a legislação e os que apresentam déficit de vegetação.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As APP no entorno de lagos artificiais, segundo Rodrigues e Fredi (2023, p.155), tem o objetivo de:

contribuir na proteção do entorno do lago da barragem, a recuperação e proteção florestal, controle da erosão do solo, o assoreamento do reservatório, criação de corredores para a fauna, preservação das espécies da flora regional, contribuição significativa para a biodiversidade regional e auxílio no equilíbrio do microclima da bacia hidrográfica onde está situada a hidrelétrica” (RODRIGUES; FREDI, 2023, p.155).

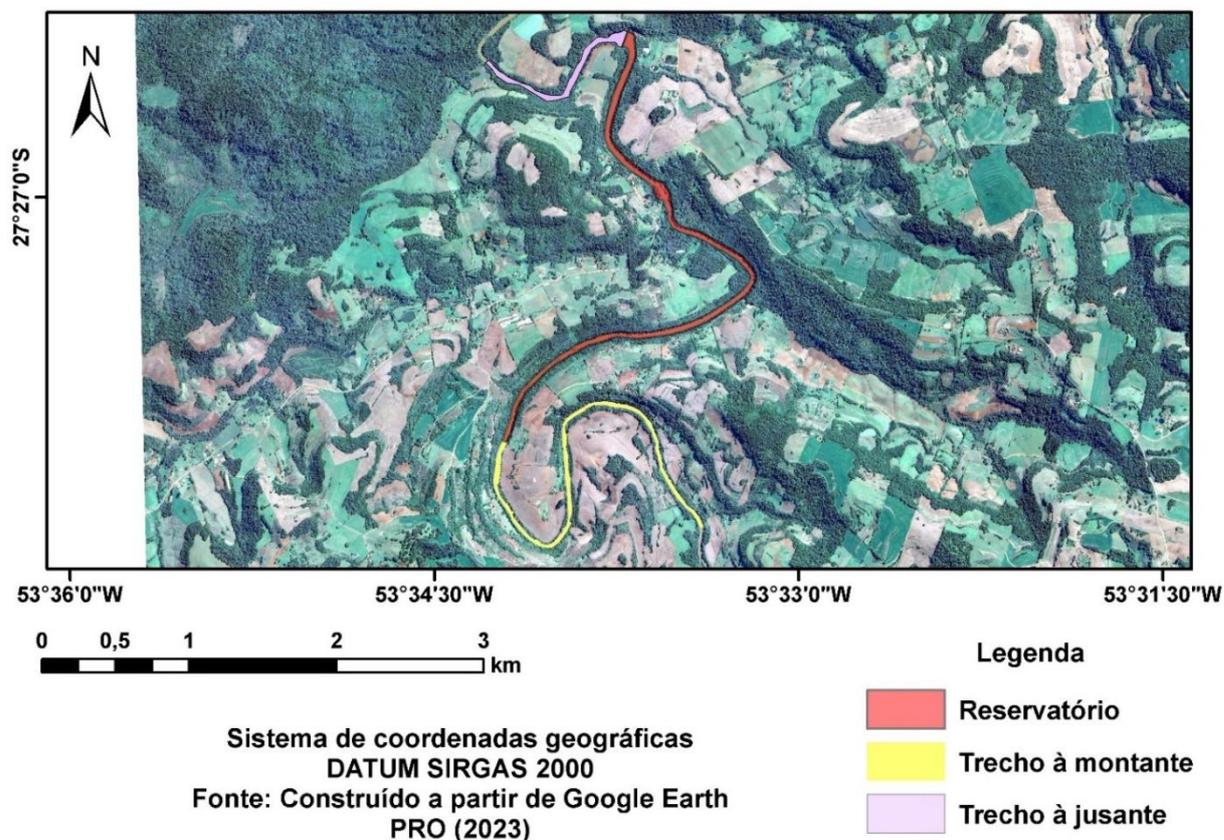
Em um estudo feito por Marques e Silva (2013), que analisaram uma área de reservatório artificial do parque Vaca Brava - Goiânia - GO, encontraram resultados mais próximos ao estipulado pela Lei vigente em relação a APP.

A recuperação da APP é de suma importância para a empresa gestora e para seus vizinhos lindeiros pensando no lado financeiro, já que evitará a multa por crimes ambientais futuramente (DE OLIVEIRA et al., 2012). A falta de cobertura vegetal nas APP ocorre por funções antrópicas, causadas por anos de atividades agrícolas na região, sendo este, citado por Silva (2023), a maior causa da degradação, já que a maioria dos agricultores não tem o devido conhecimento e conscientização ambiental para frear tal ato.

As áreas analisadas por Santos (2022), tiveram resultados interessantes, visto que a pesquisa realizada pelo autor é similar ao estudo desenvolvido neste trabalho. O autor avaliou as áreas de preservação em três reservatórios, e os resultados obtidos variaram entre 0 e 20,00% de áreas antropizadas.

Na Figura 12 ilustra-se a área do reservatório e sua comparação (montante e jusante). O trecho do reservatório é de 4.400,00 m, a parcela a montante é de 3.200,00 m e a jusante, 1.200,00 m, totalizando 8.800,00 m de extensão para análise. As faixas de APP consideradas neste estudo foram determinadas de acordo com a legislação vigente, considerando uma faixa de APP de 50,00 m a partir da cota máxima normal do reservatório do lago, definida na sua licença prévia. Já as APPs das áreas de montante e de jusante do lago foram definidas em 50,00 m, a partir da largura do curso do rio que varia de 10,00 m a 50,00 m, conforme previsto na Lei 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012).

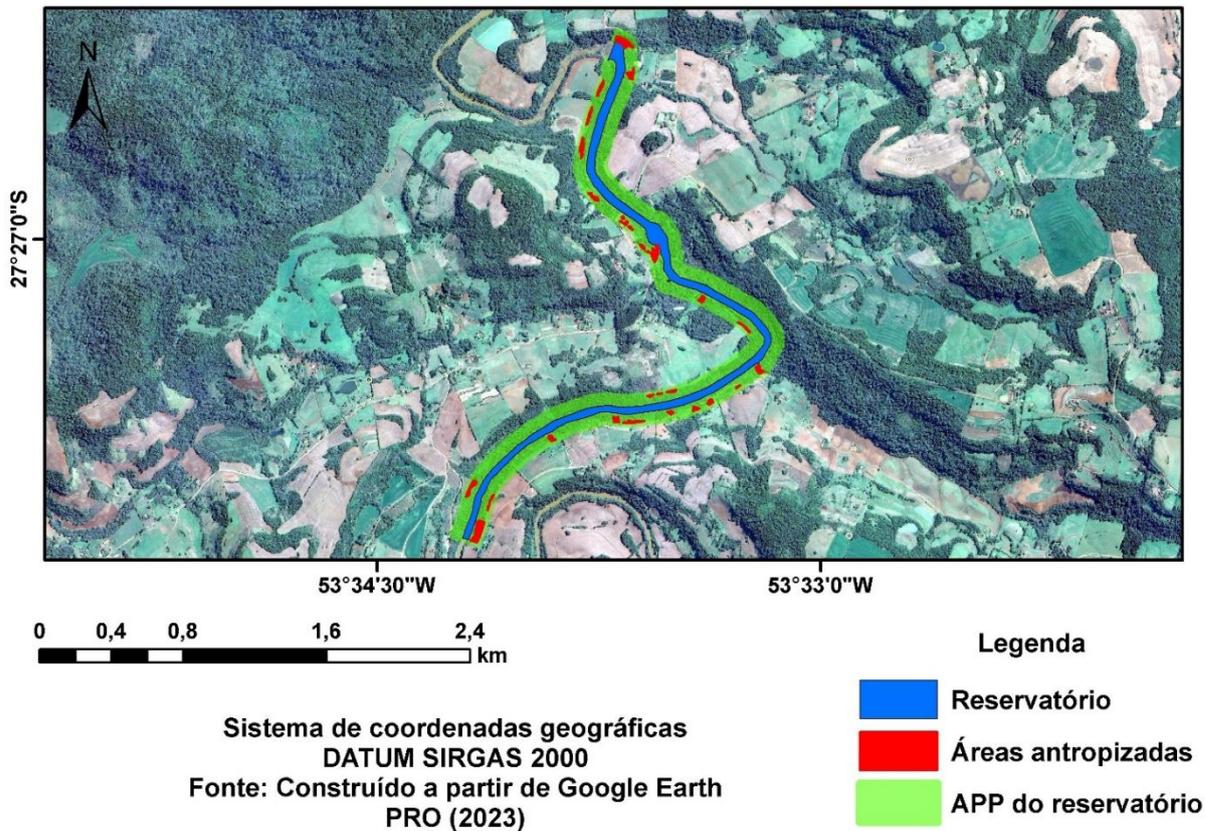
Figura 12 – Trechos da PCH Tambaú, de montante e de jusante do reservatório, analisados em função das respectivas APPs.



No caso de APP de reservatórios artificiais, a sua restauração ou criação após a construção da usina fica a cargo da empresa gestora do empreendimento, já que as áreas alagadas e modificadas foram alteradas perante modificação da própria empresa (SANTOS, 2022). Nesse caso, a empresa Tambaú Energética S.A fica responsável por zelar a APP na área do reservatório, como previsto por Lei vigente, servindo como uma medida para compensar as perdas ocasionadas na construção da usina. Na Figura 13, nota-se que uma pequena parcela da área está em desacordo com a Lei, e as outras áreas apresentam cobertura vegetal nativa, em conformidade com as normas, sendo, em sua maioria, vegetação primária.

As áreas antropizadas do reservatório são mínimas, de 2,17 hectares, de um total de aproximadamente 44,00 ha, representando aproximadamente 4,93 % da área total de APP. Neste caso. A empresa deverá notificar os eventuais ocupantes da APP, para a retirada de construções e cercas que estão dentro da faixa dos 50,00 m da cota máxima do lago formado pela PCH. Deve ser cessada quaisquer atividades na área de APP e, perante o caso, será necessário entrar em acordo para realizar a recuperação da área antropizada.

Figura 13 - Áreas antropizadas da APP do reservatório PCH Tambaú, RS.

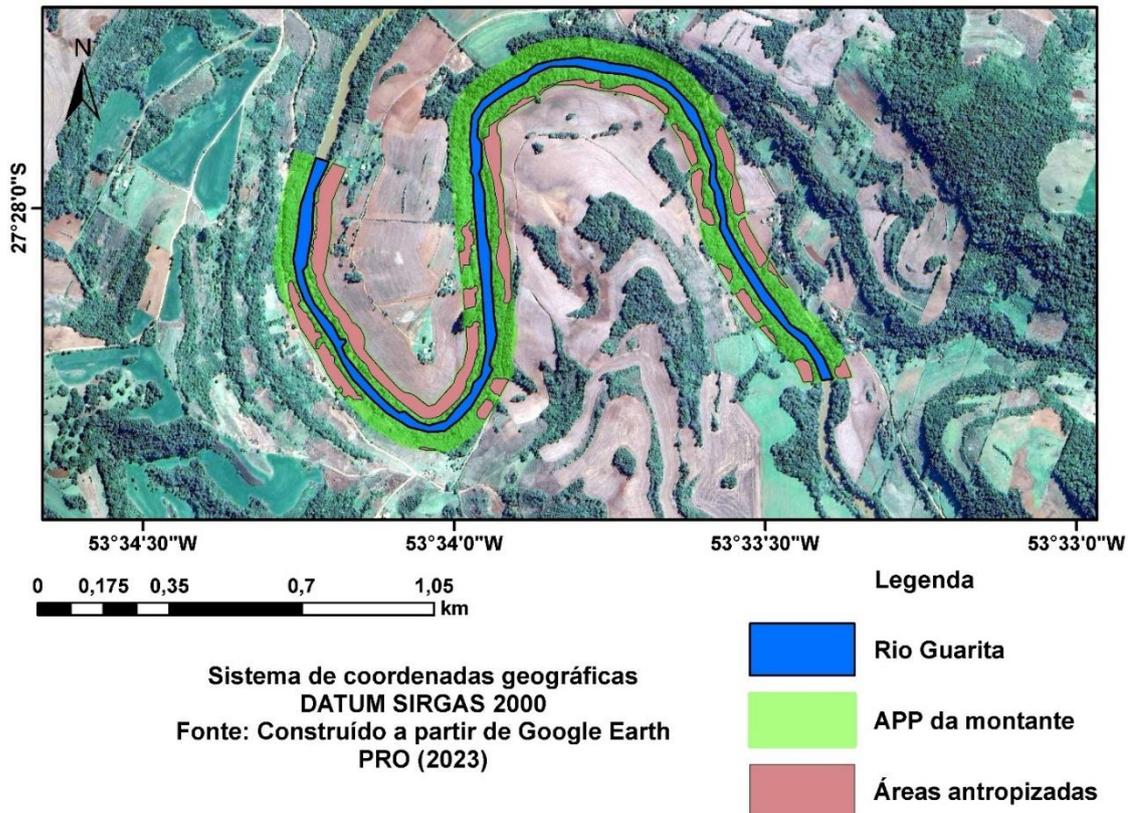


No trecho à montante do reservatório mostra que uma grande parcela da área que deveria ser de APP não atinge dos parâmetros de 50,00 m de cobertura vegetal. Foi delimitado e observado que aproximadamente 9,29 ha sofreram antropização, de um total de aproximadamente 32,26 ha, ou seja, 28,80 % da área que deveria estar preservada (Figura 14).

Aliado a isso, a ausência de vegetação nativa nas áreas de APP se deve à pressão causada pelo uso agrícola no solo que circundam as matas ciliares, alterando a configuração e o equilíbrio do meio e podendo abrir brechas para espécies exóticas, assim também modificando o espaço natural (SILVA, 2013). Ainda assim, essas áreas têm a função de proteger o meio ambiente e os recursos hídricos, sendo por isso proibida a intervenção, o que é considerado como crime ambiental, e obrigatória a recuperação da APP, além da correta demarcação (RODRIGUES; FREDI, 2023).

No caso da APP de montante do reservatório, todas as áreas identificadas como antropizadas, apresentam uso do solo agrícola (Figura 14).

Figura 14 - Áreas antropizadas à montante do reservatório da PCH Tambaú, RS.



O trecho de jusante do reservatório (Figura 15) também sofreu com a degradação ambiental, sendo desrespeitada a mata ciliar, que deveria ser de APP servindo como proteção para o recurso hídrico. Neste caso, também foram obtidos resultados não condizentes com a legislação vigente, tendo em vista que dos 12,5 ha de APP, 2,5 ha sofreram antropização, ou seja, 19% da área total.

As matas ciliares possuem a característica de ter uma ótima ancoragem para os sedimentos que vão em direção ao rio, por isso, quanto maior for a sua degradação, menor será a capacidade de retenção desses sedimentos (SILVA, 2023). Nesse caso, a supressão pode causar diversos prejuízos a área analisada. No caso da APP do lago formado pela PCH, parte dos 4,93 % de área antropizada estão relacionados à construção da entrada para o barramento e túnel de adução. Desconsiderando essa parte construída da usina, que representa um total de 0,25 ha, a área efetivamente antropizada seria de 4,36 % (Figura 16).

Figura 15 - Áreas antropizadas à jusante do reservatório da PCH Tambaú, RS.

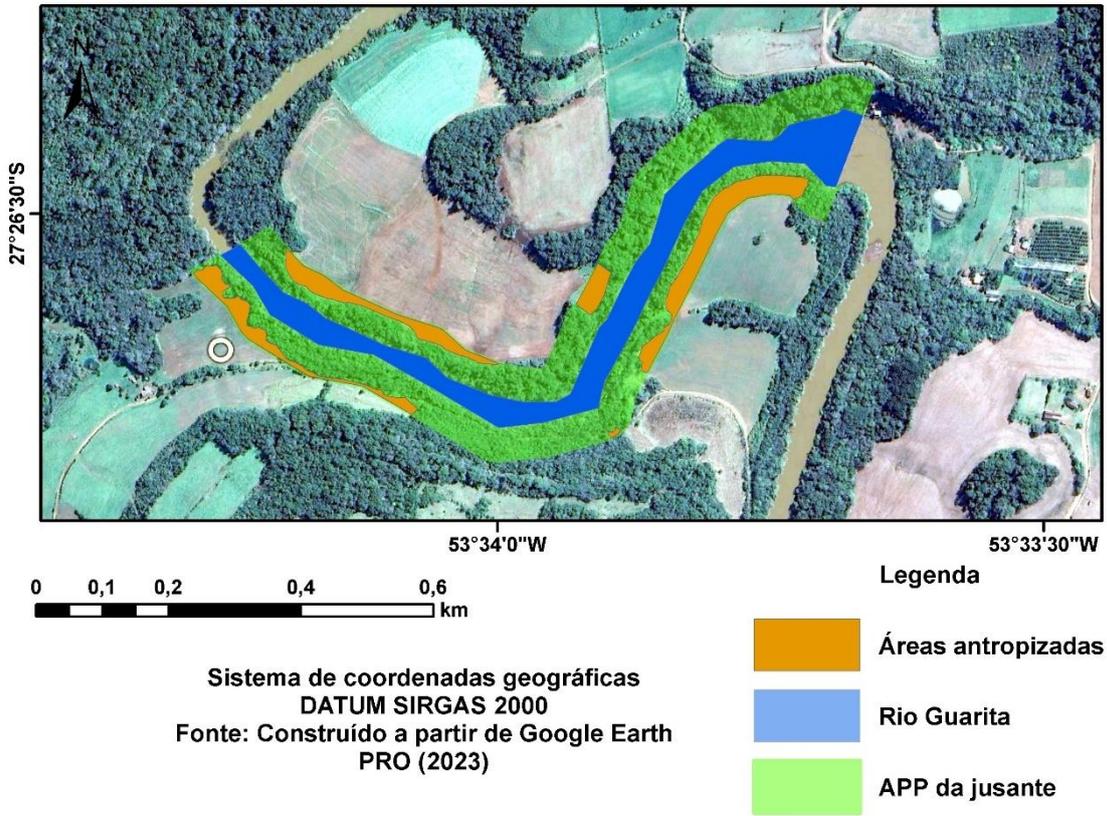
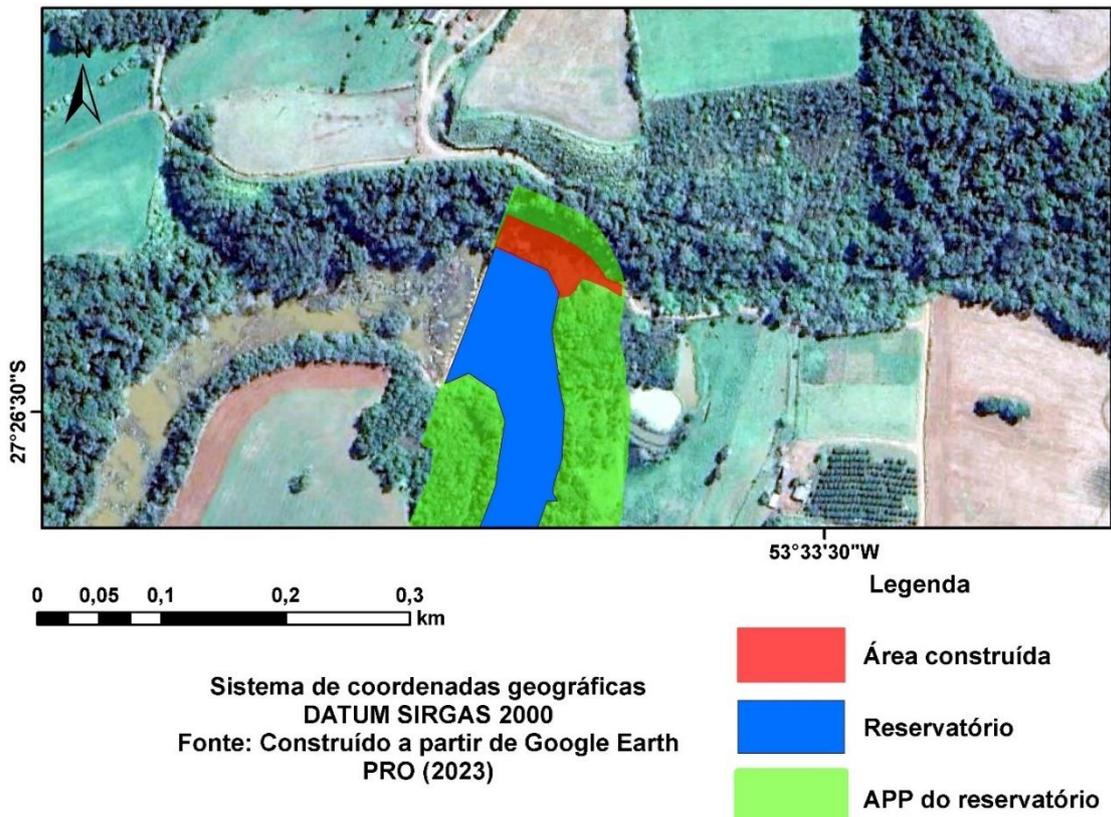


Figura 16 - Área usada pela usina da PCH Tambaú, RS.



Das três áreas analisadas neste estudo, nenhuma se encontra totalmente enquadrada na legislação sobre as APPs, mas somente a APP do reservatório da PCH Tambaú, que é de responsabilidade da empresa gestora, é a que mais se aproxima com as exigências legais atingindo aproximadamente 95,07% de área preservada na APP do entorno do lago. A empresa deverá notificar seus vizinhos lindeiros sobre a invasão de sua APP e discutir sobre a recuperação das áreas, visto que é responsabilidade da empresa a proteção da APP do reservatório.

Recomenda-se que novamente cerquem o perímetro da APP no entorno do reservatório, pois sabe-se que já tinha cerca e os invasores a tiraram. Também, é necessário recuperar essas áreas atualmente ocupadas, se possível, com o plantio de espécies nativas da região. Com essas medidas a APP ficará 100 % de acordo com a Lei vigente, representando ganho considerável quanto à preservação ambiental no entorno do reservatório.

É de responsabilidade do órgão competente realizar uma fiscalização rigorosa nas áreas lindeiras (de montante e de jusante do lago), que se encontrem irregulares quanto ao zelo pela APP nas margens do Rio Guarita. No Quadro 1 encontra-se um resumo de todas as áreas analisadas nesse estudo. Percebe-se que as áreas que foram comparadas com a APP do reservatório sofreram muito mais com a ação antrópica.

Quadro 1 - Resumo das características das áreas estudadas.

Locais analisados	Trecho (m)	Área (ha)		Percentual antropizado (%)
		Total	Antropizada	
Reservatório artificial	4.400,00	44,00	2,17	4,93
Montante do reservatório	3.200,00	32,26	9,29	28,80
Jusante do reservatório	1.200,00	12,50	2,5	20,00

Fonte: Autoria própria.

## 5. CONCLUSÃO

As APP são de extrema importância para o equilíbrio do meio ambiente e a proteção dos recursos hídricos. Pensando dessa forma, é fundamental zelar pela sua implementação e manutenção, evitando ao máximo sua degradação. Visto que as usinas dependem da água e volume útil de reservação para gerar a energia elétrica, as APP possibilitam a preservação e a melhoria da qualidade das águas represadas, reduzindo o processo de assoreamento dos corpos hídrico. Neste estudo foi possível identificar os locais de degradação do solo em área de APP do reservatório da PCH Tambaú e em grandes parcelas dos cursos d'água de montante e de jusante do Rio Guarita, objetos deste estudo.

Os resultados auxiliaram a apresentar as fragilidades das áreas analisadas, o que foi possível com o auxílio de um sistema de informação geográfica, tornando mais fácil a identificação de áreas com necessidade de recuperação da APP, sendo essas parcelas que estão em desacordo com a Lei, garantindo assim a conservação da biodiversidade e o cuidado minucioso com o recurso hídrico de fundamental importância para o ecossistema.

A partir deste estudo, é possível alertar aos proprietários das áreas que não respeitam adequadamente a APP no entorno do corpo hídrico, que estão em desacordo com a Lei. Assim, busca-se que colaborem para a recuperação da APP contratando uma empresa especializada para a recuperação da área antropizada.

É importante que a empresa gestora da PCH Tambaú siga notificando e apoiando a causa, tanto para as áreas de sua responsabilidade, como alertar aos vizinhos lindeiros da necessidade de preservação, sensibilizando-os para, assim, melhorar o equilíbrio ecológico e hídrico da região, em benefício da comunidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPCH. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PCHS E CGHS. **Tambáú Energética S.A. 2023**. Disponível em: <<https://abrapch.org.br/associado/tambau-energetica/>>. Acesso em: 17 nov. 2023.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Brasil ultrapassa os 190 GW em capacidade de geração de energia elétrica**. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/brasil-ultrapassa-os-190-gw-em-capacidade-de-geracao-de-energia-eletrica#:~:text=A%20Ag%C3%Aancia%20Nacional%20de%20Energia,conectada%20ao%20Sistema%20Interligado%20Nacional>>. Acesso em: 28 set. 2023.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa Nº 875, de 10 de março de 2020**: Art. 5º. 2023. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2020875.html>>. Acesso em: 06 out. 2023.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Sistema de Informação de Geração da ANEEL SIGA**. 2023. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoibjE4OGYyYjYtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9>>. Acesso em: 17 nov. 2023.

BRASIL. **Constituição (2012). Lei nº 12651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.. : LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012.. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 14 set. 2023.

BRASIL. SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL. Constituição (1988). Artigo nº 225, de 1988. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.. **Constituição da República Federativa do Brasil Título VIII da Ordem Social Capítulo VI do Meio Ambiente**. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/constituicaosupremo/artigo.asp?abrirBase=CF&abrirArtigo=225#:~:text=225.,as%20presentes%20e%20futuras%20gera%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 15 set. 2023.

CAVALCANTI, C. C. T. **O direito da energia no contexto Ibero-Brasileiro**. Brasil: Synergia, 2017. 350 p.

CBIE. **Como funciona a Geração Eólica?** 2020. Disponível em: <<https://cbie.com.br/como-funciona-a-geracao-eolica/>>. Acesso em: 27 set. 2023.

RIO GRANDE DO SUL. CONSEMA. **Resolução nº 388, de 08 de novembro de 2018**. Dispõe sobre os critérios e diretrizes gerais, bem como define os estudos ambientais e os procedimentos básicos a serem seguidos no âmbito do licenciamento ambiental de Pequenas

Centrais Hidrelétricas - PCHs, e Centrais Geradoras Hidrelétricas - CGHs. **Resolução Consema N° 388 de 08/11/2018**. DOE RS, RS, 3 dez. 2018. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=370212> . Acesso em: 10 nov. 2023.

COSTA, B. **O que é Área de Preservação Permanente – APP**. 2023. Chiavini e Santos. Disponível em: <https://www.chiaviniesantos.com/noticia/o-que-e-area-de-preservacao-permanente-app/>. Acesso em: 23 out. 2023.

CUSTÓDIO, D.; LORUSSO, J.; CAVALCANTE, L. A. N.; LOPES, R. F. Usinas hidrelétricas e seus impactos ambientais. In: EXPOSIÇÃO ANUAL DE TECNOLOGIA, EDUCAÇÃO, CULTURA, CIÊNCIAS E ARTE DO INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO-CÂMPUS GUARULHOS. **Anais...** Guarulhos: IFSP, 2022. V.2.

CUSTODIO, M. M.; RODRIGUES, M. V. A importância das pequenas centrais hidrelétricas como fonte de energia sustentável em substituição aos grandes projetos hidrelétricos. **Revista Jurídica (FURB)**, [S.l.], v. 22, n. 49, p. e7862, jul. 2019

DE OLIVEIRA, W. N.; LINHARES, G. N. M. Análise comparativa entre as áreas de preservação permanente antes e após a construção de reservatório de água para geração de energia elétrica. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. 2012. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, PUC/Goiás. **Anais...** IICBGA. Goiás: PUC, 2012.

DIANA, J. **Energia Eólica**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/energia-eolica/#:~:text=A%20energia%20e%C3%B3lica%20representa%203,Grande%20do%20Sul%20e%20Bahia>>. Acesso em: 26 set. 2023.

ELETRONUCLEAR. **Energia Nuclear**. Disponível em: <<https://www.eletronuclear.gov.br/Sociedade-e-Meio-Ambiente/Espaco-do-Conhecimento/Paginas/Energia-Nuclear.aspx>>. Acesso em: 06 out. 2023.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2023: Ano base 2022**. Rio de Janeiro: EPE, 2023.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Papel da Biomassa na Expansão da Geração de Energia Elétrica**. 2018. Disponível em: ><https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Biomassa%20e%20Expans%C3%A3o%20de%20Energia.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2023.

ENERGÊS. **Saiba tudo sobre usinas hidrelétricas**. 2020. Disponível em: <<https://energes.com.br/saiba-tudo-sobre-usinas-hidreletricas/>>. Acesso em: 21 set. 2023.

ENERGIA, OMEGA. **Descubra o que é PCH e CGH: semelhanças e diferenças. Como funciona uma PCH?** 2023. Disponível em: <[https://www.omegaenergia.com.br/news/descubra-o-que-e-pch-e-cgh-semelhancas-e-diferencas#:~:text=PCH%20e%20CGH%20s%C3%A3o%20siglas,\(CGHs\)%20at%C3%A9%205%20MW](https://www.omegaenergia.com.br/news/descubra-o-que-e-pch-e-cgh-semelhancas-e-diferencas#:~:text=PCH%20e%20CGH%20s%C3%A3o%20siglas,(CGHs)%20at%C3%A9%205%20MW)>. Acesso em: 18 set. 2023.

FEPAM. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL LUIZ CARLOS ROESSLER. **Arquivo digital para uso em SIG - Base cartográfica digital do RS**

**1:250.000. 2005.** Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases\\_geo.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp)>. Acesso em: 20 mar 2023.

FEPAM. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL LUIZ CARLOS ROESSLER. **Licenciamento ambiental.** Consulta a LO 01370/2023. Disponível em: <<https://ww3.fepam.rs.gov.br/licenciamento/area3/detalheDocproc.asp?area=3&buscar=2&tipoBusca=documento&processo=13702023&codigo=120>> Acesso em: 20 de nov. de 2023.

FERNANDES, N. da S. **Mapeamento de áreas suscetíveis à inundação em Santa Maria, RS.** 2016. 105 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Cap. 1.

FISCHER, M. M.; NIJKAMP, P. Design and use of geographic information systems and spatial models. **Geographic Information Systems, Spatial Modelling And Policy Evaluation**, p. 1-13, 1993. Springer Berlin Heidelberg. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-77500-0\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-77500-0_1).

FONSECA, C. J. da. **Usinas Nucleares: Análise Exploratória, Concepção, Aplicação e Análise Quantitativa de Dados de uma Pesquisa de Conhecimento à Respeito das Tecnologias Nucleares na Comunidade Discente da UnB-FGA Gama.** 2017. 98 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) - Universidade de Brasília, Faculdade do Gama, Brasília, 2017.

FREITAS, J. M. C.de. **A importância das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHS) na economia do Rio Grande do Sul.** 2012. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L.D. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

GONZAGA, B.. **Energia eólica cresce 12,8% em 2022 no país; saiba como funciona:** dados da abeeólica são em comparação a 2021; brasil tem mais de 900 parques em operação ou em teste, todos onshore. Dados da Abeeólica são em comparação a 2021; Brasil tem mais de 900 parques em operação ou em teste, todos onshore. 2023. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/economia/energia-eolica-cresce-128-em-2022-saiba-como-funciona/#:~:text=Com%20isso%2C%20a%20energia%20el%C3%A9trica,do%20Brasil%2C%20atr%C3%A1s%20das%20hidrel%C3%A9tricas..> Acesso em: 27 set. 2023.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 53.885, de 16 de janeiro de 2018.** Institui subdivisão das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul em Bacias Hidrográficas. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201803/08095109-decreto-53885-2017.pdf>. Acessado em: 20 nov. 2023.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha digital municipal. 2005.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

INB. INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL. **Como é o processo de geração de energia elétrica por uma usina nuclear?** 2020. Disponível em: <https://www.inb.gov.br/Contato/Perguntas-Frequentes/Pergunta/Conteudo/como-e-o->

processo-de-geracao-de-energia-eletrica-por-fonte-nuclear?Origem=1068. Acesso em: 03 out. 2023.

MACHADO G. et al. Caracterização das condições da cobertura vegetal da área de preservação permanente da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Quati–Londrina-PR. **Planejamento e Desenvolvimento Sustentável em Bacias Hidrográficas**, 2021. p. 137-147.

MARQUES, A. L.; SILVA, J. B. Análise da Área de Preservação Permanente no entorno dos reservatórios artificiais de água do município de Areia-PB. In: I WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 2013, Campina Grande. **Anais...** Workshop Internacional sobre Água no Semiárido Brasileiro. Campina Grande: editora realize, 2013. v. 1. p. 1-5.

MENDES, N. A. S. **As usinas hidrelétricas e seus impactos: os aspectos socioambientais e econômicos do Reassentamento Rural de Rosana - Euclides da Cunha Paulista**. 2005. 222 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, 2005.

MIRANDA, R. L. de et al. A potencialidade energética da biomassa no Brasil. **Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 94-106, 29 maio 2019. <http://dx.doi.org/10.18616/rdsd.v5i1.4829>.

OBJETIVO VESTIBULARES. **O Combustível das Usinas Térmicas**. 2023. Disponível em: [https://www.curso-objetivo.br/vestibular/roteiro\\_estudos/combustivel\\_usinas\\_termicas.aspx](https://www.curso-objetivo.br/vestibular/roteiro_estudos/combustivel_usinas_termicas.aspx). Acesso em: 02 out. 2023.

QUEIROZ, R. de et al. Geração de energia elétrica através da energia hidráulica e seus impactos ambientais. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas**, Santa Maria, v. 13, n. 13, p. 2774-2784, 13 ago. 2013.

RAÍZEN. **Energia a partir da biomassa: entenda o que é e para que serve!** 2022. Disponível em: <https://www.raizen.com.br/blog/energia-biomassa#:~:text=%C3%89%20a%20energia%20que%20vem,resultar%20em%20captura%20de%20carbono> .. Acesso em: 02 out. 2023.

RAÍZEN, Times de Raízen Power e Sustentabilidade da. **Matriz energética brasileira: o que é e de quais recursos é composta**. 2023. Disponível em: <https://www.raizen.com.br/blog/matriz-energetica-brasileira#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20matriz%20energ%C3%A9tica,diferentes%20demandas%20de%20um%20pa%C3%ADs>>. Acesso em: 22 set. 2023.

RAÍZEN, Time de Power da. **Energia solar: o que você precisa saber sobre esse tipo de energia**: fonte de energia limpa e renovável, a energia solar ainda é pouco presente na matriz energética brasileira. Saiba mais sobre seu funcionamento e benefícios.. Fonte de energia limpa e renovável, a energia solar ainda é pouco presente na matriz energética brasileira. Saiba mais sobre seu funcionamento e benefícios.. 2022. Disponível em: <https://www.raizen.com.br/blog/energia-solar>. Acesso em: 27 set. 2023.

RAMALHO, D. A. S. et al. **Tipos de energias renováveis e não renováveis**. 2022. 51 f. TCC (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário de Barra Mansa, Barra Mansa, 2022.

RAPOSO, A. A. **Delimitação das áreas de abrangência nos planos de conservação e uso do entorno de reservatórios artificiais de hidrelétricas no Estado de Minas Gerais: critérios atuais e contribuições para sua efetividade**. 2020. 232 f. Dissertação (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

RODRIGUES, D. B.; FREDI, C. Área de preservação permanente no entorno das hidrelétricas com barramento de água: direitos e obrigações. **Direito Contemporâneo: Estado e Sociedade**, Santo Ângelo, v. 1, n. 13, p. 155-174, set. 2023.

ROMANO, R. T. **Pequenos apontamentos sobre a energia eólica e sua repercussão no meio ambiente: soluções e problemas**. 2021. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/artigos/pequenos-apontamentos-sobre-a-energia-eolica-e-sua-repercussao-no-meio-ambiente-solucoes-e-problemas/1200920167>. Acesso em: 26 set. 2023.

SANTOS, B. C. dos. **Avaliação da APP no entorno de centrais geradoras hidrelétricas no noroeste do RS**. 2022. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2022.

SANTOS, D.; GULYURTLU, I; CABRITA, I. Materiais e energia: conversão termoquímica de combustíveis. **Revista Corrosão e Proteção de Materiais**, v. 29, n. 3, p. 78-90, 2010. Acesso em: 17 nov. 2023.

SILVA, J. J. F. da. **Uso de geotecnologias no diagnóstico da mata ciliar do Reservatório Engenheiro Francisco Sabóia, Ibimirim-PE**. 2023. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2023.

SOUZA, K. I. S. de. **Definição de áreas de preservação permanente com função de proteção aos recursos hídricos naturais**. 2021. 332 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2021.

TERRA, L.; ARAÚJO, R.; GUIMARÃES R.B. **Conexões: Estudos de Geografia Geral e do Brasil**. 1.ed. São Paulo: Moderna, 2008, p. 445-446.

TIAGO FILHO, G. L.; SANTOS, I. F. S. dos; BARROS, R. M. Cost estimate of small hydroelectric power plants based on the aspect factor. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 77, p. 229-238, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.134>.

TOLMASQUIM, M. 2012. **O Modelo Institucional do Setor elétrico Brasileiro e seus Resultados**. Palestra realizada no Seminário Internacional ABCE – FEPAC – SINAENCO, Rio de Janeiro (RJ).

UFSC. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Biomassa: espaço de ciência e tecnologia de Joinville**. Espaço de Ciência e Tecnologia de Joinville. Disponível

em: <<https://ect.joinville.ufsc.br/inicio/atracoes/energias/biomassa/>>. Acesso em: 17 nov. 2023.

VON SPERLING, E. Hydropower in Brazil: overview of positive and negative environmental aspects. **Energy Procedia**, v.18, p.110 - 118, 2012.

WEGNER, N. et al. Hydro energy potential considering environmental variables and water availability in Paraná Hydrographic Basin 3. **Journal Of Hydrology**, v. 580, p. 124183, jan. 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124183>.

## ANEXOS

### ANEXO 1 - LICENÇA DE OPERAÇÃO



Processo nº  
2037-05.67 / 23.9

LO Nº **01370 / 2023**

#### LICENÇA DE OPERAÇÃO

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental, criada pela Lei Estadual nº 9.077 de 04/06/90, registrada no Ofício do Registro Oficial em 01/02/91, e com seu Estatuto aprovado pelo Decreto nº 51.761, de 26/08/14, no uso das atribuições que lhe confere a Lei nº 6.938, de 31/08/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 06/06/90 e com base nos autos do processo administrativo nº 2037-05.67/23.9 concede a presente LICENÇA DE OPERAÇÃO.

#### I - Identificação:

**EMPREENDEDOR RESPONSÁVEL:** 143069 - TAMBAU ENERGETICA S/A

CPF / CNPJ / Doc Estr: 05.081.798/0001-67  
**ENDEREÇO:** RUA JOINVILLE, 209 - SALA 306-G  
 VILA NOVA  
 89035-200 BLUMENAU - SC

**EMPREENDIMENTO:** 118697 - PCH TAMBAU

**LOCALIZAÇÃO:** LINHA GUARITA

Municípios: Erval Seco, Redentora - todos localizados no Estado do RS

<i>Coordenadas Geográficas</i>				<i>Datum</i> SIRGAS 2000
<i>Ponto</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Município Coordenada</i>	
<i>Barramento</i>	-27,44122200	-53,56116700	Erval Seco	
<i>Casa de Força</i>	-27,43041700	-53,56086100	Erval Seco	

#### A PROMOVER A OPERAÇÃO RELATIVA À ATIVIDADE DE: GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE FONTE HÍDRICA - PCH TAMBAU

**RAMO DE ATIVIDADE:** 3.510,20

**MEDIDA DE PORTE:** 8,80 potência em MW

**POTÊNCIA (MW):** 8,800

**EXTENSÃO DO TÚNEL DE ADUÇÃO (m):** 1.075,00

**VAZÃO REMANESCENTE (m³/s):** 2,760

**ÁREA DO RESERVATÓRIO (ha):** 18,84

**ALTURA DA BARRAGEM (m):** 2,00

#### II - Condições e Restrições:

##### 1. Quanto ao Empreendimento:

- 1.1- esta licença refere-se à operação da atividade de geração de hidroeletricidade na PCH Tambaú;
- 1.2- no caso de qualquer alteração a ser realizada no empreendimento (alteração de processo, implantação de novas instalações, ampliação de área ou de produção, realocização, etc.) deverá ser previamente providenciado o licenciamento junto à FEPAM, exceto nos casos previstos na Portaria FEPAM nº 301/2023;
- 1.3- deverá ser atendida a Resolução conjunta da ANA / ANEEL nº 127/2022, que estabelece as condições e procedimentos para a instalação e operação de estações hidrológicas, visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, defluência, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água, e para o acompanhamento do assoreamento de reservatórios, associadas a empreendimentos hidrelétricos;

LO Nº 01370 / 2023

Gerado em 09/05/2023 09:45:40

Id Doc 1350697

Folha 1/7

- 1.4- deverá ser atendida a Resolução CRH nº 263, de 05 de Dezembro de 2017, para fins de instalação, operação e manutenção de estações hidrometeorológicas;
- 1.5- deverá fazer a comunicação imediata à Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura na hipótese de descoberta fortuita de elementos de interesse paleontológico, na área do empreendimento;
- 1.6- no prazo de até 60 (sessenta) dias deverá ser apresentado o(s) Certificado(s) de Regularidade do Cadastro Técnico Federal - CTF/APP válido(s) ([www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)), de todos os empreendedores deste empreendimento, com correlação na(s) Ficha(s) Técnica(s) de Enquadramento:

<b>Categoria</b>	<b>Código</b>	<b>Descrição</b>
21	21 - 35	Geração de energia hidrelétrica - Lei nº 6.938/1981: art. 10

**2. Quanto à Preservação e Conservação Ambiental:**

- 2.1- deverá ser mantida a faixa de preservação permanente de, no mínimo, 50 (cinquenta) metros no entorno do reservatório, desde seu nível mais alto, medido horizontalmente, sendo a Área de Preservação Permanente (APP) total estabelecida de 44,62 ha;
- 2.2- deverá ser mantida faixa de preservação permanente do Rio Guarita de 50 (cinquenta) metros nas áreas do empreendimento, à jusante do barramento;
- 2.3- a área de preservação permanente deverá permanecer cercada e fiscalizada, de forma a coibir acessos indevidos, presença de gado, caça e atividades degradadoras;
- 2.4- o Programa de Manutenção e Recomposição Ambiental das APPs, deverá ser executado, contemplando, no mínimo, as seguintes ações:
- 2.4.1- recomposição florestal: plantios anuais de adensamento / enriquecimento (com emprego de espécies ameaçadas de extinção) em NÚMERO SUFICIENTE para a efetiva recomposição florestal da área;
- 2.4.2- monitoramento TRIMESTRAL com adoção de medidas de manutenção (tratos culturais e irrigação de mudas, manutenção de cercas e sinalização entre outras) e combate a situações de ocupações irregulares ou criação acessos proibidos na APP;
- 2.4.3- ações periódicas visando a EFETIVA erradicação de espécies exóticas invasoras;
- 2.4.4- remoção de edificações da APP, em especial, as localizadas em áreas demarcadas como corredores de dessedentação;
- 2.4.5- apresentação de relatórios ANUAIS à FEPAM, contemplando todas as ações executadas durante o período, registros fotográficos e avaliação da efetividade do programa;

**3. Quanto à Vazão Remanescente:**

- 3.1- durante a operação do empreendimento deverá ser assegurada a vazão mínima remanescente de 2,76 m³/s, tendo o empreendedor a obrigatoriedade de garantir a vazão estabelecida, mesmo que venha a acarretar a redução da potência gerada;
- 3.2- nos períodos de severa estiagem, nos quais as vazões naturais atingirem valores inferiores à vazão remanescente estabelecida, prevalecerão as vazões naturais;
- 3.3- a operação do empreendimento deverá ser compatibilizada com gestão do recurso hídrico a jusante do barramento e casa de força, visando manutenção da vazão remanescente;

**4. Quanto ao Solo:**

- 4.1- o Programa de Proteção e Controle de Processos Erosivos deverá ser executado, conforme projeto acostado ao processo, com uso de *Chrysopogon zizanioides* para estabilização de taludes;
- 4.1.1- no caso de insuficiência da técnica de revegetação, outras metodologias deverão ser executadas, respeitando-se as condições e restrições desta licença;
- 4.2- deverão ser realizadas vistorias com periodicidade mínima SEMESTRAL, incluindo registros fotográficos, em especial, nas áreas junto ao barramento e à subestação de energia (SE elevadora);

**5. Quanto à Flora:**

- 5.1- é vedada a utilização de fogo e de processos químicos para todas as formas de intervenções na vegetação nativa;
- 5.2- o manejo e a supressão da flora exótica invasora, em especial, as espécies com alto potencial invasor (Portaria SEMA nº 79/2013) deverão ser realizados em toda a área do empreendimento;

**6. Quanto à Fauna:**

- 6.1- não é permitida a introdução de espécies da fauna íctica exóticas ou alóctones no rio ou no reservatório (Lei Federal nº 9.605/98, regulamentada pelo Decreto Federal nº 3.179/99);
- 6.2- o repovoamento com espécies da fauna íctica da bacia somente poderá ser realizado com base em estudos que indiquem sua

viabilidade ecológica, após a estabilização do lago e empregadas para estocagem populações da própria bacia hidrográfica, mediante licenciamento específico desta Fundação;

- 6.3- deverão ser adotadas medidas técnicas visando minimizar os impactos sobre a fauna íctica nos pontos de captação e de fuga de água;
- 6.4- deverá ser mantido o controle da pesca predatória e proibição da caça na área do empreendimento;
- 6.5- quanto ao Programa de Monitoramento da Fauna Íctica no Rio Guarita:
  - 6.5.1- deverão ser realizadas campanhas semestrais (inverno/verão);
  - 6.5.2- a amostragem será executada em 04 (quatro) pontos do Rio Guarita: P1 - montante do reservatório (-27.46677°/-53.57070°); P2 - no reservatório (-27.44358°/-53.56157°); P3 - TVR (-27.44135°/-53.56265°) e P4 - jusante à casa de força (-27.43006°/-53.56053°);
  - 6.5.3- o relatório técnico anual dos resultados do Monitoramento da Fauna Íctica, com a respectiva ART do profissional responsável, deverá:
    - 6.5.3.1- conter análise comparativa com os dados obtidos em campanhas anteriores, a fim de avaliar a dinâmica das espécies em relação à operação do empreendimento;
    - 6.5.3.2- discutir os resultados de modo a expor as respostas e conclusões obtidas para os objetivos traçados no projeto;

#### **7. Quanto à Autorização para Captura e Manejo da Fauna:**

- 7.1- os exemplares da fauna silvestre capturados, após identificados, deverão ser soltos na área de captura;
- 7.2- a coleta de espécimes não identificados in loco ficará limitada a 04 (quatro) exemplares por morfotipo;
- 7.3- os exemplares coletados ou que vierem a óbito deverão ser preservados em meio específico, etiquetados com todos os dados da coleta e depositados em coleção científica. A entrega dos exemplares deverá ser comprovada através de documento de recebimento;
- 7.4- não é permitido o transporte de animais silvestres vivos para além da área do empreendimento, salvo situações expressamente autorizadas pela FEPAM;
- 7.5- o técnico responsável pelo monitoramento deverá levar consigo cópia desta Licença de Operação, ART atualizada e documento comprovando a atividade profissional. Somente poderão exercer as atividades os técnicos informados no processo, conforme documentação protocolada. No caso de alteração da equipe técnica, a FEPAM deverá ser comunicada antecipadamente;
- 7.6- classes a serem manejadas:
  - 7.6.1- peixes: tarrafas e redes de espera;

#### **8. Quanto à Supervisão Ambiental:**

- 8.1- o empreendedor deverá contar com equipe técnica ambiental habilitada para acompanhamento da operação;
- 8.2- a Equipe de Supervisão Ambiental e/ou a Equipe Técnica do Empreendedor deverá informar imediatamente à FEPAM, a ocorrência de qualquer situação verificada no empreendimento que esteja em desacordo com as restrições e condicionantes estabelecidas neste documento licenciatório;

#### **9. Quanto aos Efluentes Líquidos:**

- 9.1- não poderá haver lançamento de efluentes líquidos, exceto pluviais isentos de qualquer contaminação, em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos, ou em bacias de infiltração sem o prévio licenciamento da FEPAM;
- 9.2- deverão ser realizadas inspeções e limpezas periódicas, com devido registro, do sistema separador água-óleo;
  - 9.2.1- deverão constar registros fotográficos, comprovando as inspeções periódicas e limpezas, junto ao relatório técnico de execução do PGRS a compor o relatório dos Programas Ambientais;

#### **10. Quanto aos Resíduos Sólidos:**

- 10.1- deverá ser executado o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS conforme proposto;
  - 10.1.1- o relatório técnico de execução do PGRS, com a respectiva ART, deverá contemplar tabela resumo de todos os resíduos gerados e destinados, contendo: descrição do resíduo, data de envio, quantidade, empresa transportadora, empresa de destinação final, número do MTR emitido, número do CDF emitido, cópias das licenças das empresas contratadas para transporte e destinação de resíduos (anexo);
- 10.2- deverão ser segregados, identificados, classificados e acondicionados os resíduos sólidos gerados para a armazenagem provisória na área do empreendimento, observando as NBR 12.235 e NBR 11.174, da ABNT, em conformidade com o tipo de resíduo, até posterior destinação final dos mesmos para local devidamente licenciado;
- 10.3- deverá ser mantido à disposição da fiscalização da FEPAM o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS atualizado, acompanhado da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica - ART do profissional responsável pela sua atualização e

execução, em conformidade com o estabelecido pela Lei Federal n.º 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, regulamentada pelo Decreto Federal n.º 10.936/2022;

- 10.4- deverá ser verificado o licenciamento ambiental das empresas ou centrais para as quais seus resíduos estão sendo encaminhados, e atentado para o seu cumprimento, pois, conforme o Artigo 9º do Decreto Estadual n.º 38.356 de 01 de abril de 1998, a responsabilidade pela destinação adequada dos mesmos é da fonte geradora, independente da contratação de serviços de terceiros;
- 10.5- não poderão ser enviados resíduos sólidos Classe I para aterros de resíduos sólidos urbanos, conforme Resolução CONSEMA n.º 073/2004 de 20 de agosto de 2004;
- 10.6- fica proibida a queima, a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para esta finalidade, de resíduos sólidos de qualquer natureza, conforme estabelece o Artigo 47, alínea III, da Lei Federal n.º 12.305/2010;
- 10.7- deverá ser observado o cumprimento da Portaria FEPAM n.º 087/2018, D.O.E. de 30/10/2018, referente ao Manifesto de Transportes de Resíduos - MTR;
- 10.8- o transporte dos resíduos perigosos (Classe I, de acordo com a NBR 10.004 da ABNT) gerados no empreendimento somente poderá ser realizado por veículos licenciados pela FEPAM para Fontes Móveis com potencial de poluição ambiental, devendo ser acompanhado do respectivo "Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR", conforme Portaria FEPAM n.º 087/2018, D.O.E. de 30/10/2018;
- 10.9- no caso de envio de resíduos para disposição ou tratamento em outros estados, deverá ser solicitada Autorização para Remessa de Resíduos para Fora do Estado junto à FEPAM, através de processo administrativo específico;
- 10.10- caso o empreendimento gere resíduos sólidos passíveis de logística reversa conforme a Lei Federal n.º 12.305/2010 e suas regulamentações, deverá destinar corretamente estes resíduos em conformidade com as normas aplicáveis vigentes;
- 10.11- caso o empreendimento gere resíduos sólidos passíveis de logística reversa e que contenham metais pesados, tais como equipamentos eletroeletrônicos inservíveis, pilhas e baterias, baterias chumbo ácido e lâmpadas inservíveis contendo mercúrio, deverá ser atendido o disposto na Diretriz Técnica FEPAM n.º 09/2022 ou legislação que vier a substituí-la;

#### **11. Quanto à Auditoria Ambiental:**

- 11.1- deverá ser realizada Auditoria Ambiental compulsória do empreendimento, com vistas à Renovação de LO, conforme Portarias FEPAM N.º 040/2010 e N.º 032/2016;

#### **12. Quanto aos Óleos Lubrificantes e Combustíveis:**

- 12.1- todo óleo lubrificante usado ou contaminado deverá ser coletado e destinado à reciclagem por meio do processo de rerrefino; conforme determina a Resolução do CONAMA n.º 362/2005, Arts. 1º, 3º e 12º;
  - 12.1.1- os certificados de Coleta da ANP deverão constar junto ao relatório técnico de execução do PGRS a compor o relatório dos Programas Ambientais;
- 12.2- todas as áreas de armazenamento de óleo e/ou combustível deverão ser impermeabilizadas e protegidas por bacias de contenção, conforme NBR 17.505 da ABNT, de modo a evitar a contaminação da área por possíveis vazamentos;
- 12.3- caso a atividade utilize óleos lubrificantes em embalagens plásticas, deverá entrar em contato com o(s) fornecedor(es) atacadista(s) (fabricante ou fornecedor) para que estes realizem a coleta das embalagens plásticas pós-consumo. A coleta é gratuita e o coletor fornece comprovante de coleta em atendimento a Portaria SEMA/FEPAM n.º 001/2003. O telefone para contato com os distribuidores e fabricantes regularizados constam da Licença Ambiental destes, e estão disponíveis para consulta no site da FEPAM com o código da atividade 3117.00;
- 12.4- caso a atividade adquira óleo lubrificante em embalagens plásticas apenas no comércio varejista, deverá fazer a devolução voluntária no ponto de compra. O comércio varejista de óleos lubrificantes (lojas, supermercados, etc.) não realiza a coleta das embalagens, mas é ponto de coleta dos fornecedores imediatos;

#### **13. Quanto ao Monitoramento de Águas e Sedimentos:**

- 13.1- a energia a ser gerada pelo empreendimento ao longo do tempo, deverá ser compatibilizada com a proteção dos ecossistemas aquáticos e terrestres e a manutenção dos usos da água atuais, atendendo, no mínimo, condição de Classe 2, conforme a Resolução CONAMA n.º 357/2005, com justificativas técnicas para eventuais desvios aos padrões estabelecidos;
- 13.2- deverá ser dada continuidade ao Programa de Monitoramento da Qualidade da Água (PMQA), contemplando:
  - 13.2.1- amostragens nos 04 (quatro) pontos estabelecidos junto ao Rio Guarita: QA-P01, a montante do reservatório ( 27.468913°/-53.57030°); QA-P02, junto ao barramento (-27.441087°/ 53.560600°); QA-P03, a jusante do barramento, no TVR (-27.443855°/-53.56480°); QA-P04, a jusante da casa de força ( 27.429625°/-53.55980°);
  - 13.2.2- deverão ser contempladas análises dos seguintes parâmetros para água superficial junto ao corpo hídrico, de acordo com os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA n.º 357/2005: clorofila a, coliformes termotolerantes, condutividade, cor verdadeira, densidade de cianobactérias, DBO5, DQO, fósforo total, nitrato, nitrito, nitrogênio

- amoniaco total, nitrogênio inorgânico total, nitrogênio total Kjeldahl, OD, sólidos dissolvidos totais, pH, temperatura da água, temperatura do ar, turbidez, fitoplâncton, zooplâncton;
- 13.2.3- análise da qualidade da água do corpo hídrico através dos índices: IQA (Índice de Qualidade da Água); IQAr (Índice de Qualidade de Água de Reservatório), apenas para o ponto QA-P02, com coletas em 03 (três) profundidades; e IET (Índice do Estado Trófico);
- 13.2.4- o monitoramento do ponto junto ao canal de fuga deverá contemplar análise dos seguintes parâmetros, de acordo com os padrões estabelecidos na Resolução CONSEMA nº 355/2017: alumínio total, arsênio total, bário total, boro total, cádmio total, chumbo total, cianeto total, cobalto total, cobre total, cor verdadeira, cromo hexavalente, cromo total, espumas, estanho total, fenóis totais, ferro total, fluoreto total, lítio total, manganês total, materiais flutuantes, mercúrio total, níquel total, odor a frio, óleos e graxas vegetal, óleos e graxas mineral, pH, prata total, selênio total, sólidos sedimentáveis, sulfeto, substâncias tenso-ativas que reagem ao azul de metileno, temperatura da água, vanádio total, zinco total, coliformes termotolerantes, DBO5, DQO, fósforo total, nitrogênio amoniacal, sólidos suspensos totais, aldrin, clordano (cis + trans), DDT, dieldrin, dodecacloro pentaciclodecano, endrin, heptacloro e heptacloro epóxido, hexaclorobenzeno, PCBs e toxafeno;
- 13.2.5- as campanhas de amostragem terão periodicidade semestral, com coletas nos meses de janeiro e julho de cada ano;
- 13.2.6- realização de monitoramento da proliferação de macrófitas aquáticas, com vistorias com a mesma periodicidade estabelecida para as coletas de água superficial;
- 13.2.7- os pontos de amostragem deverão ser os estabelecidos e georreferenciados conforme Programa proposto e deverão manter-se para todas as campanhas durante a validade desta licença. A alteração dos pontos de amostragem deverá ser tecnicamente justificada e previamente aprovada pela FEPAM;
- 13.3- o relatório técnico dos resultados do PMQA, com a respectiva ART, deverá ser ANUAL e contemplar:
- 13.3.1- registros e ações de remoção de macrófitas aquáticas, sempre que necessário;
- 13.3.2- laudos analíticos (anexo);
- 13.3.3- interpretação e análise crítica dos dados analíticos, bem como comparação com campanhas anteriores dos parâmetros mais críticos (gráficos), considerando os padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005;
- 13.3.4- informação das condições meteorológicas e hidrológicas quando das coletas para cada campanha de monitoramento;
- 13.3.5- análise dos dados do monitoramento do efluente do canal de fuga, incluindo comparação com campanhas anteriores (gráficos), considerando os padrões de emissão estabelecidos pela Resolução CONSEMA nº 355/2017;

#### **14. Quanto aos Riscos Ambientais e Plano de Emergência:**

- 14.1- deverá ser realizado treinamento de todos os funcionários envolvidos na operação do empreendimento visando à adoção de posturas relacionadas à mitigação dos impactos ambientais e de segurança do empreendimento;
- 14.2- em caso de acidente, incidente ou sinistro com risco de danos a pessoas e/ou ao meio ambiente, a FEPAM deverá ser imediatamente informada pelo telefone (51) 99982-7840
- 14.3- deverá ser mantido atualizado o Alvará do Corpo de Bombeiros Municipal, em conformidade com as Normas em vigor, relativo ao sistema de combate a incêndio;

#### **15. Quanto à Subestação de Energia:**

- 15.1- o órgão ambiental deverá ser imediatamente avisado no caso de ocorrência de danos ambientais de qualquer natureza na Subestação de Energia (SE elevadora), apresentando relatório técnico com detalhamento do fato ocorrido, descrição de eventuais danos ambientais, medidas de controle e mitigação adotadas, memorial fotográfico e ART do responsável técnico;

#### **16. Quanto ao Monitoramento:**

- 16.1- deverá ser enviada eletronicamente à FEPAM, através do Sistema de Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR ON LINE, a Declaração de Movimentação de Resíduos - DMR, com periodicidade trimestral, em conformidade com a Portaria FEPAM nº 87/2018, e alterações; para tanto, o cadastro no sistema MTR, deve estar atualizado com o número do empreendimento (MENU > Configurações > Meus Dados);

#### **17. Quanto aos Programas Ambientais:**

- 17.1- deverão ser executados os seguintes Programas Ambientais aprovados pela FEPAM:
- 17.1.1- Programa de Monitoramento da Ictiofauna;
- 17.1.2- Programa de Proteção e Contenção de Erosões;
- 17.1.3- Programa de Manutenção e Recomposição Ambiental da APP;
- 17.1.4- Programa de Monitoramento da Qualidade da Água - PMQA;
- 17.1.5- Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS;
- 17.1.6- Programa de Educação Ambiental - PEA;
- 17.1.7- Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial - PACUERA;

- 17.2- os relatórios anuais de execução dos Programas Ambientais deverão ser protocolados, a cada ano, no mês de MAIO, e conter: ART dos profissionais responsáveis, descrição das atividades desenvolvidas no período, registros fotográficos, discussão dos resultados obtidos, comparação com dados históricos (em forma de planilhas e/ou gráficos) e parecer técnico conclusivo. Os relatórios deverão ser sucintos, claros e objetivos, atendendo de maneira direta o conteúdo indicado nesta condicionante;
- 17.3- os programas ambientais e de monitoramento que estão em execução, somente poderão ser encerrados após apresentação de relatório final de avaliação dos resultados e de avaliação conclusiva quanto a sua continuidade ou encerramento, aprovados pela FEPAM;

**18. Quanto ao Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial - PACUERA:**

- 18.1- para uso do entorno e das águas do reservatório da PCH TAMBAÚ, deverão ser observadas as diretrizes de permissões aprovadas no Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial - PACUERA, elaborado de acordo com a Legislação Ambiental vigente, que foi entregue em 08/08/2018 e aprovado pela FEPAM em 01/10/2018, com Audiência de Consulta Pública realizada em 18/12/2018;
- 18.2- o empreendedor deverá manter permanente vigilância ambiental e patrimonial sobre a Área de Preservação Permanente (APP) autorizando o uso limitado em até 10% da área do entorno do reservatório para instalação de obras de apoio ao turismo e ao lazer, preferencialmente de uso público, nos locais previamente definidos e aprovados no Plano;
- 18.3- nenhuma intervenção na APP ou uso do reservatório poderá ser realizado sem a manifestação do empreendedor através da assinatura do Termo de Permissão de Uso, bem como a respectiva licença ambiental para cada tipo de intervenção a ser emitidas pelas Prefeituras Municipais, no caso de obras consideradas de baixo impacto ambiental ou pela FEPAM naquelas não consideradas como de baixo impacto, sempre se observando o critério de uso preferencialmente público;
- 18.4- fica estabelecido que, para qualquer tipo de utilização na APP ou do reservatório, mesmo considerado de baixo impacto, previsto no PACUERA e cujo licenciamento poderá ser feito pelas autoridades municipais, o empreendedor ficará responsável em comunicar a FEPAM;
- 18.5- para qualquer tipo de intervenção não prevista no plano aprovado, a FEPAM deverá ser comunicada para aprovação ou não, obedecendo aos critérios fundamentais para compatibilização dos usos das suas águas e dos solos no seu entorno, com a manutenção e conservação ambiental do recurso hídrico e das áreas de preservação permanente;
- 18.6- o empreendedor poderá instituir o direito de passagem na APP para dessedentação de animais por meio de "corredores", limitando-se aquelas propriedades que possuam atualmente atividade pecuária e que se prove a não ocorrência de alternativas para dessedentação;
- 18.7- o empreendedor deverá implantar e manter um sistema de sinalização náutica de advertência junto à Zona de Segurança do Reservatório e de sinalização das margens, indicando áreas de segurança e áreas de preservação permanente, seus usos permitidos e proibidos;
- 18.8- o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial - PACUERA deverá ser atualizado a cada 05 (cinco) anos;
- 18.8.1- para cada atualização do PACUERA deverão ser comprovados os contatos com as Prefeituras envolvidas através de atas de reunião, registros fotográficos, etc.;
- 18.8.2- cada novo documento deverá ser acompanhado de ART, específica e atualizada, de profissional, preferencialmente, da área de socioeconomia;
- 18.8.3- a realização de nova(s) Consulta(s) Pública(s) ou não é uma prerrogativa da FEPAM, após análise do documento atualizado;

**19. Quanto à Publicidade da Licença:**

- 19.1- uma cópia desta Licença de Operação deverá permanecer no empreendimento;

**III - Documentos a apresentar para renovação desta Licença:**

- 1- Relatório de Auditoria Ambiental Compulsória e o plano das correções das não conformidades, conforme Portarias FEPAM N° 040/2010 e N° 032/2016;
- 2- Atualização dos Programas Ambientais, com as respectivas ARTs e cronogramas de execução, abrangendo todo o período de vigência da nova licença a ser emitida;
- 3- Mapa da APP do reservatório, em formato shapefile e kmz/kml, incluindo informação das matrículas e suas respectivas delimitações;
- 4- Termo de Quitação de Reposição Florestal Obrigatória (RFO), expedido pelo DBIO/SEMA, relativo ao Alvará Florestal n° 9522-D emitido para a instalação da PCH Tambaú;
- 5- Laudo de inspeção de segurança atualizado da estrutura do barramento e circuito hidráulico, com ART do engenheiro

responsável;

- 6- Plano de Segurança de Barragem e PAE atualizado, em atendimento à Lei de Segurança de Barragens, se aplicável;
- 7- Avaliação de assoreamento do reservatório, com execução de levantamento topobatimétrico, emissão de laudo conclusivo e ART do responsável;

Havendo alteração nos atos constitutivos, a empresa deverá fazer Pedido de Alteração no SOL, imediatamente, sob pena do empreendedor acima identificado continuar com a responsabilidade sobre a atividade/empreendimento licenciada por este documento;

Esta licença é válida para as condições acima até 09 de maio de 2028, caso ocorra o descumprimento das condições e restrições desta licença, o empreendedor estará sujeito às penalidades previstas em Lei.

Esta licença não dispensa nem substitui quaisquer alvarás ou certidões de qualquer natureza exigidos pela Legislação Federal, Estadual ou Municipal, nem exclui as demais licenças ambientais;

Esta licença deverá estar disponível no local da atividade licenciada para efeito de fiscalização.

Data de emissão: Porto Alegre, 09 de maio de 2023.

Este documento é válido para as condições acima no período de 09/05/2023 a 09/05/2028.

A renovação desta licença deve ser requerida com antecedência mínima de 120 dias da expiração de seu prazo de validade, fixado na respectiva licença, conforme Art. 14 § 4.º da Lei Complementar nº 140, de 08/12/2011.

Este documento foi certificado por assinatura digital, processo eletrônico baseado em sistema criptográfico assimétrico, assinado eletronicamente por chave privada, garantida integridade de seu conteúdo e está à disposição no site [www.fepam.rs.gov.br](http://www.fepam.rs.gov.br).

fepam®.