

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FRANCIELEN ALVES CARNEIRO AIRES

ANÁLISE COMPARATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE PCH E UHE

CURITIBA

2024

FRANCIELEN ALVES CARNEIRO AIRES

ANÁLISE COMPARATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE PCH E UHE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em MBA em Gestão Ambiental, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Langer

CURITIBA

2024

ANÁLISE COMPARATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DE PCH E UHE

RESUMO

Com o crescimento populacional mundial aumentando aceleradamente, com estimativas, de 9,7 bilhões de pessoas até o ano de 2050 e conseqüentemente a demanda por energia, o que afeta diretamente as mudanças climáticas, a utilização de fontes de energia renováveis, como a hidrelétrica é uma das alternativas mais viáveis. Apesar disso, ela traz impactos positivos e negativos no meio ambiente. Com isto o objetivo deste trabalho foi analisar e comparar por meio da Matriz SWOT os principais impactos positivos e negativos na fase de instalação de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH) e Usina Hidrelétrica (UHE). Assim, elaborou-se duas matrizes para ambos os empreendimentos (PCH e UHE) analisando pontos fortes e fracos, oportunidades e riscos. De acordo, com os resultados obtidos pela análise SWOT, existem pontos fortes e oportunidades idênticos e algumas diferenças entre os pontos fracos e os riscos. A partir dos resultados comparados entre a PCH e UHE é possível perceber que as PCH têm menor impacto socioambiental, pois apresentam menor área afetada diretamente e indiretamente e menores barragens o que impacta diretamente na área inundada, e determina redução na erosão de encostas, menor impacto sobre a qualidade da água, flora, flora e comunidades no seu entorno.

Palavras-chave: Impactos ambientais. PCH. UHE. Matriz SWOT.

ABSTRACT

With world population growth increasing rapidly, with estimates of 9.7 billion people by the year 2050 and consequently the demand for energy, which directly affects climate change, the use of renewable energy sources, such as hydroelectric power plants, is one of the most viable alternatives. Despite this, it has positive and negative impacts on the environment. Therefore, the objective of this work was to analyze and compare, through the SWOT Matrix, the main positive and negative impacts in the installation phase of a Small Hydroelectric Power Plant (PCH) and Hydroelectric Power Plant (UHE). Thus, two matrices were created for both projects (PCH and UHE) analyzing strengths and weaknesses, opportunities and threats. According to the results obtained by the SWOT analysis, there are identical strengths and opportunities and some differences between weaknesses and threats. From the results compared between the PCH and UHE, it is possible to see that the PCH have a lower socio-environmental impact, as they have a smaller directly and indirectly affected area and smaller dams, which directly impacts the flooded area, and determines a reduction in slope erosion, a lower impact on water quality, flora, flora and surrounding communities.

Key-words: Environmental Impacts. PCH. UHE. SWOT Matrix.

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica se tornou essencial e indispensável para o mundo contemporâneo, e no Brasil essa fonte de energia, vem de forma prioritária pelas usinas hidrelétricas de grande porte (UHE) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Atualmente existem aproximadamente 425 (PCHs) em atividades no Brasil e é inquestionável que a construção dessas centrais impacta o meio ambiente e a sociedade (ABRAPCH, 2019).

A energia hidrelétrica gera mais eletricidade do que todas as outras tecnologias renováveis combinadas e deve continuar sendo a maior fonte de geração de eletricidade renovável do mundo, até a década de 2030 (IEA, 2023). No Brasil, a fonte hidráulica (composta por UHE, PCH e CGH) gerou 63,1 % da energia elétrica em 2022, enquanto as demais fontes energéticas geraram 36,9% (EPE, 2023).

Apesar dos impactos ambientais causados pelas instalações das usinas hidrelétricas, elas ainda apresentam baixo custo de produção, visto que a energia gerada é proveniente de uma fonte renovável, o que a torna atraente e considerada viável (ROSA *et al*, 1995).

A gestão dos recursos deve acontecer na fase inicial do projeto e se perpetuar ao longo da vida útil do empreendimento hidrelétrico, com a finalidade de minimizar os efeitos negativos e maximizar os efeitos benéficos do empreendimento.

Para isso, a utilização de ferramentas de gestão como a Matriz SWOT contribui para a tomada de decisão por gestores para aprimorar a funcionalidade da obra, contribuindo para a redução de seus custos globais, minimizando imprevistos, atenuando conflitos e ajudando na preservação da obra e do meio ambiente.

Portanto, o objetivo deste estudo qualitativo foi analisar e comparar por meio da Matriz SWOT os principais impactos positivos e negativos na fase de instalação de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH) e Usina Hidrelétrica (UHE).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em 2050 estima-se que 9,7 bilhões de pessoas viverão no planeta Terra (ONU, 2019), 1,5 bilhões a mais do que atualmente (COUNTRYMETERS, 2024). Esta população

dependerá da disponibilidade de recursos básicos e sofrerá as consequências diretas dos impactos causados pelas gerações anteriores.

No Brasil, segundo os dados divulgados no Censo 2022 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira cresceu 6,07% desde a última publicação no Censo 2010 (IBGE, 2022). Estes dados representam avanços históricos para a humanidade na medicina, ciência, saúde, agricultura e educação.

Um dos desafios é o crescimento sustentável de baixo impacto socioambiental por meio da utilização de fontes de energia de baixo carbono e renováveis, como hidrelétrica, eólica, solar fotovoltaica, biomassa, solar térmica, oceânica e geotérmica.

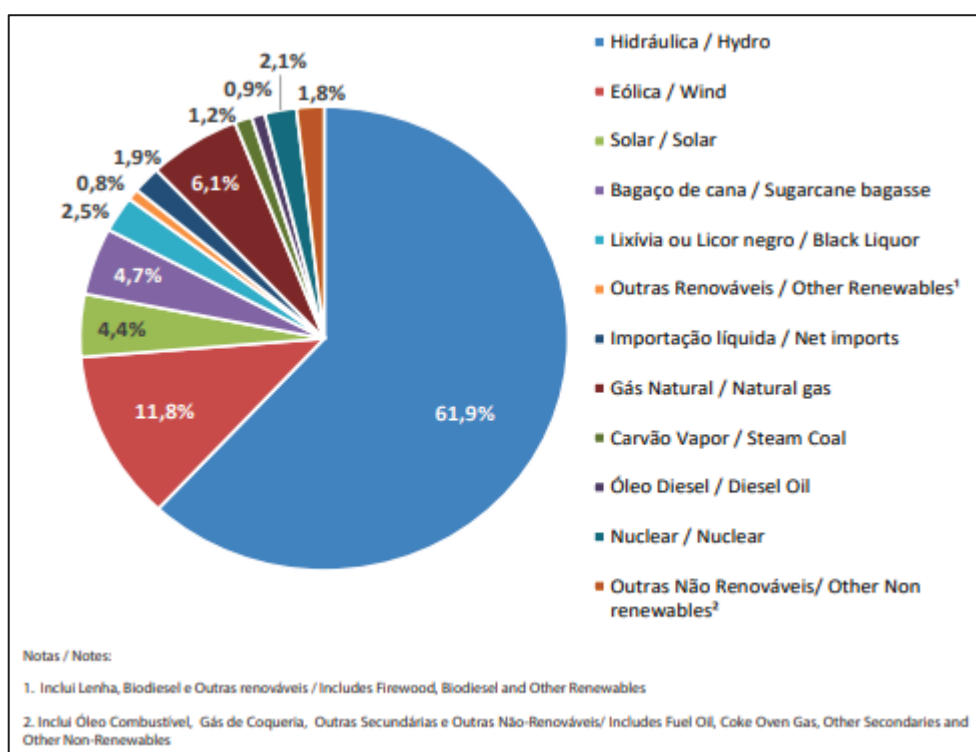
A geração de energia elétrica mundial corresponde aproximadamente 28,505 milhões de GWh (gigawatt-hora) e prevalece o uso de fontes não renováveis, sendo o carvão mineral a principal fonte energética utilizada, correspondente a 35,97%, seguido do gás natural 23% e em terceira posição com 15,47% o uso de fonte renovável a partir da geração através das usinas hidrelétricas (IEA, 2023).

Em relação ao consumo de energia elétrica, em 2021 o mundo consumiu um total de 28,40 milhões de GWh, sendo o setor industrial responsável por 36,19%, seguido pelo uso residencial 22,91% e serviços comerciais e públicos 17,10% (IEA, 2023).

No Brasil, o consumo final em 2022 foi de 586,1 TWh, representando uma expansão de 2,3% em comparação ao ano anterior, com destaque para os setores industrial e residencial, que participaram com 37% e 27% respectivamente (BEN, 2023). A região Sul é a líder em consumo per capita de energia elétrica com 3.084 kWh por habitante. No entanto, a sua população é a 3ª maior dentre as cinco regiões do país (EPE, 2023).

De acordo com os dados demonstrados na FIGURA 1, publicado pelo Balanço Energético Nacional (BEN, 2023), o Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica. As fontes renováveis representam 88% da oferta interna de eletricidade no Brasil em 2022 (EIA, 2023), que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável.

FIGURA 1 – Oferta interna de Energia por fonte no Brasil¹



¹ DESCRIÇÃO DA FIGURA: Apresenta a estrutura de oferta interna (%) de eletricidade no Brasil.

Fonte: Balanço Energético Nacional, ano base 2022 (BEN, 2023).

Considerando que quase a totalidade das importações são oriundas da usina de Itaipu, a fonte hídrica participou com 64% da oferta interna de energia elétrica em 2022 (BEN, 2023).

A resolução nº 875, de 10 de março de 2020 da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, conceitua os empreendimentos conforme o tipo e a potência instalada:

Art. 4º Os aproveitamentos hidrelétricos enquadrados como Central **Geradora Hidrelétrica com Capacidade Instalada Reduzida (CGH)** são aqueles cuja potência seja igual ou inferior a 5.000 kW.

Art. 5º Aproveitamentos hidrelétricos com potência instalada superior a 5.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW serão enquadrados como **Pequena Central Hidrelétrica (PCH)**. (Redação dada pela REN ANEEL 1.070, de 29.08.2023)

Art. 6º Os aproveitamentos hidrelétricos que possuem as seguintes características serão enquadrados como **Usina Hidrelétrica (UHE)**, com os respectivos regimes de outorga: I - potência instalada superior a 30.000 kW sujeitos à outorga de autorização; (Redação dada pela REN ANEEL 1.070, de 29.08.2023). II - Potência instalada superior a 50.000 kW, sujeitos à outorga de concessão; e III - independente da potência instalada, tenham sido objeto de outorga de concessão ou de autorização.

Moura, *et al.* (2019) define as hidrelétricas como um conjunto de obras e equipamentos cuja finalidade é a geração de energia elétrica, utilizando o potencial hidráulico existente num rio. A geração hidrelétrica está associada à vazão do rio, isto é, à quantidade de água disponível em um determinado período e à altura de sua queda.

O Brasil é um dos maiores países do mundo em riqueza fluvial, a produção de energia por meio de hidrelétricas mostra-se uma alternativa viável para compor a matriz energética nacional e aumentar a sua oferta sem ter que recorrer às fontes não renováveis (NOWAKOWSKI, 2013). Porém, a construção de usinas hidrelétricas gera impactos ambientais significativos, os quais são verificados durante todo o processo de construção e operação da usina bem como em toda a área do empreendimento (SOUSA, 2000).

As UHEs, geram grandes impactos ambientais e sociais significativos, resultantes, por exemplo, da inundação de grandes áreas e da necessidade de realocar as pessoas que vivem nelas (PERIUS; CARREGARO, 2012).

As usinas de menor porte, PCHs, operam com capacidade de geração relativamente baixa em comparação a grandes usinas hidrelétricas, mas suficientes para abastecer pequenas e médias cidades ou indústrias, mediante o cumprimento de uma série de exigências socioambientais. As PCHs possibilitam um melhor atendimento aos pequenos centros urbanos e regiões rurais mais afastadas (ANEEL, 2002).

As PCHs justificam-se como opções de geração de energia, porque as alterações nos cursos naturais dos rios e as áreas alagadas por suas barragens são consideravelmente menores das observadas nas grandes UHEs (MACIEL; OLIVEIRA; DZEDZEJ, 2010), ou seja, os seus impactos são consideravelmente menores dos gerados pelas grandes UHEs.

Segundo a Política Nacional do Meio Ambiente, nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, em seu Artigo 10º, diz que a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental (BRASIL, 1981).

Para a instalação das hidrelétricas necessita da obtenção de três diferentes licenças, os quais são verificados antes, durante todo o processo de construção e operação da usina.

A Resolução do CONAMA nº 237/1997, em seu Art. 8º - o Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação. Parágrafo único - As licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade.

Quaisquer que sejam os projetos de oferta de energia, estes sempre vêm acompanhados de impactos de natureza socioambiental positivos e negativos, sendo que os mais significativos e complexos ocorrem nas fases de construção e de operação da usina hidrelétrica. Portanto, tais atividades necessitam da obtenção do licenciamento ambiental para serem executadas, o qual exige estudos ambientais específicos, para prever, minimizar e/ou compensar os possíveis impactos negativos gerados (PERAZZOLI et al, 2013)

O impacto ambiental é definido pela Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, em seu Artigo 1º como sendo: “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais” (BRASIL, 1986).

Trata-se, portanto, não somente de atividades que possam causar poluição ambiental, mas qualquer forma de degradação, denotando uma evolução no entendimento das causas da deterioração da qualidade ambiental, que não são mais atribuídas, somente à poluição, mas às outras causas oriundas das atividades humanas.

As usinas hidrelétricas de pequeno porte, ou seja, as com pequeno potencial de impacto ambiental são enquadradas no licenciamento ambiental simplificado, devendo

apresentar ao órgão ambiental antes da implantação e operação da atividade ou empreendimento, o Relatório Ambiental Simplificado – RAS e Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais – RDPA ao requerer a licença de instalação (Resolução nº 279, de 27 de junho de 2001).

No art. 2º da Resolução SEDEST 09, de 20 de fevereiro de 2021, estabelece definições para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir do aproveitamento de potencial hidráulico no Estado do Paraná.

e) Estudo Ambiental – são trabalhos técnicos elaborados por profissionais habilitados, tendo por objetivo a caracterização de um determinado ambiente, a previsão de impactos ambientais resultantes da implantação ou alteração de um determinado empreendimento, bem como o estabelecimento de medidas mitigadoras, potencializadoras ou compensatórias dos impactos identificados;

t) RAS – Relatório Ambiental Simplificado – é o estudo relativo aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a concessão da licença prévia requerida, que conterá, dentre outras, as informações relativas ao diagnóstico ambiental da região de inserção do empreendimento, sua caracterização, a identificação dos impactos ambientais e das medidas de controle, de mitigação e de compensação;

u) RDPA - Relatório de Detalhamento dos Programas Ambientais – o documento que apresenta, detalhadamente, todas as medidas mitigadoras e compensatórias e os programas ambientais propostos no RAS; (BRASIL, 2021)

Segundo Vieira e Vainer (2007), o principal impacto na construção de hidrelétricas costuma ser o alagamento de importantes áreas florestais e o desaparecimento do habitat dos animais. Ainda existe os impactos sociais e culturais indiretos como perdas de laços comunitários, separação de comunidades e famílias, destruição de igrejas, capelas e inundação de locais sagrados para comunidade indígenas e tradicionais.

A energia hidrelétrica é um dos sistemas que se enquadram nos conceitos de operação ou desenvolvimento sustentável. No entanto, os impactos e consequências também devem ser sustentáveis. “Ainda que a geração hidrelétrica seja sustentável,

algumas regiões atingidas para que ela fosse gerada tiveram, em lugar de desenvolvimento, retrocesso insustentável” (MÜLLER, 1995).

Os aspectos ambientais devem ser variáveis de decisão desde as etapas iniciais do processo de planejamento dos empreendimentos, levando em conta os prováveis impactos associados a cada empreendimento e internalizando os custos relativos às ações de prevenção e compensação.

3. METODOLOGIA

Este artigo está estruturado por um estudo qualitativo, de gênero exploratório descritivo, com o intuito de apontar os pontos fortes, fracos, ameaças e oportunidades para a implantação de empreendimentos hidrelétricos, com ênfase nas Usinas Hidrelétricas (UHEs) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs).

As UHEs correspondem as usinas de grande porte, com capacidade de geração elétrica acima de 30 MW, já as PCHs com potência de geração entre 5 MW e 30 MW. Entretanto, ambas as hidrelétricas apresentam funcionamento idêntico, construídas com barragem e vertedouro no rio, com o objetivo de represar a água e formar o reservatório, transformando energia potencial da água armazenada nos reservatórios em energia cinética e, por fim, em energia elétrica.

Para tanto, os procedimentos de pesquisa adotados nesse estudo se caracterizam como pesquisa bibliográfica, visto que, a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado, como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos (GIL, 2010).

Como meios de pesquisa foram utilizados dados de livros, artigos técnicos e científicos, teses, dissertação e estudos de impacto ambientais, protocolados no órgão ambiental do estado do Paraná, o Instituto Água e Terra – IAT de empreendimentos hidrelétricos.

Como materiais para este estudo comparativo foram consideradas a UHE Baixo Rio Iguaçu e PCH Três Capões Novo.

A UHE Baixo Iguaçu, construída no rio Iguaçu, em território dos municípios paranaenses de Capanema, Capitão Leônidas Marques, Nova Prata do Iguaçu, Planalto e

Realeza com potência instalada de 350 MW e uma área inundada do reservatório de 13 km² (1.300,00 ha). Já a PCH Três Capões Novo, está situada no município de Guarapuava, PR, com potência instalada de 10 MW e área do reservatório de 4,62 hectares (informar em km² 0,0462km²).

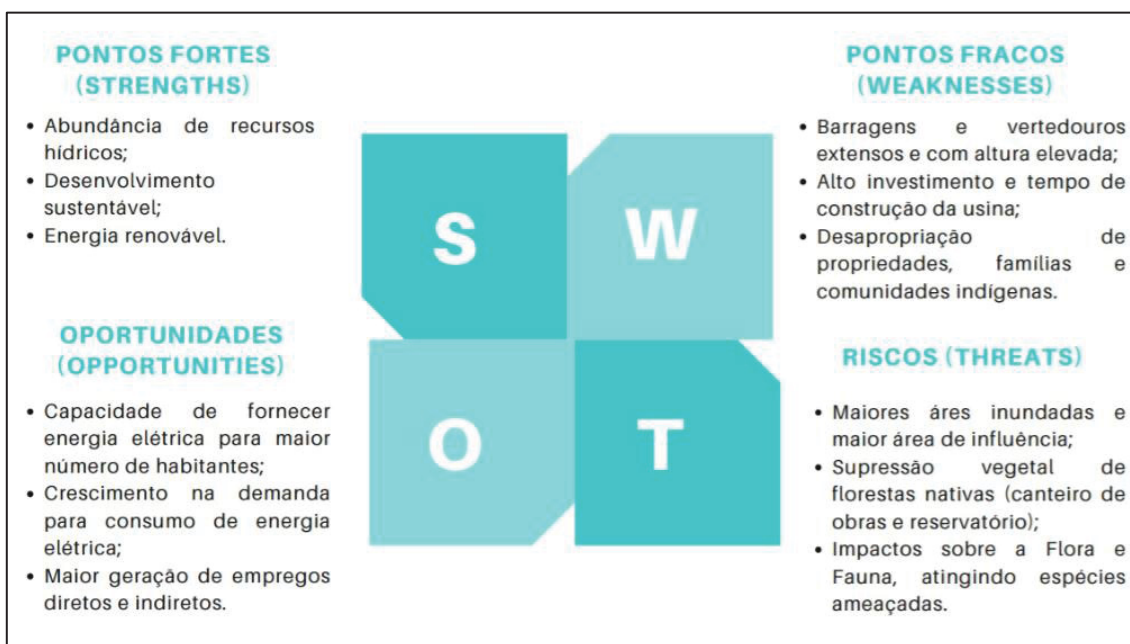
A partir dos dados, foi realizada uma análise comparativa entre UHE Baixo Rio Iguaçu e PCH Três Capões Novo, e posteriormente gerado a Matriz SWOT.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As variáveis, Forças, Fraquezas (ambiente interno) e Oportunidades e Ameaças (ambiente externo) obtidas para análise de SWOT foram verificadas, analisadas criticamente e avaliadas utilizando como base os estudos de impactos ambientais e instrumentos bibliográficos, determinando os impactos que podem ocorrer em diferentes fases da instalação dos empreendimentos nos meios biótico, físico e socioeconômico.

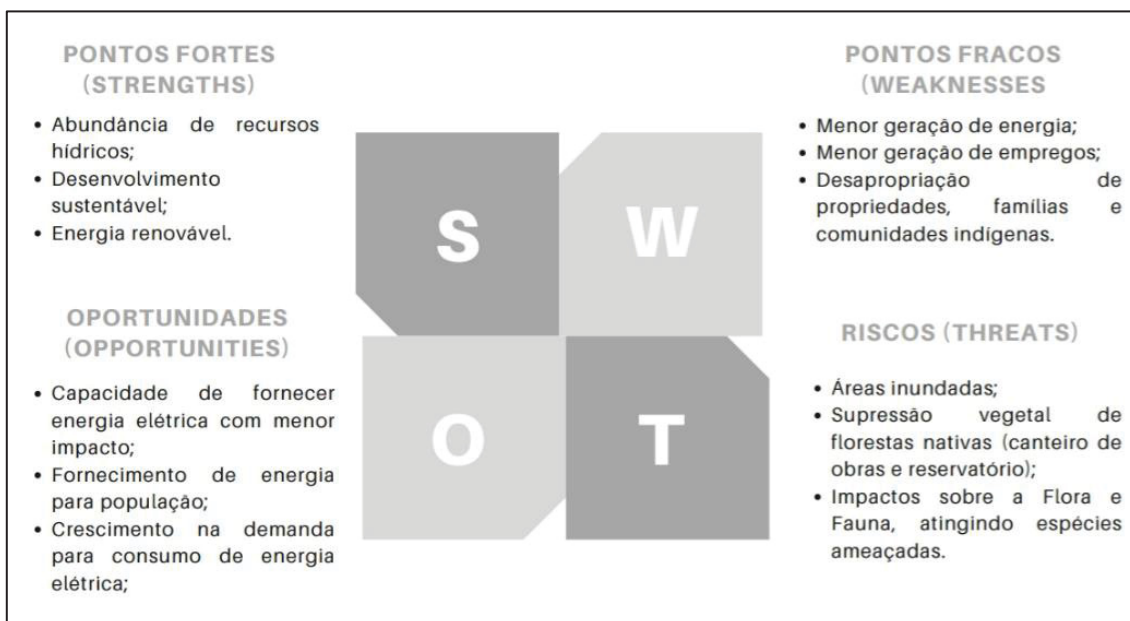
Após a compilação dos dados, as Figuras abaixo apresentam a comparação entre UHE e PCH através da Matriz de SWOT considerando três variáveis em cada quadrante.

FIGURA 2 – Matriz SWOT para os impactos causados na fase de instalação de UHE Baixo Rio Iguaçu



Fonte: A autora (2024).

FIGURA 3 – Matriz SWOT para os impactos causados na fase de instalação de PCH Três Capões Novo



Fonte: A autora (2024).

Como observado nas Figura 2 e Figura 3 existem algumas diferenças entre as fraquezas, oportunidades e ameaças para ambos os empreendimentos. Um exemplo pode ser observado no Relatório de Impacto Ambiental da UHE Baixo Rio Iguaçu, localizada entre os municípios de Capitão Leônidas Marques e Capanema/PR. Empreendimento com potência de 350 MW e capacidade de fornecer energia elétrica para cerca de 600.000 habitantes.

O prazo previsto de construção de 44 meses e geração de 1.800 empregos diretos, compondo uma barragem de 516 metros de extensão e 22 metros de altura afetando diretamente a área do reservatório, onde foram inundados 1.359 hectares afetando 359 famílias (SOCIEDADE DA ÁGUA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2008).

Em contrapartida em outro estudo Relatório Ambiental Simplificado da PCH Três Capões Novo, localizada em Guarapuava/PR, com potência instalada de 10,00 MW fornecendo energia para menor número de habitantes. Com período previsto de construção de 18 meses, a barragem apresenta 380 m de extensão e 2,85 m de altura aproximadamente com área de alagamento de 4,62 hectares (AMBIOTECH, 2021).

De acordo com os resultados obtidos pela análise de SWOT, nota-se que ambos os empreendimentos apresentam pontos fortes e oportunidades idênticas, levando em conta que o Brasil dispõe de recursos hídricos em abundância, possibilitando a geração de energia de forma sustentável.

Entretanto, observa-se na Tabela 1, que os empreendimentos se diferem entre os pontos fracos e os riscos, pois a PCH tem menor área inundada, sendo 4.620 m² alagado por potência instalada comparado com a UHE que apresenta aproximadamente 37.142 m² por geração de energia.

TABELA 1 – Variáveis comparativas entre UHE e PCH

Variável	UHE	PCH
Potência instalada (PI)	350 MW	10 MW
Área Alagada	13km ²	0,0462km ²
Área Alagada por PI	37.142m ²	4.620m ²
PI por m ² alagado	2,69E-05	0,000216

Fonte: A autora (2024)

De acordo com estudo de revisão bibliográfica do autor Bonato *et al.* (2018), as PCHs apresentam menores interferências quando comparadas às UHEs, visto que normalmente o volume dos reservatórios são pequenos, quando não inexistentes.

Para Albarelo (2014), as PCHs apresentam vantagens no âmbito socioeconômico e ambiental em relação as UHEs como o menor prazo de implantação, impactos ambientais reduzidos e maior adaptabilidade a pequenos cursos d'água.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mundo está enfrentando grandes desafios com o crescimento populacional, as mudanças climáticas e a industrialização, necessitando gerenciar todo esse crescimento de maneira sustentável, para desenvolver políticas públicas adequadas aos princípios do desenvolvimento sustentável, a Agenda 2030 e seu ODS 7 que considera a substituição de fontes de energia não-renováveis de alto carbono para as fontes renováveis de baixo carbono.

A construção de empreendimentos hidrelétricos no mundo é motivo de grandes conflitos socioambientais, o que não impede a construção das mesmas. Assim, a partir dos resultados é possível ter uma visão clara dos pontos em potenciais e dos pontos que se neutralizam, essenciais na fase de planejamento para a tomada de decisão de qual empreendimento investir e traçar estratégias adequadas para cada situação.

Quando se realiza análises comparativas por meio da matriz SWOT é possível perceber que as PCHs possuem impactos negativos socioambientais menores do que as UHEs, pois, as PCHs têm menor área alagada por potência instalada e menores barragens

o que impacta diretamente na área inundada. Essa menor área inundada determina redução na erosão de encostas e menor impacto sobre a qualidade da água e fauna aquática e comunidade ao entorno.

O planejamento ambiental através da matriz SWOT permite à organização conciliar entre o interesse econômico do empreendedor e os interesses socioambientais da comunidade nas áreas de influência do projeto, buscando o desenvolvimento mundial sustentável.

Menores barragens reduzem o impacto nas comunidades ao entorno e nas áreas de supressão vegetal nativa, diminuindo o impacto social e impacto sobre a flora e fauna local.

Diante do exposto, a organização deve considerar a área afetada para a instalação do empreendimento bem como as características do local em que será instalada, de modo a detectar e usufruir das oportunidades e evitar as ameaças, podendo então proceder com a análise interna e externa de forma integrada, contínua e sistemática.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 875, de 10 de março de 2020**. Disponível em: Resolução Normativa nº 875. Acesso em: 5 fev. 2024.

ALBARELLO, L. **Guia para a implantação de pequenas centrais hidrelétricas - PCHs**. Monografia (especialização) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Curso de Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos, EaD, RS, 2014.

AMBIOTECH, (2021). Relatório Ambiental Simplificado da PCH Três Capões Novo. Curitiba, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PCHs E CGHs. Disponível em: <https://abrapch.org.br/o-setor/cenario-de-pchs-e-cghs-no-brasil/>. Acesso em: 05 fev 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL Brasil. Relatório Anual 2001/Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília. ANEEL, 2002.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Art. 10. 1981.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, competência da União, Estados e Municípios, listagem de atividades sujeitas ao licenciamento, estudos ambientais, estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 279, de 27 de junho de 2001**. Dispõe sobre procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental, incluindo usinas hidrelétricas, termelétricas, sistemas de transmissão de energia elétrica e usinas eólicas. Publicada no DOU em 29/06/2001.

BONATO, C.; BRAGAGNOLO, L.; PRESTES, E. Sistemas de aproveitamento energético: considerações sobre PCHs e UHEs. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 15, n. 2 p. 015-033, julho a dezembro de 2018.

COUNTRYMETERS. World Population Clock: 7.9 Billion People (2024). Disponível em: **CountryMeters**. Acesso em: 5 fev. 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional – BEN 2023**. Disponível em: Balanço Energético Nacional 2023. Acesso em: 5 fev. 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica**. Disponível em: Anuário Estatístico de Energia Elétrica. Acesso em: 5 fev. 2024.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Demográfico 2022: Características Socioeconômicas da População Brasileira. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Energy Statistics Data Browser**. Disponível em: <Energy Statistics Data Browser>. Acesso em: 21 dez. 2023

MACIEL, J. F.; OLIVEIRA, S. T. de; DZEDZEJ, M. Análise de Fragilidade Socioambiental para o Diagnóstico de Bacias Hidrográficas no Estudo de Empreendimentos Hidrelétricos. In: **Revista Brasileira de Energia**, Vol. 16, No. 1, 1o Sem. 2010, pp. 75-91.

MOURA, A. P. de; MOURA, A. A. F. de; ROCHA, E. P. da. Engenharia de sistemas de potência: geração hidroelétrica e eolioelétrica. Fortaleza: **Edições UFC**, 2019. 291p.

MÜLLER, A. C. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 1995.

NOWAKOWSKI, G. A. A. SILVA, C. L da SILVA, SOUSA, A.; NASCIMENTO, A.S.D.E. SANTOYO, A.H. Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado do Paraná: Dilemas e Oportunidades. In: **IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Salvador/BA, 25 a 28 de novembro de 2013. Anais... Salvador/BA: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU BRASIL. População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/83427-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-deve-chegar-97-bilh%C3%B5es-de-pessoas-em-2050-diz-relat%C3%B3rio-da-onu>. Acesso em: 3 jul. 2023.

PERAZZOLI, M.; PINHEIRO, A.; KAUFMANN, V. Efeitos de Cenário de Uso do Solo sobre o Regime Hídrico e Produção de Sedimentos na Bacia do Ribeirão Concórdia – SC. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.37, n.5, p.859-869, 2013.

PERIUS, M. R.; CARREGARO, J. B. Pequenas Centrais Hidrelétricas como forma de redução de impactos ambientais e crises energéticas. In.: **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**. Campo Grande: Universidade Anhanguera. 2012. v. 16, n 2 p. 135-150. Disponível em <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26025448011>. Acesso em: 5 fev. 2024.

ROSA, L. P. et al. Are hydroelectric dams in the Brazilian Amazon significant sources of ‘greenhouse’ gases? **Environmental Conservation**, Cambridge, v. 23, n. 2, p. 1996.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DO TURISMO – SEDEST. **Resolução SEDEST nº 09, de 20 de fevereiro de 2021**. Estabelece definições, critérios, diretrizes e procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir do aproveitamento de potencial hidráulico no âmbito do Estado do Paraná.

SOCIEDADE DE INVESTIGAÇÕES FLORESTAIS (SIF). **Panorama mundial da produção e consumo de energia elétrica e a participação do setor florestal brasileiro**. Disponível em: <https://sif.org.br/2020/05/panorama-mundial-da-producao-e-consumo-de-energia-eletrica-e-a-participacao-do-setor-florestal-brasileiro/> Acesso em: 5 fev. 2024.

SOCIEDADE DA ÁGUA CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA. **UHE Baixo Iguaçu Estudo de Impacto Ambiental** – EIA. Curitiba, abril de 2008.

SOUSA, W. L. **Impacto Ambiental de Hidrelétricas: Uma Análise Comparativa de Duas Abordagens**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético).

VIEIRA, F; VAINER, C. Manual do Atingido - Impactos Sociais e Ambientais de Barragens”. Movimento dos Atingidos por Barragens – MAB, 2007.