



PEDRO HENRIQUE VIEIRA DE OLIVEIRA

**PLANO AMBIENTAL DE CONSERVAÇÃO E USO DO
ENTORNO DO RESERVATÓRIO DA USINA
HIDRELÉTRICA SERRA DO FACÃO: UMA DISCUSSÃO
SOBRE SEU DILIGENCIAMENTO NA PROTEÇÃO
AMBIENTAL**

LAVRAS-MG

2023

PEDRO HENRIQUE VIEIRA DE OLIVEIRA

**PLANO AMBIENTAL DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA SERRA DO FACÃO: UMA
DISCUSSÃO SOBRE SEU DILIGENCIAMENTO NA PROTEÇÃO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título
de Bacharel.

Prof. Dr. Luís Antônio Coimbra Borges
Orientador

LAVRAS - MG

2023

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Fichas Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo próprio autor.**

Oliveira, Pedro Henrique Vieira de.

Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno
de Reservatório da Usina Hidrelétrica Serra do Facão: uma discussão
sobre seu diligenciamento na proteção ambiental / Pedro Henrique
Vieira de Oliveira. - 2023.

37 p.

Orientador(a): Luis Antônio Coimbra Borges.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Recursos hídricos. 2. Usinas hidrelétricas. 3.
Gestão ambiental. I. Borges, Luis Antônio Coimbra. II. Título.

PEDRO HENRIQUE VIEIRA DE OLIVEIRA

**PLANO AMBIENTAL DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA SERRA DO FACÃO: UMA
DISCUSSÃO SOBRE SEU DILIGENCIAMENTO NA PROTEÇÃO AMBIENTAL**

**PLANO AMBIENTAL DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DO
RESERVATÓRIO DA UHE SERRA DO FACÃO: A DISCUSSION ABOUT YOUR
DILIGENCE IN ENVIRONMENTAL PROTECTION**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título
de Bacharel.

APROVADO em 02 de março de 2023.

Dr. Luís Antônio Coimbra Borges UFLA

Me. Thais Caroline da Cruz UFLA

Me. Mariana Aparecida de Freitas Abreu UFLA

Prof. Dr. Luís Antônio Coimbra Borges
Orientador

LAVRAS-MG

2023

Dedico este trabalho aos meus pais pelo amor, dedicação e ensinamentos que me proporcionaram ao longo da vida. Obrigado por acreditarem em mim e por me apoiarem em todas as minhas decisões e conquistas. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças e sabedoria para completar este trabalho e a graduação;

Agradeço aos meus familiares e amigos pelo apoio incondicional e incentivo durante todo o meu processo na graduação e nos desafios da vida;

Agradeço ao orientador Luís (Totonho), cuja orientação, apoio e paciência foram fundamentais para a realização deste trabalho;

Agradecemos ainda a UHE Serra do Facão por disponibilizar as informações e recursos necessários para a elaboração deste trabalho;

Por fim, agradeço a todos os que, de alguma forma, contribuíram para o meu sucesso durante os 6 anos de graduação e nesta pesquisa.

RESUMO

O Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA) é um importante instrumento de diretrizes e proposições que tem como objetivo disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, conforme definição da Resolução CONAMA nº 302/2012 e Lei Federal nº 12.651/2012. Para o alcance de suas metas é impreterível a formulação de normas voltadas à preservação ambiental, ocupação territorial e para a gestão aplicada do Plano. O presente estudo teve como objetivo analisar o PACUERA da Usina Hidrelétrica Serra do Facão, tendo em vista a sua efetividade sobre a ordenação do território no entorno do reservatório artificial, os regimes de uso e ocupação do solo, e proteção dos recursos naturais, bem como a integração dos usos múltiplos do mesmo. O método de pesquisa utilizado foi a exploratória, apoiando-se em técnicas de coleta de dados qualitativos. Para tanto, foi feita a caracterização e contextualização do PACUERA e análise das principais fundamentações técnico-científicas utilizadas na sua elaboração. O Plano da Usina Hidrelétrica Serra do Facão aborda os critérios necessários para o alcance da preservação ambiental. Conclui-se que o Plano vem sendo regularmente executado e está gerando resultados, como a preservação e a recomposição florestal de 11.916 hectares de Área de Preservação Permanente.

Palavras-chave: Recursos hídricos. Usinas hidrelétricas. Gestão Ambiental.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais componentes de uma usina hidrelétrica	15
Figura 2 - Reservatório da UHE Serra do Facão e municípios limítrofes.....	19
Figura 3 - Mapa da área de abrangência do PACUERA	20
Figura 4 - Mapa de fragilidade ambiental.....	25
Figura 5 - Mapa de zoneamento socioambiental.....	28
Figura 6 - Demonstração do deplecionamento do reservatório da UHE Serra do Facão em uma mesma área.....	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Panorama da matriz elétrica brasileira em 2021.....	13
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estabelecimento da faixa da APP de reservatórios d'água artificiais de acordo com a Lei nº 12.651/2012	22
Quadro 2 - Critérios para estabelecimento da largura da APP.....	24
Quadro 3 - Critérios para estabelecimento da quantidade de acessos ao reservatório	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 A Matriz Elétrica no Brasil.....	12
2.2 A Usina Hidrelétrica e Seus Impactos Ambientais	14
2.3 O Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA).....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 A UHE Serra do Facão e a Área de Abrangência do Estudo.....	18
3.2 Metodologia.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Diagnóstico Ambiental	21
4.2 A Definição da Área de Preservação Permanente.....	22
4.3 Zoneamento Ambiental.....	26
4.4 Código de Usos.....	28
4.5 Avaliação da área de abrangência e o ordenamento territorial	29
4.6 A proteção ambiental no entorno do reservatório	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica proporciona conforto, bem-estar e segurança para a sociedade. Em quase tudo que se faz hoje em dia a eletricidade está envolvida, devido a isso o consumo é crescente com o passar dos anos (BAÚ *et al.*, 2019).

A energia obtida por meio de fontes naturais pode ser de origem renovável. As fontes de energia renováveis podem ser utilizadas de acordo com a disponibilidade de seus agentes causadores (vento, água, solar etc.). Alguns desses agentes podem ser armazenados em períodos de abundância para que sejam utilizados nos períodos de escassez (FRANCATO, 1997), como por exemplo, os reservatórios das usinas hidrelétricas.

A hidroeletricidade tem sido a principal fonte de geração do sistema elétrico brasileiro por várias décadas, tanto pela sua competitividade econômica quanto pela abundância deste potencial energético a nível nacional. O Brasil dispõe de um sistema gerador com capacidade instalada de mais de 150 GW, com predominância hidrelétrica (EPE, 2020). Nesse tipo de geração, a fim de garantir a disponibilidade de água para produção de energia durante os períodos de estiagem, torna-se necessário a implantação de reservatórios, com o objetivo de realizar o represamento da água.

Os reservatórios das usinas hidroelétricas podem prover uma série de serviços não energéticos, como controle de cheias, irrigação, processamento industrial, suprimento de água para consumo humano, recreação e serviços de navegação (CARVALHO, 2016), além da perenização de oferta de água em regiões semiáridas.

A implantação de reservatórios artificiais causa impactos significativos nos meios físicos, bióticos e socioeconômicos e traz à tona uma série de questões relativas a ações de planejamento e gestão. As alterações de uso do solo podem influir de forma decisiva sobre a qualidade da água e o aporte de sedimentos, comprometendo a vida útil dos reservatórios e, muitas vezes, prejudicando a finalidade que levou à sua construção (CMT, 2019).

Deve-se considerar ainda que os reservatórios artificiais atraem o desenvolvimento econômico e promovem uma reorganização nos sistemas locais e regionais, já que trazem também maiores riscos de degradação do solo e da qualidade da água (TUNDISI *et al.*, 2008). O entorno do reservatório deve ser utilizado e ocupado conforme diretrizes que contemplem a manutenção de boas condições ambientais e de qualidade da água (ABA, 2018).

O planejamento e a gestão ambiental se fazem necessários quando se objetiva a proteção de áreas de interesse relevante, seja de caráter socioeconômico e ambiental, de uma região. Nesse sentido, o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial

(PACUERA) é um instrumento de planejamento para a região de reservatórios artificiais exigido em decorrência das transformações do ambiente (SEFAC, 2017).

O PACUERA está pautado na Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal), que no seu Artigo 5º determina a sua elaboração para implantação de reservatórios d'água artificial destinado para geração de energia ou abastecimento público, como também na Resolução CONAMA nº 302/2002, que o define como um “conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial”.

Segundo SEFAC (2017), o PACUERA da Usina Hidrelétrica (UHE) Serra do Facão, localizada no Rio São Marcos, entre os municípios de Davinópolis e Catalão (GO), visa a orientar o uso e ocupação do solo do seu entorno, buscando potencializar o desenvolvimento econômico regional em diversos setores (turismo, lazer, pesca, agricultura e pecuária). Ademais, nesse plano foram elaboradas propostas para a definição da Área de Preservação Permanente (APP), zoneamento ambiental e o código de usos, considerando as legislações vigentes, ocupação atual, a fragilidade ambiental e a expectativa das comunidades e dos municípios abrangidos.

O presente estudo tem como objetivo analisar o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial da UHE Serra do Facão, tendo em vista a sua efetividade sobre a ordenação do território no entorno do reservatório artificial, os regimes de uso e ocupação do solo, e proteção dos recursos naturais, bem como a integração dos usos múltiplos do mesmo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Matriz Elétrica no Brasil

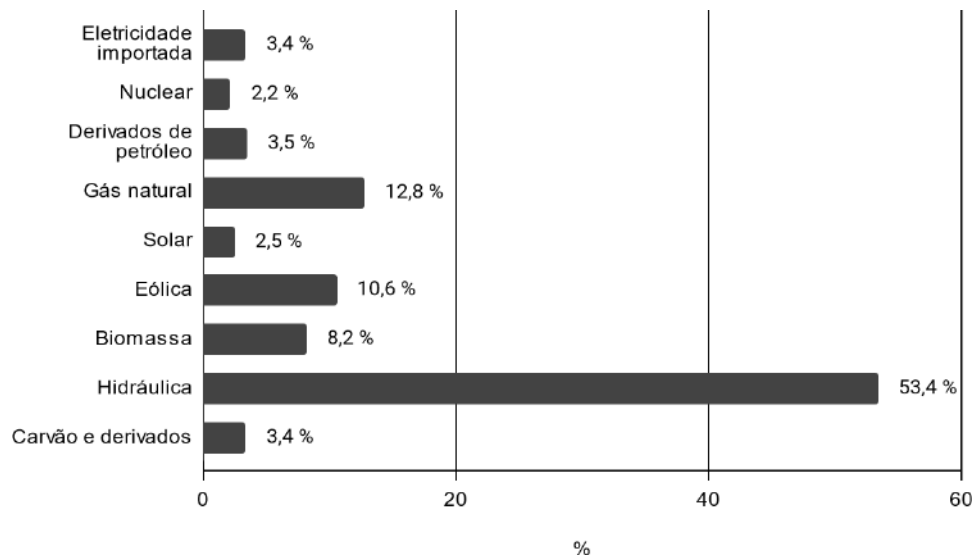
Entre os diversos setores estratégicos para o desenvolvimento econômico, o setor energético se destaca, haja vista que a energia se configura como uma condição básica para a produção e reprodução da vida. O processo de apropriação, transformação e manipulação dos recursos naturais para a geração das mais diversas formas de energia é central para a organização produtiva e o ordenamento territorial de determinada sociedade (CHAVES; GIUSTI; STRAUCH, 2021).

Com mais de um século de utilização e com uma grande capacidade instalada, o setor de energia elétrica no Brasil possui a responsabilidade de agir dentro de padrões técnicos elevados, compatíveis com a tecnologia de nossos dias. O crescimento e a modernização da

economia brasileira nas últimas décadas geraram um enorme e sistemático aumento da demanda, principalmente nas grandes áreas urbanas e em regiões predominantemente industriais. Para suprir tal demanda, veio também a necessidade de se aumentar a capacidade de geração do sistema, que requer uma rede de transmissão complexa e que transporta um crescente fluxo de potência (UNICAMP, 2001).

O Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica que responde por 53,4% da oferta interna (EPE, 2021), conforme mostra o gráfico 1.

Gráfico 1- Panorama da matriz elétrica brasileira em 2021



Fonte: EPE, 2021.

A origem renovável pela matriz hidrelétrica se dá pelo fato de o país possuir um grande potencial hídrico, possibilitando a construção das usinas hidrelétricas. Embora exista um considerável custo na implantação e operação das hidrelétricas, a fonte principal de geração, a água, possui custo praticamente zero, viabilizando economicamente esse processo de geração (SOARES, 2017).

2.2 A Usina Hidrelétrica e Seus Impactos Ambientais

A usina hidrelétrica transforma a energia hidráulica de um fluxo, natural ou artificial, em eletricidade renovável. O processo ocorre em várias etapas e se baseia na transformação da energia potencial contida nas massas de água, posicionadas a altitudes mais elevadas em relação às turbinas da usina (ENEL, 2020).

A usina hidrelétrica compõe-se das seguintes partes: barragem, sistemas de captação e adução de água, casa de força e sistema de restituição de água ao leito natural do rio (Figura 1). Cada parte se constitui em um conjunto de obras e instalações projetadas harmoniosamente para operar eficientemente em conjunto (SILVA; SOARES; LA ROSA, 2012).

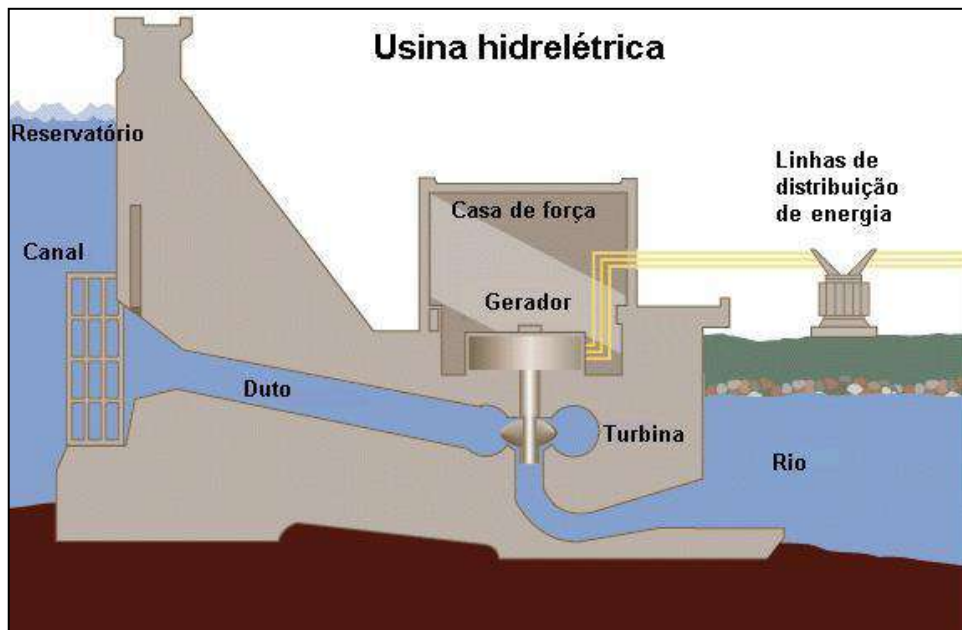
Segundo Gomes (2020), o processo de geração de energia por hidrelétricas ocorre da seguinte forma: uma represa comporta a água que, enquanto se encontrava no reservatório, possui apenas energia potencial gravitacional; a água flui através de um duto, no qual sua energia potencial é convertida em energia cinética; ela atinge uma turbina acoplada a um gerador, fazendo-a girar, girando também o gerador; a energia gerada é transmitida por meio das linhas de transmissão de energia.

Os reservatórios de água podem ser usados para gerar energia através da construção de uma barragem hidrelétrica. Uma barragem hidrelétrica tem por finalidade represar e armazenar água, a fim de garantir a sua disponibilidade ao longo do ano, principalmente nos períodos de estiagem. Além disso, é função do barramento proporcionar o desnível necessário para a rotação das turbinas.

O alagamento de uma vasta área provoca profundas alterações no ecossistema como, por exemplo, a destruição da vegetação natural, o assoreamento do leito dos rios, o desmoronamento de barreiras, a extinção de certas espécies de fauna e flora presentes na área. Isso sem falar nos impactos sociais relacionados ao deslocamento de populações ribeirinhas (SOUTO, 2018).

Von Sperling (2012) atribui aos reservatórios de hidrelétricas impactos positivos e negativos no ambiente. No primeiro grupo os mais relevantes são: produção de energia, geração de emprego, melhoria da qualidade da água na transformação de ecossistemas lóticos para lênticos (redução da turbidez, maior transparência da água, sedimentação de nutrientes e diminuição dos processos de eutrofização a jusante), ampliação da oferta de postos de trabalho durante a construção de usinas; fornecimento de energia confiável e de baixo custo para a região e substituição da geração termelétrica a diesel pela geração hidrelétrica.

Figura 1- Principais componentes de uma usina hidrelétrica



Fonte: Gomes, 2020

Os principais impactos de natureza negativa são mudanças na qualidade da água, realocação de pessoas, mudanças na estrutura da comunidade aquática, perda de patrimônio genético (flora e fauna), desestabilização de encostas e alterações climáticas, inclusive aquelas relacionadas à emissão de gases de efeito estufa (VON SPERLING, 2012).

De acordo com Soares (2017), a fim de minimizar os impactos ambientais provenientes da área alagada pelo reservatório, tendo como exemplo o número de famílias afetadas pela desapropriação de seu imóvel, durante a fase de planejamento do empreendimento, leva-se em consideração a possibilidade da implantação da hidrelétrica a fio d'água.

As unidades a fio d'água geram energia com o fluxo de água do rio, ou seja, pela vazão natural realizando o mínimo ou nenhum armazenamento de água (MEES, 2010). A vantagem deste tipo de hidrelétrica está na redução de áreas alagadas o que, por consequência, reduz o desmatamento e protege a fauna, com o intuito de preservar o meio ambiente. A desvantagem é a menor geração de energia ao longo do ano, fora da estação de chuvas, já que o armazenamento de energia limpa em forma de água é muito menor que nas grandes barragens (KARDEC, 2014).

A tomada de decisão se a hidrelétrica consistirá de reservatório de acumulação ou a fio d'água, segundo Soares (2017), pode ser efetuada através da análise custo-efetividade. São avaliados se a implantação de usinas hidrelétricas com menor capacidade de geração de energia é eficiente sob o ponto de vista econômico, incluindo nesta análise os impactos sociais e

ambientais dos empreendimentos. Além disso, deve ser considerada a estrutura de geração que foi proposta no estudo de inventário hidrelétrico da bacia hidrográfica.

2.3 O Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA)

Em virtude da instalação de reservatórios artificiais para geração de energia ou abastecimento da população, uma nova Área de Preservação Permanente é criada no entorno do reservatório. A fim de manter a integridade deste novo corpo hídrico e garantir a preservação desta nova APP e de seu entorno, é necessário que seja realizada a gestão (ECOSSIS, 2021) e o planejamento ambiental destas áreas.

O planejamento ambiental pode ser entendido como um estudo, que tem como objetivo a adequação do uso, controle e proteção ao ambiente, ao mesmo tempo em que garante ao atendimento das aspirações sociais e governamentais expressas ou não em uma política ambiental (SEFAC, 2017).

Se faz importante a elaboração de um planejamento antecedente a implantação de reservatórios artificiais, o que torna o PACUERA uma importante ferramenta de planejamento, controle ambiental e operacional destinada a conciliar os diferentes interesses relacionados ao uso das águas e solos circundantes ao reservatório.

De acordo com o Art 5º, inciso 1º e 2º da Lei Federal nº 12.651/2012, se faz obrigatório a elaboração do PACUERA para empreendimentos destinados a geração de energia durante o processo licenciatório:

§ 1º Na implantação de reservatórios d'água artificiais de que trata o caput, o empreendedor, no âmbito do licenciamento ambiental, elaborará Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, em conformidade com termo de referência expedido pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama, não podendo o uso exceder a 10% (dez por cento) do total da Área de Preservação Permanente.

§ 2º O Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial, para os empreendimentos licitados a partir da vigência desta Lei, deverá ser apresentado ao órgão ambiental concomitantemente com o Plano Básico Ambiental e aprovado até o início da operação do empreendimento, não constituindo a sua ausência impedimento para a expedição da licença de instalação. (BRASIL, 2012).

A Resolução CONAMA nº 302/2012, similarmente ao Código Florestal, define a obrigatoriedade da elaboração e apresenta uma definição sobre o que é o PACUERA e seus objetivos:

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

[...]

III - Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial: conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis;

[...]

Art. 4º O empreendedor, no âmbito do procedimento de licenciamento ambiental, deve elaborar o plano ambiental de conservação e uso do entorno de reservatório artificial em conformidade com o termo de referência expedido pelo órgão ambiental competente, para os reservatórios artificiais destinados à geração de energia e abastecimento público. (CONAMA, 2012).

O mesmo conceito está na Lei Estadual de MG nº 20.922/2013, sendo que ambas as regulamentações sobre o PACUERA dispõem que o empreendedor, no âmbito do procedimento de licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia hidrelétrica, deve elaborar o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial em conformidade com o termo de referência expedido pelo órgão ambiental competente. Ademais, não foi encontrada uma legislação específica no estado de Goiás que defina o Plano Ambiental de Uso e Ocupação do Entorno de Reservatório Artificial.

O objetivo do PACUERA consiste no planejamento voltado para o uso e conservação dos reservatórios artificiais e de seus entornos, considerando que tais elementos já estão estabelecidos na paisagem e na dinâmica antrópica. O PACUERA busca conciliar o uso antrópico da Área de Entorno com as normas operativas do reservatório, bem como com a conservação e manutenção de áreas de preservação permanente e melhoria dos ecossistemas locais (BRANDT, 2018).

Segundo BRANDT (2014), para usos ligados às atividades econômicas agropastoris e de aproveitamento turístico e de lazer, tais como parques, clubes, marinas e balneários, é previsto na legislação, até 10% da área do entorno do reservatório. As áreas previstas somente poderão ser ocupadas respeitando a legislação municipal, estadual e federal, e desde que a ocupação esteja devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente (IMASUL, 2018).

Para cumprimento dos objetivos é de extrema importância que a elaboração, implantação e gestão de um PACUERA atenda os seguintes requisitos (FUNIL, 2016): i. atendimento às diretrizes da legislação pertinente; ii. proteção da água do reservatório

como recurso de uso múltiplo, bem como a proteção das áreas identificadas como relevantes sob o ponto de vista dos patrimônios ambiental e cultural; iii. busca do uso sustentável dos recursos ambientais disponíveis, tanto nas atividades existentes, como naquelas relacionadas às possibilidades surgidas com a criação do Reservatório; iv. fornecimento de diretrizes para o uso e ocupação do solo da área de entorno, compatibilizando-as com os usos potenciais do reservatório e maximizando as possibilidades do uso antrópico que envolvam atividades geradoras de desenvolvimento, sob a perspectiva da sustentabilidade; v. esclarecimento sobre a dependência do cumprimento das diretrizes do PACUERA ao comprometimento dos diversos agentes sociais envolvidos, com destaque para os gestores municipais, responsáveis pela sua implementação; vi. apresentação da legislação pertinente aos temas abordados e fornecimento de uma base de informações ambientais, além de diretrizes para os processos pedagógicos atinentes a tais temas; divulgação do Plano a comunidade; vii. a sustentabilidade ambiental; viii. o ordenamento territorial; ix. a integração institucional; x. a participação e a representatividade.

Uma das principais dificuldades enfrentadas na elaboração de um PACUERA é a definição de sua Área de Entorno e sua metodologia de zoneamento. Áreas de Entorno as quais abrangem porções do terreno em propriedades de terceiros possuem alto potencial de geração de conflitos uma vez que a concessionária não pode estabelecer diretrizes para áreas privadas que não são de seu domínio (RAPOSO, 2020).

Segundo Raposo (2020), durante o processo de execução desse plano, os empreendimentos enfrentam o aumento de custos e dificuldades de implementação. Destaca-se como uma das grandes dificuldades a questão da incompatibilidade do zoneamento dos PACUERAS com os Planos Diretores Municipais e/ou outras normativas de uso e ocupação do solo. Do mesmo modo, é apontado que essas áreas fora das faixas de APP sofrem grandes dependências das políticas públicas e de zoneamento dos municípios para a sua efetividade.

A proposta de planejamento do PACUERA, como dito anteriormente, é uma obrigação do empreendedor, porém a gestão dessas porções territoriais é obrigação do município, portanto, as diretrizes e propostas de ordenamento territorial presentes no PACUERA deverão ser transformadas em lei complementar ao Plano Diretor Municipal, tornando possível além da gestão a fiscalização dos novos usos (SEFAC, 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

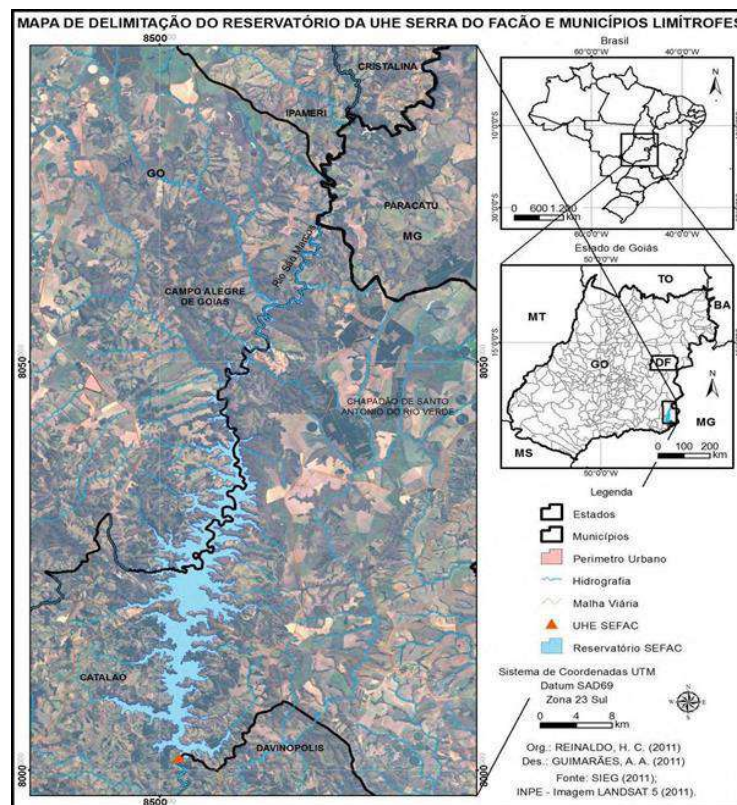
3.1 A UHE Serra do Facão e a Área de Abrangência do Estudo

A Usina Hidrelétrica Serra do Facão está localizada no rio São Marcos, na divisa dos municípios de Davinópolis e Catalão, no estado de Goiás, em torno das coordenadas 18° 04' S e 47° 40' W. O lago inunda uma área de 214 Km², atingindo seis municípios: Catalão,

Davinópolis, Cristalina, Campo Alegre de Goiás e Ipameri, no estado de Goiás, e Paracatu no estado de Minas Gerais (REINALDO, 2012) (Figura 2).

Segundo Furnas (2023), o reservatório possui extensão de 60 Km em linha reta e opera nas seguintes cotas: N.A ¹máximo maximorum - 756,98 m; N.A máximo operacional normal - 756 m; e N.A mínimo operacional: 732,5 m.

Figura 2- Reservatório da UHE Serra do Facão e municípios limítrofes



Fonte: REINALDO, 2012

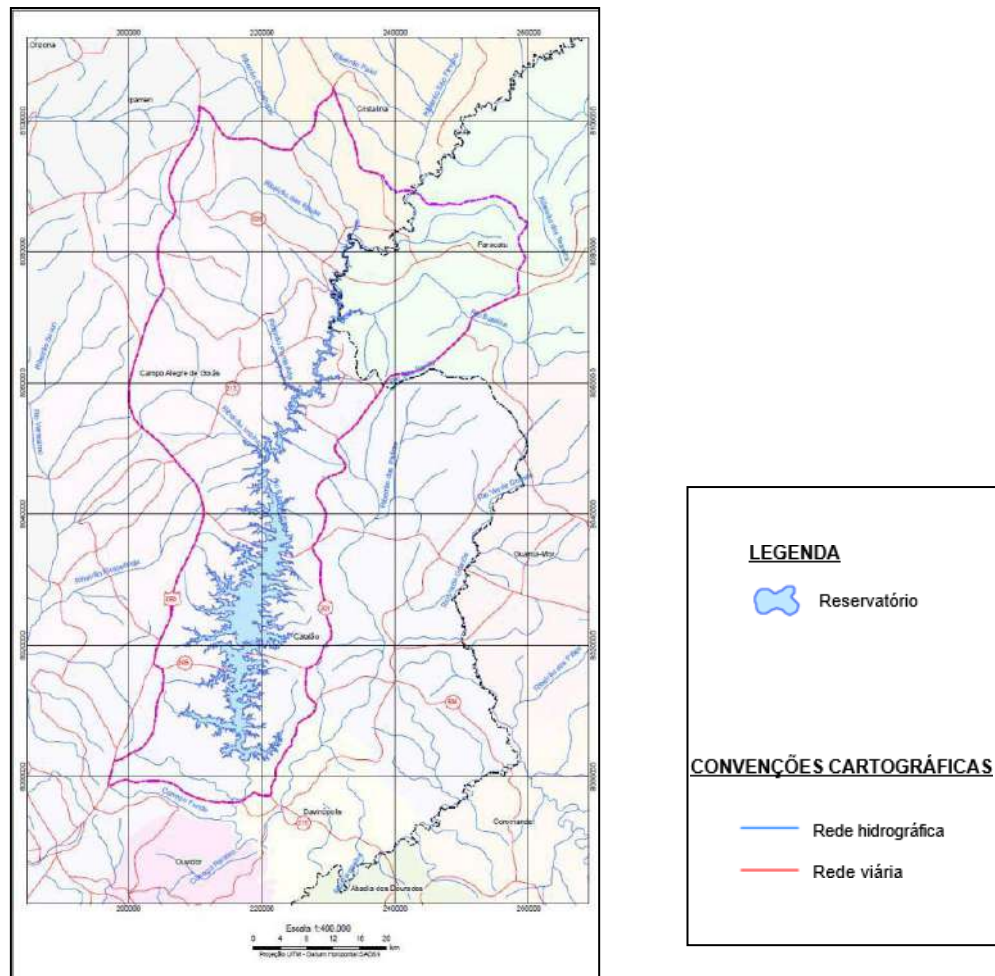
A usina tem potência instalada de 212,58 MW (2 turbinas com potência de 106,29 MW cada) e energia assegurada de 178,80 MW médios. (SEFAC, 2022). Sua licença de operação foi expedida em 18 de novembro de 2009, tendo a sua última renovação em 2017, e em 13 de julho de 2010 iniciou-se a operação comercial.

Em 14 de setembro de 2017, o empreendimento obteve a aprovação final do PACUERA, conforme Ofício nº 60/2017/NLS-MG/DITEC-MG/SUPES-MG-IBAMA.

A área de abrangência deste Pacuera engloba uma faixa territorial dos municípios abrangidos pelo reservatório (Figura 3).

¹ N.A – Nível da água

Figura 3 - Mapa da área de abrangência do PACUERA



Fonte: SEFAC, 2017

Segundo SEFAC (2017a), utilizou-se como critério para a delimitação dessa área, sempre que possível, marcos geográficos físicos (estradas e cursos d'água), a fim de facilitar a aplicação do Plano. Posto isso, observa-se na figura 3, a BR 050, a rodovia GO 301 e trechos da bacia hidrográfica do Rio São Marcos como pontos delimitantes.

3.2 Metodologia

O método de pesquisa utilizado foi a exploratória, apoiando-se em técnicas de coleta de dados qualitativos, aplicado a estudo de caso. De acordo com Gil (2010), este tipo de pesquisa

tem por objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Esta pesquisa trata-se de estudo de caso do PACUERA da UHE Serra do Facão Energia S.A. O PACUERA foi elaborado pela empresa Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental, disponibilizado no *site* da Serra do Facão Energia S.A, detentora da concessão da UHE Serra do Facão. A pesquisa consistiu em duas etapas:

- a. 1ª etapa: caracterização e contextualização do PACUERA e análise das principais fundamentações técnico-científicas utilizadas na sua elaboração.

Esta etapa contemplou os seguintes pontos:

- a UHE Serra do Facão;
- áreas de abrangência do PACUERA e da UHE Serra do Facão;
- diagnóstico ambiental;
- metodologia para a definição da Área de Preservação Permanente;
- zoneamento Ambiental;
- código de Usos.

- b. 2ª etapa: foram empregues informações obtidas por meio da pesquisa bibliográfica (teses e dissertações, artigos científicos, livros, publicações periódicas em jornais e revistas, anais científicos, e conteúdos publicados em meio eletrônico) e pesquisa documental (leis, decretos e regulamentos) com o objetivo de analisar o PACUERA da UHE Serra do Facão nos seguintes aspectos:

- avaliação da área de abrangência e o ordenamento territorial;
- a proteção ambiental no entorno do reservatório.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diagnóstico Ambiental

De acordo com SEFAC (2017a), com base na área de abrangência delimitada, para o diagnóstico ambiental do PACUERA foram realizados trabalhos de campo, revisão da legislação, avaliação e considerações do Estudo de Impacto Ambiental, dos Projetos Básicos Ambientais, características da região como: clima, geologia, recursos minerais, sismologia, geomorfologia, pedologia, recursos hídricos, flora, fauna, histórico da ocupação da região, perfil demográfico, economia, infraestrutura, e uso e ocupação do solo, além da Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do rio Paranaíba, além de entrevistas e reuniões com moradores

e poder público local.

Como resultado destas ações foram elaborados a proposta de APP flexível, o zoneamento ambiental e o código de usos, considerando a ocupação atual (ano de 2008), a fragilidade ambiental e a expectativa das comunidades e dos municípios envolvidos, objetivando a preservação da qualidade da água do reservatório, a biodiversidade regional, a paisagem e a comunidade local (SEFAC, 2017).

4.2 A Definição da Área de Preservação Permanente

A Lei nº 12.651/2012 foi a primeira lei federal brasileira a definir as regras para as faixas de APP no entorno de reservatórios d'água artificiais (RESCHKE, 2021). Anteriormente, as faixas de APP para reservatórios eram estabelecidas pela Resolução CONAMA 302/2002, que definia uma faixa de 100 m em área rural e 30 m em área urbana.

Segundo RESCHKE (2021), o “Novo Código Florestal”, como é conhecida a Lei nº 12.651/2012, reconheceu a impossibilidade de traçar uma metragem de APP que seja aplicável igualmente a todos os reservatórios. Desse modo, a lei criou três categorias de reservatórios, com regras específicas para cada um, tendo os reservatórios registrados a partir de 24/08/2001, a faixa da APP estabelecida na licença ambiental do empreendimento (Quadro 1).

Quadro 1 - Estabelecimento da faixa da APP de reservatórios d'água artificiais de acordo com a Lei nº 12.651/2012

Reservatório artificial decorrente de barramentos (Regra geral)	Reservatório artificial decorrente de barramento registrado antes de 24/08/2001	Reservatório artificial não decorrente de barramento
A faixa de APP será definida na licença 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. (art. 4º, III; art. 5º).	A faixa de APP será a distância entre a cota operacional normal e a cota maximum maximum (art. 62)	Não será exigida Área de Preservação Permanente no entorno de reservatórios artificiais de água que não decorram de barramento ou represamento de cursos d'água naturais (grifo meu)

Fonte: Brasil, 2012; Reschke, 2021

No caso da UHE Serra do Facão, como as licenças ambientais foram expedidas antes da promulgação do “Novo Código Florestal”, utilizou-se como critério a resolução CONAMA para proposição e definição da faixa da APP. Sendo assim, sugeriu-se no PACUERA a adoção da APP flexível, que segundo SEFAC (2017), reduz os impactos de desapropriação dos pequenos e médios proprietários, bem como aumenta a conservação das áreas de relevante interesse ecológico no entorno do reservatório.

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de:

I - Trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais; [...]

§ 1º Os limites da Área de Preservação Permanente, previstos no inciso I, poderão ser ampliados ou reduzidos, observando-se o patamar mínimo de trinta metros, conforme estabelecido no licenciamento ambiental e no plano de recursos hídricos da bacia onde o reservatório se insere, se houver. (BRASIL, 2002).

A partir do referencial legal e do histórico de negociação com a sociedade civil local, adotou-se a metodologia e os critérios para delimitação da APP flexível da UHE Serra do Facão conforme apresentado no quadro 2.

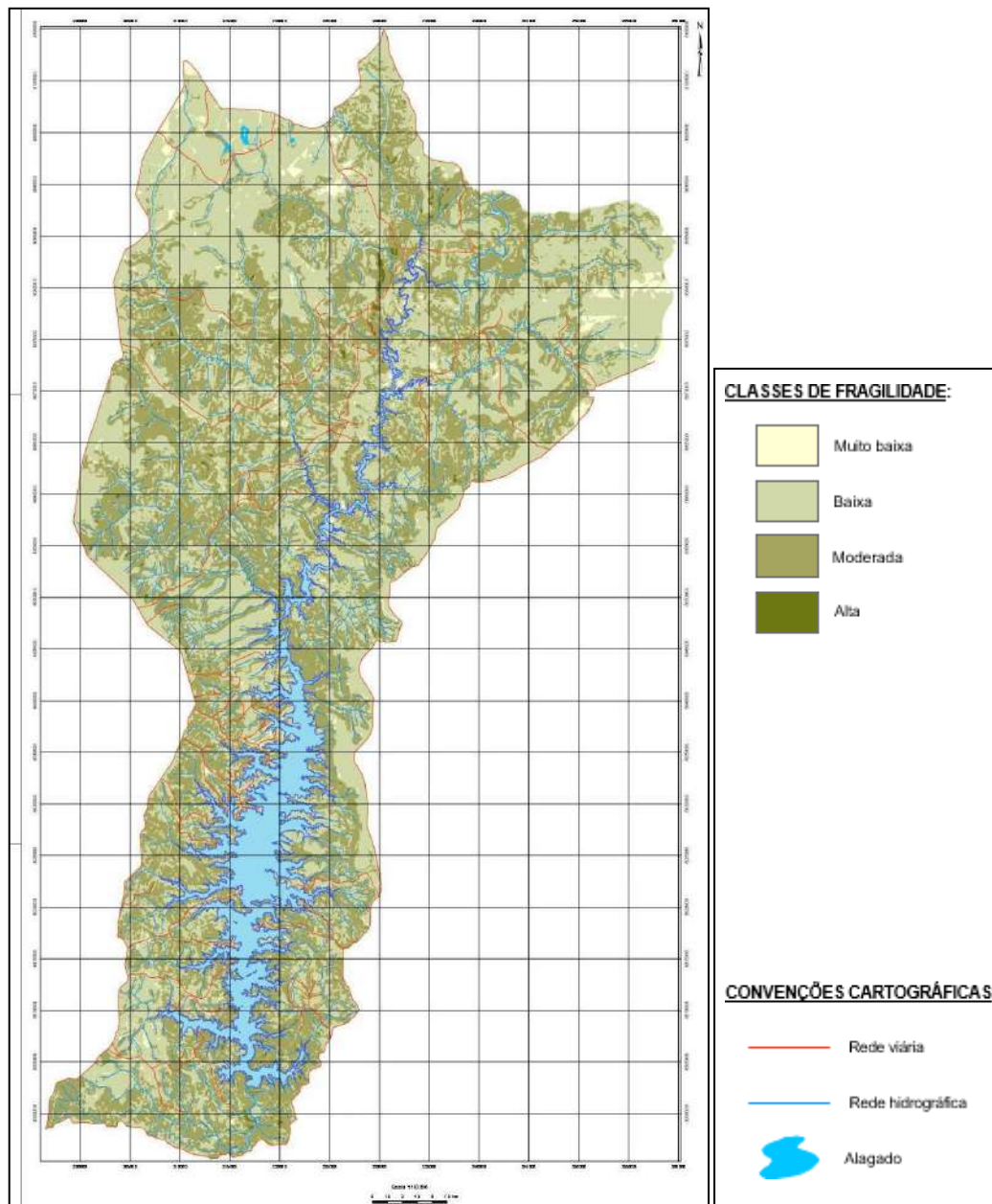
Para a definição da largura da APP, empregou-se como diretriz a metodologia desenvolvida por ROSS (1944) com a finalidade de se obter o indicador de fragilidade ambiental. Para se identificar o nível de fragilidade dos terrenos utilizou-se mapeamento temático que foram integrados e submetidos a um processamento automatizado para a elaboração do mapa de fragilidade ambiental (Figura 04) (SEFAC, 2017).

Quadro 2- Critérios para estabelecimento da largura da APP

Tamanho dos remanescentes das propriedades	Características	Largura da APP
< 40 ha	Independentemente do uso e da ocupação atual	30 m
> 40 ha	Em áreas com exploração agropecuária	30 m, exceto em áreas com fragmentos vegetais significativos e nas áreas com alta fragilidade ambiental
	Com benfeitorias implantadas em cotas na faixa dos 30 m ou próximas a ela	30 m
	Terrenos com alta fragilidade, estender a APP, sempre que possível, até estes terrenos incorporando-os como áreas de preservação	Do tamanho das áreas com fragilidade, ainda que seja ultrapassada a largura de 100 m
	Áreas ocupadas por campo cerrado, com declividade superior a 30%	100 m
Entre 40 e 250 ha	Possibilidade de interferência na atividade produtiva, caso a APP seja superior a 30 m	30 m
> 250 ha	Impacto nulo ou pouco significativo sobre as atividades produtivas	Podendo ser superior a 100 m dependendo dos atributos ambientais
Qualquer tamanho	Áreas com potencial para implantação de pólos turísticos, limitadas a 10 % da área total da APP	30 m
Projeto de Assentamento do INCRA	Manter a viabilidade do Projeto de Assentamento	30 m
Áreas Isoladas	Não destinadas à implantação de estruturas relevantes ao empreendimento	Do tamanho das áreas com fragilidade, ainda que seja ultrapassada a largura de 100 m

Fonte: SEFAC, 2017; adaptado pelo Autor, 2023

Figura 4- Mapa de fragilidade ambiental



Fonte: SEFAC, 2017

No processo de elaboração da fragilidade ambiental no entorno do reservatório, utilizaram-se informações sobre: pedologia, geomorfologia, declividade e uso do solo (SEFAC, 2017). Foram atribuídos pesos para essas variáveis de acordo com seu grau de instabilidade emergente. Posteriormente, realizou-se a análise estatística dos dados resultando nas classes de fragilidade (muito baixa, baixa, moderada e alta).

Nas propriedades localizadas nos terrenos com alta fragilidade, adotou-se sempre que possível uma faixa de APP capaz de incorporar as áreas vulneráveis, ainda que ultrapassado a largura de 100m de distância em relação ao N.A máximo operacional normal (756 m). Por outro

lado, nos imóveis classificados como de fragilidade baixa ou média, houve a possibilidade da faixa de APP ser menor, porém nunca inferior a 30m.

4.3 Zoneamento Ambiental

O zoneamento ambiental tem a finalidade principal de promover condições para conservação da qualidade da água, da beleza cênica e paisagística, da ocupação territorial ordenada e da estabilidade geológica das encostas, sendo caracterizado como um instrumento de auxílio no planejamento e no ordenamento territorial, pois estudos desta natureza possibilitam a caracterização de áreas quanto às suas aptidões e restrições às atividades já em desenvolvimento e/ou prováveis de serem implantadas, além de indicar porções do terreno que possam ser preservadas (ABA, 2018).

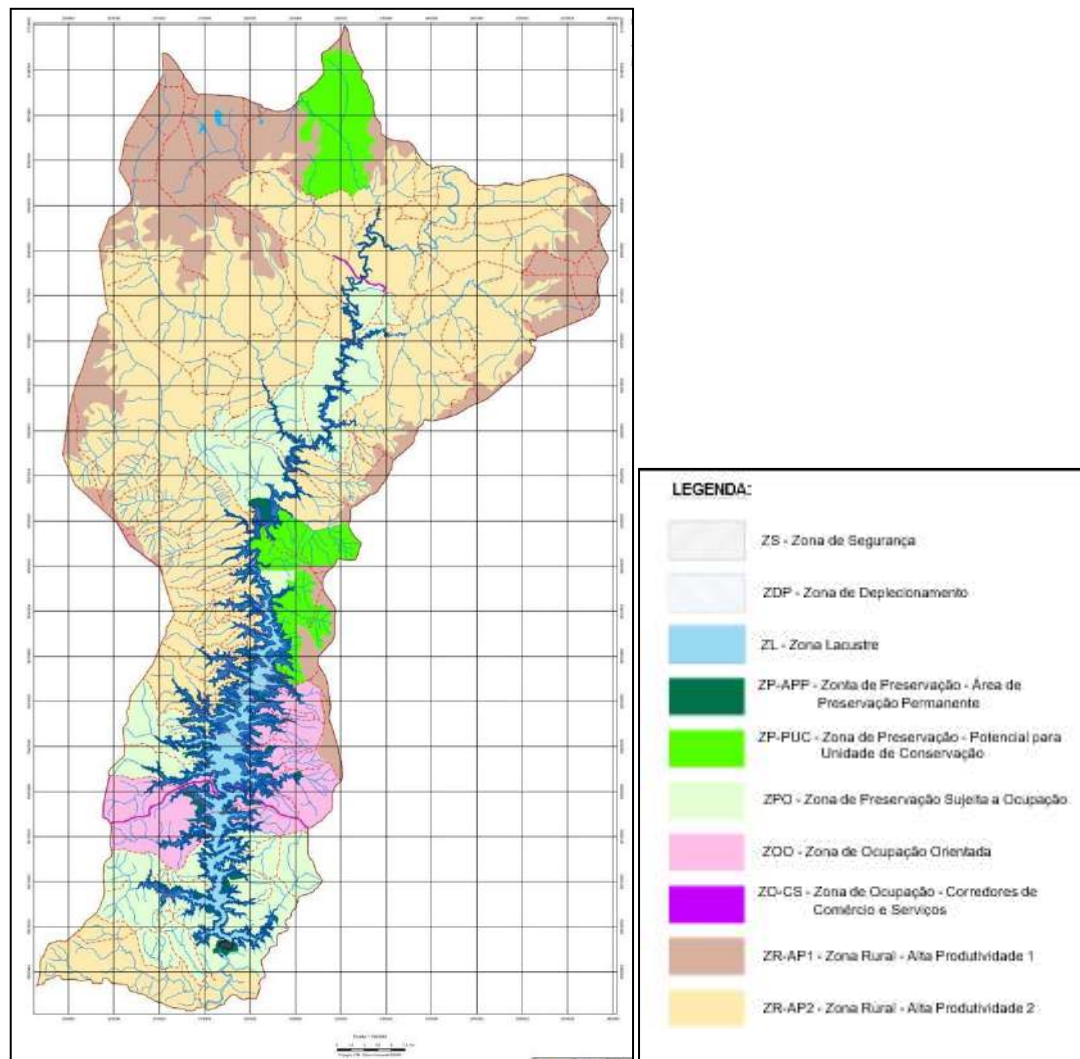
A proposta para o planejamento ambiental da área de abrangência do PACUERA da UHE Serra do Facão categorizou as áreas em macrozonas e posteriormente em zonas menores (Figura 05). Cabe ressaltar, que por se tratar de áreas localizadas em porções territoriais de seis municípios e principalmente em áreas rurais, a proposta de ordenamento territorial é distinta da utilizada para áreas localizadas em zona urbana, pois a própria ocupação e formação de áreas rurais é distinta, isto é, caracterizam-se por uma ocupação mais rarefeita, com distâncias maiores entre as localidades (SEFAC, 2017a).

Segundo SEFAC (2017) e SEFAC (2017a), o zoneamento do reservatório foi estabelecido considerando fatores sociais, ambientais, legais, econômicos, patrimoniais, de segurança e operacionais, viabilizando o uso antrópico sem prejuízos ao meio ambiente. De acordo com SEFAC (2017), a opção foi definir onze zonas, sendo quatro referentes ao reservatório, cinco relacionadas com a APP e duas como zonas de produção agrícola e pecuária:

- a. Zona Lacustre de Segurança (ZLS): corresponde aos locais onde os usos e acessos são controlados, a fim de garantir segurança ao sistema de geração da Usina, às pessoas que trabalham e utilizam a lâmina d'água e a à fauna e à flora locais. Uma área com 1000 m a montante e a jusante da barragem deteve a proibição do acesso ao público;
- b. Zona de Uso Controlado (ZUC): corresponde à área da lâmina d'água na qual será controlada a exploração econômica, seja para pesca econômica ou turismo. Trata-se da área onde o reservatório possui menor largura e a faixa de deplecionamento é maior;

- c. Zona Lacustre de Deplecionamento (ZLD): corresponde à área de deplecionamento do reservatório, entre o N.A (Nível d' Água) máximo e mínimo, decorrente da operação da Usina. Essa variação pode alcançar até 23 metros de altura. Como consequência da variação entre a lâmina d'água e a faixa de APP, haverá uma área onde será proibido qualquer tipo de ocupação;
- d. Zona Lacustre de Lazer (ZLL): corresponde às áreas do entorno e dentro da lâmina d'água que poderão ser utilizadas para atividades de lazer, como praias, pesca esportiva e esportes náuticos. Representa a totalidade da lâmina d'água, à exceção dos trechos inseridos na ZLS, ZUC e ZLD;
- e. Zona de Preservação - Área de Preservação Permanente (ZP-APP): compreende a Área de Preservação Permanente da UHE Serra do Facão, constituída como APP Flexível, e largura média de 67,50 metros (11.916 hectares);
- f. Zona de Ocupação Orientada (ZOO): corresponde às áreas que apresentam menores fragilidades ambientais em relação ao reservatório. As diretrizes estabelecidas para esta zona são a permanência das atividades atuais e o desenvolvimento da atividade turística, em chácaras e condomínio;
- g. Zona de Ocupação - Corredores de Serviços (ZO-CS): caracteriza-se como áreas onde é possível o desenvolvimento de atividades de comércio e serviços;
- h. Zona de Preservação - Potencial para Unidade de Conservação (ZP-PUC): são porções territoriais em que as variáveis ambientais condicionam a ocupação local a áreas de uso restrito e controlado;
- i. Zona de Preservação Sujeita a Ocupação (ZPO): são áreas que podem sofrer pressão para ocupação por estar próxima ao reservatório. Entretanto, são regiões com pequenos fragmentos vegetais que devem ser preservados. São áreas cuja ocupação deve ser controlada para preservar a qualidade ambiental;
- j. Zona Rural - Alta Produtividade 1 (ZR-AP1): corresponde a áreas onde são desenvolvidas atividades agrícolas e pecuárias em pequenas e médias propriedades;
- k. Zona Rural - Alta Produtividade 2 (ZR-AP2): corresponde a áreas onde são desenvolvidas atividades agrícolas e pecuárias em médias e grandes propriedades.

Figura 5 - Mapa de zoneamento socioambiental



Fonte: SEFAC, 2017

4.4 Código de Usos

A proposta para o ordenamento territorial da área do entorno da UHE Serra do Facão é a consolidação do resultado do diagnóstico ambiental da área, apoiado nos trabalhos de campo realizados na região, da análise do tipo de ocupação, da distribuição antrópica pela área de estudo (comunidades rurais), da identificação das áreas de fragilidade ambiental, das áreas propícias para o desenvolvimento de agricultura e áreas com fragmentos vegetais remanescentes (SEFAC, 2017a).

Através desses estudos foram estabelecidas as diretrizes dos usos permitidos para cada zona, tais como os usos permitidos que se enquadram aos usos de direito por concessão e aqueles relacionados com as funções e diretrizes do zoneamento ambiental. Considerou-se usos

permitidos sendo aqueles que, conforme as diretrizes da zona ambiental estão sujeitos a regulamentações específicas e ao obediência das medidas de controle. Por outro lado, usos proibidos são categorias de uso incompatíveis com as funções e diretrizes da zona considerada (SEFAC, 2017).

Segundo SEFAC (2018), o código de usos previsto contempla os indicativos de usos e disciplinamento para as áreas de propriedade do empreendimento, como regras a serem observadas no Plano de Gestão Sociopatrimonial do empreendimento, e adicionalmente, propostas e sugestões para os municípios, regras essas que somente se tornarão procedimentos de gestão territorial para esses municípios mediante a incorporação nas Leis municipais estabelecidas através do Plano Diretor Municipal.

4.5 Avaliação da área de abrangência e o ordenamento territorial

De acordo com Raposo (2020), a área de abrangência do PACUERA não deve ser necessariamente limitada pelas faixas de APP, devendo a extensão ser variável em função dos objetivos esperados em cada Plano. A área de abrangência do PACUERA da UHE Serra do Facão ultrapassa os limites da Área de Preservação Permanente, havendo no território de Campo Alegre de Goiás e Paracatu zonas a mais de 3 km de distância do reservatório.

A definição da área de influência do PACUERA não foi considerando estudos e critérios técnicos, mas sim marcos geográficos físicos (como estradas, rodovias e cursos de água), a fim de, segundo SEFAC (2017a), facilitar a aplicação do Plano. Sendo assim, há a possibilidade do Plano não ter englobado áreas que direta ou indiretamente tiveram interferência com a implantação do empreendimento.

Sobre as possibilidades de integração entre água e território, a implementação de espaços protegidos no ordenamento territorial é uma estratégia para proteção, conservação e recuperação de áreas com expressividade ecológica e/ou fragilidade socioambiental com impacto nos recursos hídricos (SCHULT, 2013).

O ordenamento territorial estabelecido no PACUERA, por meio do zoneamento ambiental, pode trazer benefícios significativos para a comunidade local e para o meio ambiente. Um dos principais resultados positivos é o controle da qualidade da água no reservatório. Isso é alcançado através da regulamentação de atividades humanas, como a agricultura, a pecuária e a mineração, e através da proteção de áreas de preservação ambiental. O ordenamento territorial pode ajudar a garantir que a água do reservatório seja usada de maneira equilibrada e justa entre diferentes usuários, como agricultores, indústrias, comunidades locais e a usina hidrelétrica.

Outro benefício é a preservação da biodiversidade, principalmente nas áreas da ZP-APP e ZP-PUC, com a conservação de habitats naturais e a proteção de espécies ameaçadas. Os critérios estabelecidos no zoneamento podem contribuir para o desenvolvimento econômico e social da região. Isso é alcançado através da promoção de atividades econômicas sustentáveis, como a agricultura de baixo impacto e o turismo, e através da melhoria da qualidade de vida das comunidades locais.

Para o alcance das propostas estabelecidas no zoneamento ambiental é fundamental contar com a participação do poder público municipal através da elaboração de políticas públicas, como o plano diretor participativo e a fiscalização da ocupação do território. Os municípios abrangidos pelo reservatório da UHE Serra do Facão que possuem o plano diretor são Catalão (GO), Cristalina (GO) e Paracatu (MG), sendo que somente o de Cristalina estabelece critérios para a ocupação na região deste estudo.

A Lei Complementar Municipal nº 23/2011, referente ao sancionamento do Plano Diretor Participativo de Cristalina, define critérios para o uso turístico do reservatório e para a aprovação do PACUERA perante a esfera municipal. Nesta lei, para a aprovação do PACUERA está descrito a obrigatoriedade de consulta pública - sob pena de nulidade do ato administrativo -, a avaliação pelos órgãos ambientais federal ou estadual (de acordo com a jurisdição do processo) e municipal, e pelo comitê de bacia hidrográfica onde estiver localizado o reservatório.

A lei complementar assegura a implantação de polos turísticos e lazer no entorno do reservatório artificial, não podendo exceder a 10% da área do seu entorno, análogo ao que é definido na Resolução CONAMA nº 302/2002 e na Lei Federal nº 12.651/2012. Sendo assim, criou-se a Zona Especial de Interesse Turístico (ZEIT) consistindo em trechos contínuos do território, inclusive suas águas territoriais, a serem preservados e valorizados no sentido cultural e natural, e destinados à realização de planos e projetos de desenvolvimento turístico.

4.6 A proteção ambiental no entorno do reservatório

A utilização do indicador de fragilidade ambiental para nortear a faixa de APP no entorno do reservatório, tendo em vista a possibilidade da implantação da APP flexível de acordo com a CONAMA nº 302/2002, garantiu a preservação das áreas mais suscetíveis, a conservação das áreas de relevante interesse ecológico e reduziu os impactos de desapropriação dos pequenos e médios imóveis rurais.

Atualmente o reservatório conta com 11.916 ha de Área de Preservação Permanente, com largura média de 67,50 m. O zoneamento ambiental das Áreas de Preservação Permanente demonstrou que a maior parte das áreas de APP é ocupada por vegetação nativa em bom estado de conservação, com cerca de 61% do total das áreas (SEFAC, 2022a).

Os reservatórios do tipo acumulação estão sujeitos a variações sazonais e climáticas, o que pode afetar a quantidade de água disponível em um determinado momento. Em decorrência do deplecionamento do reservatório (Figura 06), podendo alcançar a diferença entre cotas de 23 m em algumas áreas, foi elaborado pelo empreendimento mecanismos de proteção ambiental, como o cercamento e identificação da Zona Lacustre de Deplecionamento (ZLD), de modo a impedir sua ocupação nos períodos de redução do nível máximo normal de operação, garantindo a preservação desses locais.

Figura 6 - Demonstração do deplecionamento do reservatório da UHE Serra do Facão em uma mesma área



Imagem de 07/2013

Imagem de 01/2019

Fonte: Google Earth, 2023

A partir da avaliação das imagens disponibilizadas pelo Google Earth, referentes ao ano de 2022, foi possível observar que os objetivos da ZLD vêm sendo cumpridos, não sendo identificado nenhuma ocupação nessa área. Com exceção dos locais destinados para atividades turísticas e em alguns acessos.

Outro ponto positivo é que a faixa da APP é de propriedade do empreendimento, favorecendo a sua gestão e na implantação da recomposição florestal. Ao mesmo tempo foi garantido aos usuários a possibilidade de utilizarem o reservatório para captação de água, sedentação animal e recreação, concedendo acessos ao lago.

Para disciplinar a abertura de acessos na área de APP foi elaborado no PACUERA critérios para a definição da localização e da quantidade de acessos permitidos, como forma de garantir a qualidade ambiental. O critério é proporcional ao perímetro do limite entre a propriedade e o reservatório e, conforme aumenta o perímetro também aumenta o distanciamento entre os acessos, evitando-se a restrição de acessos para os pequenos proprietários e, ao mesmo tempo, a construção excessiva dessas passagens (Quadro 3).

Quadro 3 - Critérios para estabelecimento da quantidade de acessos ao reservatório

Extensão dos limites das propriedades com a APP	Distância entre os acessos	Número máximo de acessos por propriedades
0 - 1.000 m	1 acessos à cada 400 m	2
1.000 - 2.500 m	1 acesso à cada 400 m	4
2.500 - 5.000 m	1 acesso à cada 800 m	6
5.000 - 9.000 m	1 acesso à cada 1.100 m	8
> de 9.000 m	1 acesso à cada 3.000 m	10

Fonte: SEFAC, 2017

Para as regiões onde as propriedades possuem perímetro do limite da propriedade inferior a 400 m, os acessos foram consorciados entre duas propriedades. Foi definida a largura dos corredores entre 3 a 5 m, a depender de sua utilização. Durante a elaboração do PACUERA, foram definidos 67 corredores ao longo do reservatório (SEFAC, 2017).

No Plano é informado que a fiscalização e monitoramento da APP pelo empreendimento é realizado no Programa de Gestão Patrimonial, que define e implementa procedimentos e ações preventivas e corretivas visando proteger, monitorar, administrar e preservar as Áreas de Preservação Permanente, incluindo a faixa de deplecionamento do reservatório.

Segundo os Relatórios de Informações Socioambientais e Econômico - Financeiras referente aos anos de 2018 a 2021, a UHE Serra do Facão realiza periodicamente este monitoramento. A SEFAC vem implantando os mecanismos de gestão, vigilância e atuação de forma a garantir que a área de APP seja respeitada pelos proprietários das áreas adjacentes à faixa de proteção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se afirmar que o Plano da UHE Serra do Facão aborda os critérios necessários para o alcance da preservação ambiental. O plano vem sendo regularmente executado e está gerando resultados, como a preservação e a recomposição florestal de 11.916 ha de APP.

Outro aspecto relevante é que a SEFAC é proprietária da APP, suprimindo a necessidade de futuras negociações com o intuito de obter a desapropriação ou instituição de servidão administrativa. A aquisição dessa área possibilita maior autonomia na definição das ações de proteção ambiental, como o plantio e recuperação. Por outro lado, o controle do uso e ocupação é de íntegra responsabilidade do empreendimento.

Diferente de outros Planos, o PACUERA abordado neste estudo foi elaborado com auxílio de metodologia para aplicações ambientais (ROSS, 1944), permitindo avaliar as potencialidades do meio ambiente de uma forma abrangente, conciliando as suas características naturais com as suas limitações.

Fazem-se necessárias alterações quanto a área de abrangência do Plano, visto que a mesma não foi definida considerando critérios técnicos e regionais. Segundo Raposo (2020), essa situação é recorrente em outros empreendimentos devido à ausência de regulamentos normativos mais aprofundados do PACUERA.

É imprescindível que a SEFAC continue atuando no monitoramento e fiscalização da ocupação no entorno do reservatório, principalmente na área ambientalmente protegida por lei e em sua zona de depleção. Se faz necessário a participação mais ativa do poder público municipal na aplicação do Plano, visto que somente um dos seis municípios abrangidos pelo lago possui políticas públicas sincronizadas com o PACUERA.

REFERÊNCIAS

ABA. **Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial: PCH Verde 4**. Porto Alegre: Savana Geração de Energia, 2018.

BAÚ, M. T. *et al.* **A produção da energia elétrica e a importância das usinas hidrelétricas**. Palmas: Contecc, 2019. 5 p.

BRANDT. **PACUERA - Plano ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório artificial: PCH Pai Joaquim**. [CEMIG geração e transmissão S. A.], p. 98, 2015.

BRANDT. **PACUERA - Plano ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório artificial: UHE Emborcação**. [CEMIG geração e transmissão S.A.], p. 651, 2018.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, v. 01, n. 102, 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 302, de 13 de maio de 2002. **Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, v. 01, n. 90, 2002.

BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. 2013. ABRH, Bento Gonçalves, 2013, p. 1-8.

CARVALHO, G. E. F. B. **Estudos e análises de sistemas de despacho econômico em usinas termelétricas**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharias, Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2016.

CHAVES, A. C.; GIUSTI, F.; STRAUCH, J. C. M. O Estado, a regulação e a questão ambiental no setor elétrico brasileiro: uma análise sobre os megaprojetos de Lajeado e Estreito. **Direito Público**, v. 18, n. 97, p. 331-358, 2021.

CMT. **Diagnóstico Ambiental: Reservatório Negros**. Brasília: Ramal do Agreste, 2019.

ENEL. **Usina hidrelétrica**. 2020. Disponível em: <https://www.enelgreenpower.com/pt/learning-hub/energias-renoveveis/energia-hidraulica/usina-hidreletrica>. Acesso em: 12 set. 2022.

EPE. **Balanco energético nacional**. 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-638/BEN2022.pdf>. Acesso em: 09 set. 2022.

EPE. **Hidrelétricas**. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/areas-de-atuacao/energia-eletrica/expansao-da-geracao/fontes>. Acesso em: 10 set. 2022.

FRANCATO, A. L. **Contribuição ao estudo das propriedades ótimas da operação de sistemas hidroelétricos**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

FUNIL. **Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial:** UHE Funil. Belo Horizonte: SETE Soluções e Tecnologia Ambiental, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. Ed. São Paulo: Atlas S.A., 2010.

GOMES, A. **Energia hidrelétrica: vantagens e desvantagens.** 2020. Disponível em: <https://descomplica.com.br/artigo/energia-hidreletrica-vantagens-e-desvantagens/TTr/>. Acesso em: 29 set. 2022.

KARDEC, A. **Hidrelétricas a “fio d’água” e a questão ambiental.** 2014. Disponível em: <https://bloglogistica.com.br/mercado/hidreletricas-fio-dagua-e-questao-ambiental>. Acesso em: 13 out. 2022.

MEES, A. **Reservatórios.** 2010. Disponível em: https://capacitacao2.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2205/1/Unidade_1.pdf. Acesso em: 13 out. 2022.

MINAS GERAIS. Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas florestais e de proteção à biodiversidade no Estado. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2013.

Pacuera – Plano ambiental de conservação e uso do entorno de reservatório artificial. **IMASUL.** 2020. Disponível em <https://www.imasul.ms.gov.br/pacuera-plano-ambiental-de-conservacao-e-uso-do-entorno-de-reservatorios/>. Acesso em: 14 fev. 2023.
Plano ambiental de conservação e uso do entorno de reservatórios – Pacuera. **ECOSSIS Soluções ambientais.** Disponível em: <https://ecossis.com/consultoria-ambiental/pacuera/>. Acesso em: 14 fev. 2023.

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. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

REINALDO, H. C. **Hidrelétrica Serra do Facão no Rio São Marcos: tramas e dramas sobre Davinópolis (GO).** 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2012.

RESCHKE, P. H. **Ainda e sempre as APPs em reservatórios artificiais: o que é velho não quer morrer.** Saes advogados, 2020. Disponível em: <https://www.saesadvogados.com.br/2020/06/08/ainda-e-sempre-as-apps-em-reservatorios-artificiais-o-que-e-velho-nao-quer-morrer/>. Acesso em: 14 fev. 2023.

ROSS, J. L. S. **Análise da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados.** Revista do Departamento de Geografia - USP, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327/51063>. Acesso em: 14 fev. 2023.

SCHULT, S. I. M. *et al.* **Planejamento territorial e recursos hídricos: as áreas protegidas no entorno de corpos de água na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC).** In: XX SIMPÓSIO

SEFAC. **Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório:** UHE Serra do Facão. Belo Horizonte: Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental, 2017.

SERRA DO FACÃO S. A. **Nossa história**. [Goiás, SEFAC] 2022. Disponível em: <https://sefac.com.br/empresa/nossa-historia/>. Acesso em: 14 fev. 2023.

SERRA DO FACÃO S. A. **Relatório de informações socioambientais e econômico-financeiras**. [Goiás: SEFAC], 2022a. Disponível em: https://sefac.com.br/wp-content/uploads/2022/05/APLPAC6899_G_SEFAC_RSA_2021_A-r.pdf. Acesso em: 14 fev. 2023.

SERRA DO FACÃO S. A. **Sumário executivo – Plano de conservação ambiental e uso das águas e do entorno do reservatório – PACUERA: Usina Hidrelétrica Serra do Facão**. [Goiás, SEFAC] 2017a. Disponível em: <https://docplayer.com.br/81867854-Sumario-executivo-plano-de-conservacao-ambiental-e-uso-das-aguas-e-do-entorno-do-reservatorio-pacuera-usina-hidreletrica-serra-do-facao.html>. Acesso em: 14 fev. 2023.

SILVA, B. R.; SOARES, J. W. M.; LA ROSA, V. E. C. **Aplicação de um método de programação de CLP com base no diagrama SFC para automação de unidades geradoras hidrelétricas**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SOARES, I. M. **Usina hidrelétrica a fio d'água ou reservatório? Subsídios à tomada de decisão por meio de análise custo-efetividade**. 2017. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) – Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

SOUTO, A. **Impactos socioambientais das usinas hidrelétricas**. 2018. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/8-ano/fontes-de-energia/produzindo-energia-eletrica/a/impactos-socioambientais-das-usinas-hidreletricas>. Acesso em: 05 out. 2022.

TUNDISI, J. G. *et al.* Reservoirs and human well being: new challenges for evaluating impacts and benefits in the neotropics. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p. 1133-1135, 2008.

UNICAMP. **O sistema elétrico brasileiro: planejamento**. 2001. Disponível em: <https://www.dca.fee.unicamp.br/projects/vdx/siqueira/eletr2.html>. Acesso em: 09 set. 2022.

USINA SERRA DO FACÃO. **Eletrobras Furnas**. Disponível em: <https://www.furnas.com.br/serradofacao/?culture=pt>. Acesso em: 14 fev. 2023.

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