



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA CDS/ FACE- ECO/ IB/ IG/ IQ
CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DE SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS
AMBIENTAIS COMO SUBSÍDIO PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL DA
PCH DO LAGO PARANOÁ**

VINÍCIUS TOLEDO SALES

BRASÍLIA

2022

VINÍCIUS TOLEDO SALES

**DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DE SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS
AMBIENTAIS NO MEIO FÍSICO COMO SUBSÍDIO PARA O LICENCIAMENTO
AMBIENTAL DA PCH DO LAGO PARANOÁ**

Monografia apresentada ao
Curso de Graduação em Ciências
Ambientais da Universidade de Brasília,
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof.^a Dra. Cristiane Gomes
Barreto

Co-Orientadora: Prof.^a Dra. Potira Meirelles
Hermuche

BRASÍLIA

2022

VINÍCIUS TOLEDO SALES

**DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DE SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS
AMBIENTAIS NO MEIO FÍSICO COMO SUBSÍDIO PARA O LICENCIAMENTO
AMBIENTAL DA PCH DO LAGO PARANOÁ**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais.

Membro da Banca: Prof.^a Orientadora: Prof.^a Dra. Cristiane Barreto
Centro de Desenvolvimento sustentável – Universidade de Brasília

Membro da Banca: Prof.: Prof.^a Edilson de Souza Bias
Instituto de Geociências – Universidade de Brasília

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, irmãos, familiares e amigos que sempre me apoiaram ao longo da minha jornada.

Agradeço a Iara, minha namorada, que me apoiou e me fortaleceu nos momentos em que pensei em desistir.

Agradeço as minhas orientadoras Cristiane e Potira, que sempre foram prestativas, amorosas e companheiras ao longo da minha jornada acadêmica.

Agradeço a todos os meus companheiros de curso, professores e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram na minha jornada.

E faço aqui um agradecimento especial a todos aqueles que já se foram, mas principalmente meus dois amigos Lucas e Arthur, estarão pra sempre eternizados.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”

(Martin Luther King)

RESUMO

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento de planejamento empregado por diversas entidades públicas e privadas. É uma ferramenta reconhecida em todo o mundo pelo seu potencial de prevenção do dano ambiental e de promoção do desenvolvimento sustentável. Entretanto, como na época em que a Pequena Central Hidrelétrica (PCH) do Lago Paranoá foi construída ainda não existiam as diretrizes que regem os atuais sistemas de AIA no Brasil, não foram feitas as análises dos potenciais impactos que tal empreendimento poderia causar. Este trabalho surge então, com objetivo de trazer subsídios para o processo de licenciamento da PCH do Lago Paranoá na dimensão do meio físico, avaliando os impactos decorrentes da sua existência. A metodologia do trabalho contou com uma pesquisa bibliográfica para caracterização da área e a utilização de métodos de análise de significância para avaliação dos impactos. Para a realização do diagnóstico do meio físico, foi realizado o levantamento de dados secundários e revisão da literatura disponível. Entre os métodos abordados, foi escolhido o *Check-List* e o *Ad Hoc*, gerando notas para cada um dos elementos utilizados para a avaliação. A análise de significância e os estudos de impacto ambiental são de suma importância tanto como subsídio para o processo de licenciamento ambiental quanto como base de informação para as agências governamentais a respeito dos impactos que possuem maior significância e que precisam ser mitigados, remediados ou compensados. O reflorestamento, a revegetação e a recuperação de áreas degradadas se fazem medidas extremamente relevantes para a mitigação de diversos impactos analisados, entretanto percebe-se a necessidade de estudos mais aprofundados para que as melhores técnicas possam ser utilizadas. Para um melhor diagnóstico e análise da significância do meio físico, seriam necessárias análises químico-físicas mais aprofundadas. A obtenção e a disponibilização destas informações é de suma importância para elaboração de medidas estratégicas que visam a manutenção de um ecossistema equilibrado. Foram encontrados impactos de alta significância relacionados ao empreendimento. Não foram encontradas medidas mitigadoras em ação diretamente relacionadas aos impactos no microclima, emissões de Gases de efeito estufa (GEE) e perda de áreas agricultáveis, porém, é notória a presença de ações em relação aos demais impactos.

Palavras-chave: Mitigação; Processos erosivos; Hidrologia; Lago Artificial; Monitoramento

ABSTRACT

The Environmental Impact Assessment (EIA) is a planning instrument used by several public and private entities. It is a tool recognized throughout the world for its potential to prevent environmental damage and promote sustainable development. However, as at the time the Small Hydroelectric Power Plants (SHP) of Lago Paranoá was built there were still no guidelines that govern the current EIA systems in Brazil, the analysis of the potential impacts that such an undertaking could cause was not carried out. This work arises, then, with the objective of bringing subsidies to the licensing process of the Lago Paranoá SHP in the dimension of the physical environment, evaluating the impacts resulting from your existence. The methodology of the work included a bibliographic research to characterize the area and the use of significance analysis methods to assess the impacts. In order to carry out the diagnosis of the physical environment, a survey of secondary data and a review of the available literature were done. Among the methods discussed, the Check-List and Ad Hoc were chosen, generating scores for each of the elements used for the evaluation. Significance analysis and environmental impact studies are of paramount importance both as a subsidy for the environmental licensing process and as a basis of information for government agencies regarding the impacts that have higher significance and that need to be mitigated, remedied or compensated. Reforestation, revegetation and recovery of degraded areas are extremely relevant measures for the mitigation of several analyzed impacts, however, there is a need for more in-depth studies so that the best techniques can be used. For a better diagnosis and analysis of the significance of the physical environment, more in-depth chemical-physical studies would be necessary. Obtaining and making this information available is extremely important for the elaboration of strategic measures aimed at maintaining a balanced ecosystem. High significance impacts related to the project were identified. No mitigating measures were found in action directly related to the impacts of microclimate, greenhouse gases (GHG) emissions and loss of arable areas, however, the presence of actions in relation to the other impacts is notorious.

Key words: Mitigation; Erosive processes; Hydrology; Artificial Lake; Monitoring.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de localização da PCH do Lago Paranoá	30
Figura 2 - Barragem da PCH do Paranoá.....	31
Figura 4 - Mapa de Hidrografia do DF	43
Figura 5 - Gráfico Comparativo Temperatura mínima (°C)	45
Figura 6 - Gráfico Comparativo Temperatura Máxima (°C)	45
Figura 7 - Gráfico Comparativo Temperatura média (°C).....	46
Figura 8 - Gráfico Comparativo Umidade Relativa (%).....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –Exemplo de escala de significância para um impacto ambiental	19
Quadro 2 - Definição dos elementos ambientais para avaliação de impactos.....	19
Quadro 3 - Resumo dos passos de análise de significância	21
Quadro 4 - Descrição e escala de valor para o elemento ambiental “intensidade”	27
Quadro 5 - Descrição e escala de valor para o elemento ambiental “extensão ou abrangência”	27
Quadro 6 - Descrição e escala de valor para o elemento ambiental “duração”.....	28
Quadro 7 - Descrição e escala de valor para o elemento ambiental “potencial de mitigação”	28
Quadro 8 - Descrição e escala de valor para o elemento ambiental “ocorrência”.....	28
Quadro 9 - Descrição e escala de valor para o elemento ambiental “reversibilidade”.....	29
Quadro 10 - Pontuação para análise de Significância de um impacto.	29
Quadro 11 - Ficha Técnica da PCH Paranoá.....	31
Quadro 12 - Cota x Área x Volume do Lago Paranoá.....	47
Quadro 13 - Evolução das Cotas do Lago Paranoá de 1960 a 2018.....	47
Quadro 14 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto – Alterações no Microclima	48
Quadro 15 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Perda na qualidade da água	49
Quadro 16 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Alteração das propriedades do solo	50
Quadro 17 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Assoreamento do Lago Paranoá.....	50
Quadro 18 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Emissão de gases de efeito estufa	51
Quadro 19 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Aumento do potencial de água potável.....	52
Quadro 20 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Perda de áreas agricultáveis.....	52
Quadro 21 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Alterações hidrológicas	53

Quadro 22 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Erosão do solo	54
Quadro 23 - Resumo das notas e avaliações de significância dos impactos	54

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS (AIA)	15
1.1.2 Impacto ambiental.....	15
1.1.3 Impacto positivos	16
1.1.4 Impactos negativos.....	16
1.1.5 Áreas de influência.....	17
1.2 Avaliação da Importância dos Impactos	18
1.2.1 Definição dos elementos ambientais	19
1.2.1 Análise de Significância	21
1.3 Métodos de Avaliação de Impactos Ambientais	22
1.3.1 AD HOC	22
1.3.2 Método Check-list (listagem)	22
1.3.4 Matrizes de Interações.....	23
1.3.5 Matriz de Leopold.....	23
1.3.6 Redes de Interação (Networks).....	23
1.3.7 Superposição de cartas	24
1.3.8 Modelos de Simulação	24
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
3.1 Caracterização do empreendimento.....	30
3.2 Caracterização da área.....	36
3.2.1 Geologia	38
3.2.1 Pedologia	38

3.2.1 Hidrografia	42
3.2.1 Geomorfologia	44
3.2.1 Clima	44
3.2.1 Batimetria	47
3.3 Análise de Significância dos Impactos	48
3.4 O que pode ser feito	55
3.5 O que tem sido feito	56
3.6 Discussão.....	59
CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

APRESENTAÇÃO

A Pequena Central Hidrelétrica¹ (PCH) do Lago Paranoá é um empreendimento que teve sua construção iniciada em 1959 e concluída em 1962 e idealizada por François Marie Glaziou, membro integrante da 2ª Comissão Cruls que, por sua vez, tinha como objetivo descobrir um local adequado para a nova capital do Brasil (ARPDF, 2021). Entretanto, por ter sido construída antes da promulgação da Lei n° 6.938/81, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente e a AIA, como um de seus instrumentos, a PCH não teve a elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e nem uma AIA que seriam necessários para a devida prevenção, mitigação e compensação dos impactos ambientais desse empreendimento.

A Lei n°41, de 1 de setembro de 1989, que dispõe sobre a Política Ambiental do Distrito Federal, estabeleceu no seu Art. 15°:

“É obrigatória a realização de estudo prévio de impacto ambiental para construção, instalação, reforma, recuperação, ampliação e operação de empreendimentos ou atividades potencialmente causadores de significativa degradação ao meio ambiente” (DISTRITO FEDERAL, 1989).

De forma geral, uma AIA é realizada antes da implementação de um empreendimento, entretanto, como na época em que o Lago Paranoá foi construído ainda não existiam as diretrizes que regem os atuais sistemas de AIA no Brasil, não foram feitas as análises dos potenciais impactos que tal empreendimento poderia causar. Logo, o Lago Paranoá não passou pelos devidos processos prévios de obtenção de Licença que atualmente existem, só tendo seus impactos avaliados no processo de Licenciamento Corretivo, e posteriores renovações de Licença de Operação para que o empreendimento se ajustasse em conformidade com a legislação atual.

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um instrumento de planejamento empregado por diversas entidades públicas e privadas. É uma ferramenta reconhecida em todo

¹ Segundo a Resolução Normativa N°875, de março de 2020 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), para ser enquadrado com uma PCH, a potência instalada deverá ser superior a 5 MW e igual ou inferior a 30 MW; e deve ter uma área de reservatório de até 13 km, entretanto a Companhia Energética de Brasília (CEB), no seu Relatório de Desempenho Ambiental (RADA) aponta que a hidrelétrica do Lago Paranoá é enquadrado como uma PCH, e por conta disto, será utilizado esse termo ao longo de todo o trabalho.

o mundo pelo seu potencial de prevenção do dano ambiental e de promoção do desenvolvimento sustentável, tendo como objetivo auxiliar na tomada de decisão, no planejamento e gestão ambiental, além de prever e mitigar impactos ambientais (SÁNCHEZ, 2020).

No Distrito Federal, o órgão ambiental responsável pela AIA é o Instituto Brasília Ambiental (IBRAM). O histórico apresentado pelo próprio IBRAM através do portal SEI (Sistema Eletrônico de Informação) - processo de nº190.001.065/2004 - mostra que o processo de obtenção da Licença de Operação (LO) pela Companhia Energética de Brasília (CEB), então empreendedora da PCH, começou em 2004, sendo a primeira Licença obtida em 2005 - Licença de Operação (LO) nº 261/2005 - com sua última renovação em 2015 - Licença de Operação nº 011/2015 - com prazo de validade até 2025 (GDF, 2014).

Um dos requisitos para o processo de renovação da LO é a elaboração do Relatório de Desempenho Ambiental (RADA) do empreendimento, além do cumprimento de diversas outras exigências legais e compromissos assumidos para a obtenção da licença, como apresentar medidas mitigadoras, programas ambientais e outras condicionantes definidas pelo órgão ambiental (BRASIL, 2016).

Entretanto, algumas informações que seriam obtidas ao longo da elaboração de um EIA não se fazem necessárias em um RADA, como a análise de significância dos impactos ambientais, deixando uma lacuna de informações, principalmente no que diz respeito à avaliação dos impactos ambientais atrelados ao meio físico e formas de mitigá-los.

Tendo em vista o tempo decorrido desde a última avaliação de impactos, e a iminência da reavaliação destes com o fim da validade da LO 011/2015, este trabalho surge então, com objetivo de trazer subsídios para o processo de Licenciamento da PCH do Lago Paranoá na dimensão do meio físico avaliando impactos decorrentes da sua existência à luz das questões atuais que dizem respeito ao sistema socioambiental do Lago Paranoá, como as crises hídricas, mudanças climáticas, entre outros.

1 INTRODUÇÃO

1.1 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS (AIA)

A AIA é um instrumento ambiental formado por um conjunto de procedimentos e métodos que tem como objetivo avaliar os impactos ecológicos, sociais e econômicos causados pela implementação de empreendimentos humanos, potencialmente poluidores, e suas operações em uma determinada região ou área de influência (BRASIL, 2006). A AIA busca, ainda, propor medidas para minimizar os impactos negativos e maximizar os impactos positivos, a fim de proteger o meio ambiente.

1.1.2 Impacto ambiental

No imaginário coletivo têm-se que toda alteração humana no meio ambiente é prejudicial, entretanto, isso é uma concepção equivocada, pois sabe-se que atividades humanas podem, também, gerar benefícios ambientais (impactos positivos) sem necessariamente causar danos ambientais (impactos negativos). Essa confusão surge da ausência de uma definição oficial na legislação ambiental e da interpretação equivocada de alguns periódicos informativos que colocam impacto e dano ambiental como sendo sinônimos (BARBOSA 2014).

O artigo 1º da Resolução Conama nº1 de Janeiro de 1986 define impacto ambiental como:

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultantes 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 (CONAMA, 1986).

Dessa forma, fica nítida a margem para dúvidas e interpretações ambíguas que a lei permite, o que implica na necessidade de se utilizar outras definições para chegar próximo a uma definição do que seria impacto e a diferença, para uma potencial degradação/dano ambiental, como a do artigo 3º, inciso III da Lei nº6938/81, de Política Nacional do Meio Ambiente, que entende como danoso ao meio ambiente a:

[...] poluição e a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- A) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- B) Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- C) afetem desfavoravelmente a biota;
- D) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- E) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

Na mesma linha do que diz Barbosa (2014), a ISO 14001 de 2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), já dizia que os impactos ambientais poderiam ser tanto de natureza positiva quanto negativa, sendo definido de forma geral como: “Qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização.”(ABNT, 2004, p.8).

Assim como a natureza – positiva ou negativa – dos impactos resultam em diferentes formas de análise e manejo do impacto, há várias outras características destes que vão orientar as recomendações de ações mitigatórias, compensatórias ou potencializadoras, a serem produzidas pela AIA. Logo, para melhor avaliar um impacto ambiental é preciso levar em consideração diversos fatores pré-definidos (significância, amplitude, valoração, ganhos sociais, aspectos econômicos etc.) que são avaliados por uma equipe técnica multidisciplinar de especialistas, juntos à sociedade civil e aos poderes públicos (BARBOSA, 2014).

1.1.3 Impacto positivos

Segundo Barbosa (2014), a melhoria da qualidade de vida é o pilar que sustenta o desenvolvimento humano, em toda a sua complexidade, podendo ser traduzido no uso consciente e racional dos recursos naturais. Os impactos positivos que poderiam representar tais melhorias são: geração de renda, geração de emprego; capacitação de mão de obra; dinamização da economia; estabilização da vazão hídrica; geração de energia elétrica; entre outros.

1.1.4 Impactos negativos

O ser humano vem poluindo e degradando a natureza há séculos e os motivos para isto são diversos e vão desde a falsa crença na renovação eterna dos recursos ambientais ao choque da conservação com os interesses políticos e econômicos dos Estados e dos setores produtivos. Ao longo das últimas décadas começou-se a entender a real situação do planeta e

a importância de um desenvolvimento mais sustentável (BARBOSA, 2014).

Segundo Barbosa (2014), é possível classificar um impacto ambiental negativo de acordo com o ato que o gerou, sendo: Impacto direto ou impacto primário - resultante de uma relação de causa e efeito; Impacto indireto - quando a ação tem efeito negativo no próprio local que a gerou, ou nas imediações; Impacto regional - quando o efeito surge em uma localidade regional ou área específica, com probabilidade de impactos a uma coletividade restrita; Impactos estratégicos - quando o impacto causa dano a um recurso ambiental de importância coletiva ou nacional; Impacto imediato - quando o efeito surge no instante em que se dá a ação; Impacto a médio ou longo prazo: quando o efeito se manifesta após certo tempo da ação; Impacto temporário - quando o efeito permanece em um determinado tempo; Impacto permanente - quando, executada a ação, não há uma perspectiva de cessar seus efeitos; e Impacto ambiental irreversível - não há como contornar o dano ambiental causado pelo impacto gerado.

É notório que os impactos negativos variam em sua forma de ocorrência e, para a sua prevenção, diversos requisitos legais devem ser aplicados de acordo com a legislação ambiental e as leis complementares específicas. Mediante isso, a AIA, junto aos seus métodos, se destaca como ferramenta para analisar e prever os possíveis impactos causados pela construção/operações de empreendimentos, a fim de propor uma série de medidas para evitar e mitigar os impactos negativos e maximizar os impactos positivos causados ao meio ambiente em todas as suas esferas (SÁNCHEZ, 2020).

Dentre os possíveis impactos negativos, podemos citar: erosão; assoreamento; desmatamento; perda de áreas agricultáveis; dentre diversos outros tipos de poluições aérea, hídrica ou do solo.

1.1.5 Áreas de influência

De forma geral, os impactos ambientais relacionados a uma PCH são provenientes do processo de implantação e operação, sendo os maiores impactos decorrentes da implementação do empreendimento, os quais podem persistir até a fase da operação. Esses impactos podem ser divididos em diferentes escalas a depender da sua área de abrangência, sendo local, quando a abrangência do impacto se restringe apenas à Área de Influência Direta (AID) e regional, quando atingir a Área de Influência Indireta (AII) (FARIAS e OLIVEIRA, 2021).

A AID e AII são regiões onde os impactos causados pela instalação e operação do empreendimento poderão surgir de forma direta ou indiretamente, com maior ou menor significância, e estão situadas no entorno da Área Diretamente Afetada (ADA), correspondente ao local do empreendimento (CONAMA, 1986).

No caso de PCH, segundo Farias e Oliveira (2021), a área de abrangência da AID pode variar de 1 Km a 7 Km além do reservatório, dependendo das suas características socioambientais. Já a AII, corresponde à bacia contribuinte de drenagem do rio, levando em consideração todos os seus afluentes, bem como uma porção a montante e a jusante da área do reservatório.

1.2 AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DOS IMPACTOS

Além dos métodos de avaliação de impactos ambientais, também existem diversas formas de se avaliar a importância destes dentro do contexto no qual estão inseridos, como por exemplo, a combinação, ponderação e a análise das características de um impacto (FARIAS e OLIVEIRA, 2021).

Segundo o Inciso II do artigo 6º da Resolução CONAMA nº 1 de 1986:

“Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais” (CONAMA, 1986).

Para Sánchez (2020), a Resolução CONAMA nº1/86 é utilizada de modo equivocado pelos autores no processo de AIA. Na sua concepção, apenas alguns atributos citados são de fato úteis, sendo eles a duração, temporalidade e a reversibilidade.

A significância de um impacto surge então como resultado de uma análise qualitativa da combinação de diferentes atributos que compõem um impacto ambiental, como intensidade, duração, probabilidade de ocorrência e reversibilidade, e pode ser subdividido de forma a estabelecer uma escala do menos ao mais significativa. A Escolha da escala com a qual se avaliará o impacto é de suma importância para garantir coerência e inteligibilidade a avaliação, sendo possível a utilização de escalas numéricas quanto escalas discursivas, ambas qualitativas, sendo o mais importante a clareza entre as diferenças de níveis (Quadro 1).

Alguns elementos não são utilizados na análise de significância, por não influenciarem na avaliação, como a natureza e a origem, mas ainda são utilizados para caracterizarem o impacto a ser analisado (SÁNCHEZ, 2020; ROMACHELI, 2009).

Quadro 1 –Exemplo de escala de significância para um impacto ambiental

Escala Numérica	Escala Discursiva
3	Significância Alta
2	Significância Média
1	Significância Baixa
0	Insignificante

Elaborado pelo autor (2022).

1.2.1 Definição dos elementos ambientais

Romachelli (2009) aponta que a própria regulamentação brasileira não apresenta uma descrição acerca dos atributos ambientais, existindo diversas interpretações na literatura no que diz respeito da classificação desses elementos, sendo adotadas as seguintes definições aos mais abordados (Quadro 2)

Quadro 2 - Definição dos elementos ambientais para avaliação de impactos

Elemento Ambiental	Definição
Distribuição de ônus de benefícios sociais	Relaciona-se aos benefícios ou custos ambientais provocados pelos impactos, verificando se o impacto provocará um custo/benefício na sociedade ou se este custo/benefício está restrito ao empreendedor.
Intensidade	Refere-se à dimensão ou ao grau de afetação de um impacto, relacionado com a intensidade de suas alterações.
Ocorrência	É a probabilidade de o impacto acontecer com a implantação do empreendimento.

Natureza	É classificado como benéfico, para impactos que promovam uma melhoria ambiental e adversos, para impactos que promovam uma redução da qualidade ambiental.
Extensão ou abrangência	Refere-se à extensão espacial que o impacto pode atingir, podendo atingir apenas o local ou alcançar proporções globais.
Duração	Está relacionado ao tempo que o impacto irá ocorrer, definido em curto, médio ou longo prazo.
Reversibilidade	Capacidade do ambiente de retornar ao seu estado anterior caso o empreendimento seja desativado e retirado, ou seja, implantada uma ação corretiva.
Frequência	A frequência está relacionada à continuidade do impacto, podendo ser permanente, temporária ou sazonal. Um impacto com longa duração pode ser sazonal, por exemplo.
Importância	Deve ser avaliada sobre o contexto em que está inserida. O impacto sobre a biodiversidade, devendo verificar a integridade dos habitats, estado de conservação, ou ainda, a importância dos impactos para a sócio-economia.
Influência	Refere-se aos impactos primários (considerados diretos) e os efeitos decorrentes destes (denominados indiretos)
Propriedades Cumulativas e Sinérgicas	Análise das propriedades dos impactos de se somarem ou se multiplicarem; impactos cumulativos são aqueles que se acumulam no tempo e espaço e resultam de uma combinação de efeitos decorrentes de uma ou diversas ações.
Ocorrência de efeitos associados	Relaciona-se a interação dos impactos do empreendimento em estudo com outros projetos (e impactos) já ocorrentes na região afetada.
Aceitabilidade	Entendida como o grau de aceitação dos impactos pela comunidade afetada, observando as políticas públicas e regulamentações locais. Deve ser realizada por meio de pesquisas com a população e a promoção da mesma no processo da AIA.
Potencial de Mitigação	Levam em consideração as possíveis formas de mitigação, observando a eficácia das medidas e o investimento necessário para minimizar o impacto.

Fonte: Romacheli (2009) e Sánchez (2020).

Dessa forma, uma compilação de Romacheli (2009) e Sánchez (2020) mostram, pelo menos, 14 aspectos ou características dos impactos que podem ser utilizados para descrevê-los e avaliá-los. Contudo, este trabalho apenas utilizará os elementos ambientais que são utilizados para o cálculo de significância – Intensidade; Ocorrência; Extensão ou abrangência; Duração; Reversibilidade e Potencial de Mitigação e o elemento Natureza para distinguir se o impacto é positivo ou negativo.

1.2.1 Análise de Significância

Atribuir significância a uma alteração ambiental depende não só de um trabalho técnico como também, de juízo de valor, sendo a subjetividade inerente de uma AIA sempre embasada em fundamentações técnicas (SÁNCHEZ, 2020).

Para Rossow (2003), essa análise é o principal fator da AIA, uma vez que compreende desde a identificação à tomada de decisão em relação ao impacto. Este autor também define o entendimento do conceito de significância em uma análise de forma global, na qual é incorporada em todas as fases e processos da política ambiental, e em uma análise inerente à etapa de Estudos de Impactos Ambientais (EIA) dos empreendimentos, levando a uma visão mais técnica e específica. De qualquer forma, a análise de significância representa um processo de descrição detalhada dos impactos, seguindo os seguintes passos (Quadro 3):

Quadro 3 - Resumo dos passos de análise de significância

Passos	Análise de significância
1º	Identificação dos métodos utilizados
2º	Descrição e classificação dos elementos ambientais
3º	Descrição do processo de avaliação de impactos, com a proposição de medidas mitigadoras/compensatórias e programas de monitoramento.

Fonte: Adaptado de Romachelli (2009).

Logo, a análise de significância é resultante da avaliação dos elementos ambientais que compõe um impacto gerado por um empreendimento, que podem ser metrificados de diferentes formas de acordo com cada autor, e tem como principal objetivo

identificar, avaliar, prever e auxiliar na tomada de decisão, apontando os impactos mais significativos para que haja proposição de medidas mitigadoras e monitoramentos eficientes, que tornem o impacto menos relevante, no caso dos negativos ou na proposição de medidas que intensifiquem os impactos benéficos, diminuindo assim os danos ambientais ao ecossistema (ROMACHELI, 2009).

1.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Os métodos de avaliação de impactos ambientais têm o objetivo de identificar, analisar e prever, de forma sistematizada, os impactos positivos e negativos que a instalação de um empreendimento pode gerar, e com isso impedir ou amenizar perdas financeiras e ambientais e aumentar os benefícios da operação. De acordo com Pandolfo (2017), Jesus et al. (2021), Moraes; D'aquino (2016), Cremonez et al. (2014), Medeiros (2010), Sánchez (2020), Dee et al. (1973) e Leopold et al. (1971) os métodos de AIA são os descritos abaixo.

1.3.1 AD HOC

O método *Ad hoc*, consiste na elaboração de um relatório com os possíveis impactos causados pelo empreendimento. A elaboração é feita por uma equipe multidisciplinar que se encontra em reuniões para discutir o problema. É um método de baixo custo, geralmente utilizado para avaliações rápidas e/ou preliminares, por ter um caráter bem subjetivo e simplificado, e os resultados são comumente entregues em forma de matrizes ou tabelas (JESUS et al., 2021; MORAES, D'AQUINO, 2016).

1.3.2 Método Check-list (listagem)

É um dos métodos mais utilizados em AIAs, principalmente nas pesquisas iniciais para identificação e enumeração dos impactos ambientais mais importantes, abrangendo todos os compartimentos ambientais, desde o biofísico até o socioeconômico, incorporando-os em escalas de valores e índices de ponderação de fatores (JESUS et al., 2021; MORAES, D'AQUINO, 2016).

Este método é realizado na forma de questionário ou fichas e pode ser subdividida em: Listagem Simples, apenas enumerando os impactos ambientais e seus aspectos; Listagem Descritivas, enumera e descreve os impactos de forma mais detalhada, podendo associá-los a parâmetros e ações do projeto; Listagem Escalares, realiza a descrição detalhada dos fatores e

impactos ambientais e incorpora-os em escalas de valores; e Listagem Escalas Ponderadas, muito semelhante às listagens escalares, mas incluem índices de ponderação dos fatores, atribuindo grau de importância aos impactos.

1.3.4 Matrizes de Interações

Essa técnica utiliza como base listas de controle bidimensionais, que relacionam em suas linhas e colunas os dados e informações do ambiente com as ações do empreendimento (CREMONEZ et al., 2014). As Matrizes de Interações visam complementar o método de *Check List*, que sofre adaptações para se adequar a projetos específicos e pode incluir parâmetros de avaliação e identificação de atividades importantes que causarão grandes impactos. Esta metodologia consegue identificar os impactos diretos, sendo mais fácil reconhecer os efeitos que proporcionam maiores impactos e os que afetam os fatores mais relevantes (SÁNCHEZ, 2020).

1.3.5 Matriz de Leopold

A Matriz de Leopold foi um dos primeiros métodos de avaliação de impactos ambientais que deu origem à metodologia das matrizes de interação. Foi criada em 1971 pelo Serviço Geológico do Interior dos Estados Unidos e tinha como objetivo a construção de uma matriz que pudesse avaliar os impactos associados aos mais variados tipos de projetos (CREMONEZ, et al., 2014). Segundo Leopold et al (1971), a matriz serve para resumir o texto da avaliação ambiental permitindo a determinação dos impactos significativos e seus possíveis desdobramentos de forma rápida.

Dessa forma a Matriz de Leopold relaciona o eixo “x”(horizontal) que é definido pelas ações antrópicas, potencialmente causadoras de impactos ambientais, com o eixo “y” (vertical) que é definido pelos fatores ambientais (do social ao natural), somando “x.y” possíveis combinações, juntamente com a associação de valores de magnitude, importância e natureza (benéfica ou adversa) (SÁNCHEZ, 2020).

1.3.6 Redes de Interação (Networks)

O método de Redes de Interação foi criado em 1969 pela “*Traveller Reserach Company*”, mas a versão mais conhecida é a elaborada por Sorensen (1971). Esta metodologia veio como uma evolução das matrizes de interações, permitindo estabelecer relações de

causas-condições-efeitos, utilizando gráficos, diagramas e esquemas, representando os efeitos em cadeia das intervenções humanas nos ambientes (MEDEIROS, 2010). O método desenvolvido por Sorensen faz a associação de parâmetros de valores (importância, probabilidade e magnitude), com o objetivo de obter um índice global de impacto (SÁNCHEZ, 2020).

1.3.7 Superposição de cartas

Este método consiste na elaboração de diversos mapas temáticos utilizando ferramentas e técnicas cartográficas, que ao serem sobrepostos auxiliam nos estudos dos impactos ambientais. Geralmente é usado para complementar a análise realizada por outros métodos. Com a evolução das tecnologias de SIG (Sistemas de Informações Geográficas) e o consequente aumento da precisão dos mapas e dados, têm sido cada vez mais implementados nas AIA. As desvantagens da superposição de cartas estão relacionadas a subjetividades e as limitações da definição da abrangência da coleta de dados (SÁNCHEZ, 2020).

1.3.8 Modelos de Simulação

Este método utiliza de modelagens matemáticas e/ou inteligências artificiais para simular de forma simplificada as dinâmicas dos sistemas ambientais e sociais. Por ter auxílio de computadores, essa metodologia permite fazer análise de um volume expressivo de dados, realizando comparações e análises temporais com bastante facilidade (PANDOLFO, 2017). Ademais, geralmente é aplicada com outros métodos de AIA e, por ser necessário equipamento e pessoas especializadas, possui um alto custo para ser utilizada (JESUS et al., 2021).

Os métodos apresentados são a base para AIA, entretanto nem sempre são suficientes para fazer uma avaliação completa. Os principais problemas que as metodologias de avaliação de impactos ambientais possuem estão relacionados à subjetividade da avaliação, fazendo com que seja necessário a utilização de mais de um método por vez para ampliar o espectro da análise, além de profissionais multidisciplinares capacitados (SÁNCHEZ, 2020).

Além dos métodos de avaliação de impacto ambiental, também pode ser utilizado, para agregar a análise, diversas técnicas, modelos e métodos de valoração de impactos que são utilizados a depender do objetivo que se procura atingir. Em relação as técnicas pode-se utilizar o Processo Hierárquico Analítico; Análise Multicritérios; Método de Análise de Risco; Método de Avaliação de Efeitos Cumulativos entre outros. Na parte de métodos de

valoração de impactos ambientais temos a Análise de custo-benefício; Análise Custo Efetividade; Custo Oportunidade. Método de Valoração Contingente entre outros. Além disso é possível utilizar também o Modelo Pressão-Estado-Resposta criado pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (ROMACHELI, 2009).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do trabalho contou com uma pesquisa bibliográfica para o levantamento de informações prévias sobre a PCH do Lago Paranoá, bem como, para a caracterização da área e análise do método para avaliação dos impactos. Para a realização do diagnóstico, foi realizado o levantamento de dados secundários e revisão da literatura disponível que são fundamentais para estruturar um diagnóstico ambiental, pois “é com base nessas informações que são apontados os fatores ambientais positivos, as oportunidades, as fragilidades e ameaças da área, considerando aspectos de influência internos e externos” (TERRACAP, 2007).

Para a elaboração dos mapas, foi feita a aquisição os dados vetoriais: Mapa de Uso e Cobertura do Solo DF - 2020 (SISDIA, 2020); Limite do DF (IBGE, 2021); Regiões Administrativas do DF, Eixo do Trecho Rodoviário, Rios e Córrego e Lagos e Barragens (GEOPORTAL, s.d.), que foram processados no *software* QGIS (versão 3.12.3).

As pesquisas pelo referencial teórico, para elaboração do diagnóstico e a análise de significância, foram feitas utilizando palavras chaves como: Lago Paranoá, PCH, Avaliação de Impacto Ambiental, Impacto ambiental, Métodos de Avaliação de Impacto Ambiental, Legislação de AIA, Licenciamento Ambiental, Distrito Federal, Geologia, Geomorfologia, Batimetria, Altimetria, Hidrografia, Clima, Pedologia. Foram pesquisadas dentro do repositório da Universidade de Brasília, no site do Periódico Capes, Google Acadêmico e em portais como o da SISDIA, CAESB, ADASA, IBAMA, IBRAM, ANA e INMET.

Entre os métodos abordados para a análise dos impactos da PCH, foi escolhido para realização da análise dos impactos, o método de *Check-List e o AD HOC*, devido a estrutura do trabalho se basear em análises de dados secundários e na análise somente do meio físico, não sendo possível fazer um estudo mais aprofundado dos impactos.

O método de avaliação de impacto ambiental *AD HOC*, pressupõe a reunião de técnicos especializados para a avaliação dos elementos ambientais, entretanto, durante a confecção deste trabalho não foi possível reunir especialistas para realizar estas análises, por este mesmo motivo não foi utilizado a técnica Processo Hierárquico Analítico para diminuição da subjetividade dos resultados, sendo utilizado apenas o embasamento teórico presente na

literatura sobre cada um dos impactos para chegar em uma estimativa que deu origem as notas dos elementos ambientais que os compõem.

O critério para análise de significância foi baseado nos trabalhos de Romachelli (2009) e Sánchez (2020) com adaptações para avaliação dos impactos após os mesmos já terem ocorrido (Quadros de 4 a 9), pois a AIA de forma geral é feita antes da existência do empreendimento propriamente dito. A pontuação final foi obtida por meio da somatória das notas nos critérios de análise de significância (Quadro 10).

Quadro 4 - Descrição e escala de valor para o elemento ambiental “intensidade”

Intensidade		
Nota	Índice	Descrição
3	Alto	Alto grau de alteração causado pelo impacto no meio
2	Médio	Médio grau de alteração causado pelo impacto no meio
1	Baixo	Baixo grau de alteração causado pelo impacto no meio
0	Desprezível	Grau de intensidade do impacto é desprezível no meio.

Fonte: Adaptado de Romachelli (2009)

Quadro 5 - Descrição e escala de valor para o elemento ambiental “extensão ou abrangência”

Extensão ou Abrangência		
Nota	Índice	Descrição
3	Alto	É um impacto amplo, que atinge muito além dos limites do empreendimento, considerado regional, nacional ou global.
2	Médio	Atinge áreas próximas aos limites do empreendimento; considerado apenas local.
1	Baixo	Acontece apenas dentro da área do empreendimento.

Fonte: Adaptado de Romachelli (2009)

Quadro 6 - Descrição e escala de valor para o elemento ambiental “duração”

Duração		
Nota	Índice	Descrição
3	Alto (longo prazo)	Considera o impacto como permanente, sendo de longo prazo, ou seja, mais de 15 anos.
2	Médio (médio prazo)	É um impacto reversível com o tempo, onde o médio prazo é considerado em um intervalo de tempo de 5 a 15 anos
1	Baixo (curto prazo)	É um impacto rapidamente reversível, sendo de curto prazo e não ultrapassa os 5 anos.

Fonte: Adaptado de Romachelli (2009)

Quadro 7 - Descrição e escala de valor para o elemento ambiental “potencial de mitigação”

Potencial de mitigação		
Nota	Índice	Descrição
3	Baixo	Há um pequeno potencial de mitigação ou ainda, inexistem mecanismos de mitigação, não contribuindo muito para a minimização do impacto.
2	Médio	Há um potencial de mitigação dos impactos, porém ainda ocorrem efeitos significantes.
1	Alto	Há um alto potencial de mitigação dos impactos negativos, resultando em efeitos insignificantes.
0	Desprezível	No caso de impactos positivos, não há necessidade de mitigação dos impactos.

Fonte: Adaptado de Romachelli (2009)

Quadro 8 - Descrição e escala de valor para o elemento ambiental “ocorrência”

Ocorrência		
Nota	Índice	Descrição
3	Definitivo	Mais de 90% de possibilidade de ocorrência.

2	Provável	Acima de 70% de possibilidade de ocorrência.
1	Possível	Acima de 40% de possibilidade de ocorrência.
0	Improvável	Menos de 40% de possibilidade de ocorrência.

Fonte: Adaptado de Romachelli (2009)

Quadro 9 - Descrição e escala de valor para o elemento ambiental “reversibilidade”

Reversibilidade		
Nota	Índice	Descrição
3	Irreversível	Irreversível (Mesmo com ações corretivas, não revertem o impacto, ou mesmo se revertesse é economicamente inviável)
2	Baixo	Baixa reversibilidade (Necessárias ações corretivas para reverter o impacto)
1	Médio	Média reversibilidade (Não são necessárias ações corretivas, mas a reversibilidade não é imediata)
0	Alto	Altamente (Não são necessárias ações corretivas, reversibilidade é imediata ou quase que imediata)

Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 10 - Pontuação para análise de Significância de um impacto.

Significância	
Pontuação	Índice
13 a 18	Alto
7 a 12	Médio
3 a 6	Baixo

Fonte: Elaborado pelo Autor

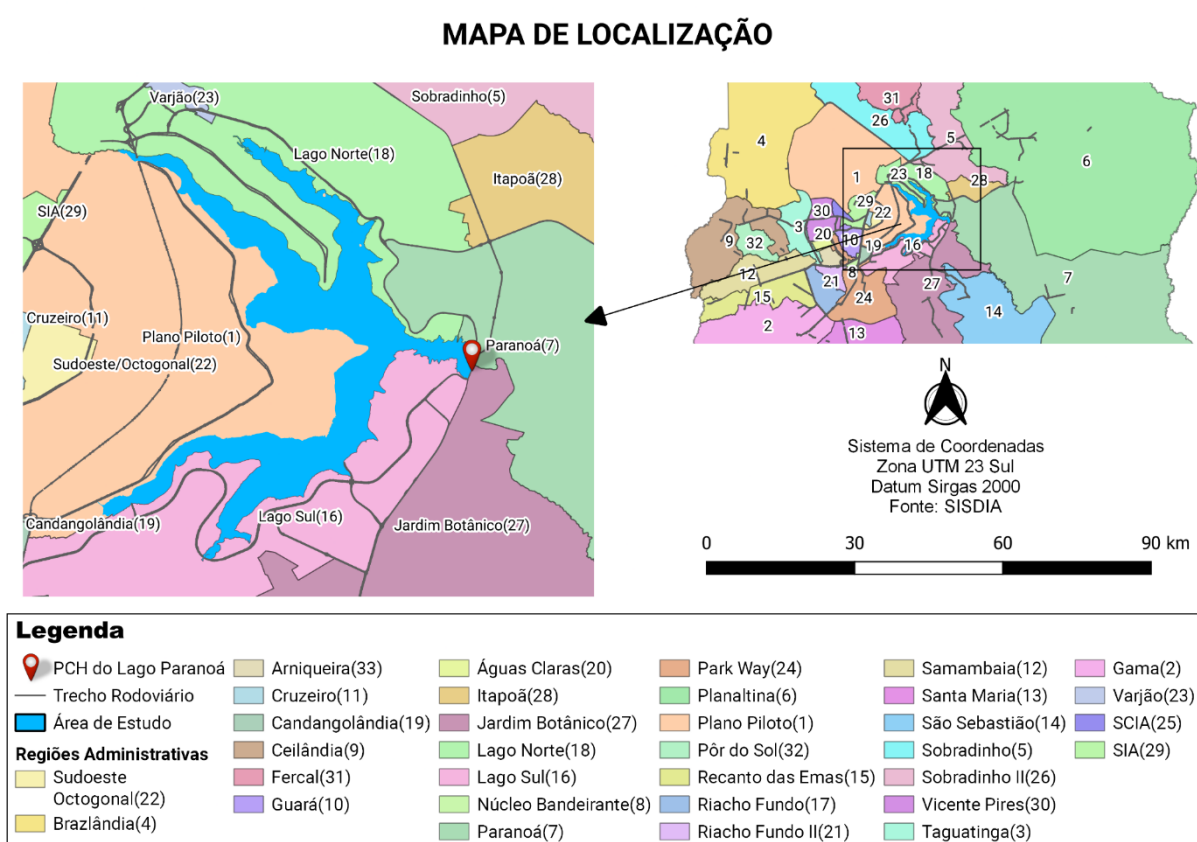
Então, após o processo de análise de significância dos impactos e a geração de notas para cada um deles, foi proposto diversas medidas mitigadoras que abrangesse todos os impactos, e no final, analisou-se as medidas propostas com as que estão atualmente em vigor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A Pequena Central Hidrelétrica do Lago Paranoá está localizada na região do Plano Piloto da cidade de Brasília - DF, rodeado pelas regiões administrativas - Lago Sul, Lago Norte, Plano Piloto, Paranoá e Jardim Botânico (Figura 1).

Figura 1- Mapa de localização da PCH do Lago Paranoá



Fonte: Elaborado pelo Autor

A PCH teve sua construção iniciada em 1959 e terminada em 1962 e é atualmente gerida pela Companhia Elétrica de Brasília (CEB) - Holding formada pela CEB Distribuição S.A., CEB Geração S.A., CEB Participações S.A., CEB Lajeado S.A., Companhia Brasiliense de Gás S.A., Corumbá Concessões S.A. e a BSB Energética S.A - que em 2022 assinou o termo de prorrogação do contrato de Concessão por mais 30 anos, ficando em sua gestão até abril de 2050 (CEB, 2022). O reservatório da PCH é formado por meio do barramento dos

cursos d'água da bacia hidrográfica que está inserido (Figura 2).

Figura 2 - Barragem da PCH do Paranoá



Fonte: CEB Geração S.A. (2019)

As capacidades de armazenamento de uma central hidrelétrica são dependentes das características físicas da região, em especial as características topográficas do vale. A variação na sua capacidade de armazenamento é consequência da redução do volume disponível, devido ao acúmulo de sedimentos na barragem (CARVALHO, 2008; CARVALHO et al., 2000).

Para o devido processo de licenciamento, as principais informações a respeito das características físicas do reservatório devem estar em constante atualização, principalmente no que tange o volume do reservatório por ter um constante processo de assoreamento. A ficha técnica da PCH presente no quadro 11, elaborado em 2019 pela Fractal Engenharia e revisado pela CEB, possui informações atualizadas das principais características da barragem do Lago Paranoá (ENGENHARIA, 2019).

Quadro 11 - Ficha Técnica da PCH Paranoá

(1) Reservatório

NA Montante - Reservatório:	
- Máximo Maximorum [m]	1.000,80
- Máximo Normal [m]	1.000,65
- Mínimo Normal [m]	999,8
NA Jusante	
- Máximo Maximorum [m]	894,50
- Máximo Normal [m]	n/d
- Mínimo Normal [m]	n/d
Áreas Inundadas:	
- No NA Máximo Maximorum [km ²]	40,00
Volume do Reservatório:	
- No NA Máximo Maximorum [hm ³]	498,00
- No N.A. Mínimo Normal [hm ³]	48,00
(2) Barragem Principal	
Tipo	Terra e Enrocamento
Comprimento Aprox. da Crista [m]	600,00
Altura Máxima Aprox. [m]	48,00
Cota da Crista [m]	1.003,80
(3) Sistema Extravasador	
Vertedouro de Superfície - Controlado	

Vazão de Projeto [m ³ /2] (TR - Decamilenar)	543,00
(3) Sistema Extravasor	
Cota da soleira [m]	993,50
Comprimento da Calha [m]	140,00
Número de Vãos	3
Dissipação de Energia	Dentes de dissipação combinados com o patamar de rochas
Comportas	
Tipo	
Quantidade	Terra e Enrocamento
Comprimento [m]	600,00
Altura [m]	48,00
Acionamento [m]	1.003,80
Vazão Máxima total (cada comporta) [m ³ /s]	150,00
(4) Sistema Aduutor	
Tipo	Gravidade
Número de tomadas	1
Largura [m]	8,00
Comprimento [m]	13,50
Comporta	Tipo serviço
Conduto de Adução	Concreto/ Metálico

Comprimento Total Aprox. [m]	1.300,00
Material nos primeiros 150 m	Concreto
Diâmetro Interno nos primeiros 150 m	3,00
Material após 150 m	Aço
Diâmetro Interno após 150 m	3,00
Chaminé de Equilíbrio	
Altura [m]	20,00
Diâmetro [m]	8,00
Material da Estrutura	Metálico
Conduto forçado	
Número de unidades	1
Comprimento Total Aprox. [m]	255,00
Diâmetro Interno [m]	2,60
Desnível [m]	93,54
Material	
(5) Casa de Força	
Tipo	Semi-exposta
Número de Unidade Geradoras	3,00
Largura [m]	n/d
Comprimento [m]	n/d

(6) Turbinas Hidráulicas	
Tipo	Francis eixo vertical
Número de Turbinas	3,00
Potência Nominal Unitária [CV]	12.675
Rotação Nominal [rpm]	514,3
Engolimento Máximo Unitário [m³/s]	10,34
Queda Bruta Máxima [m]	105,00
(7) Geradores	
Potência Nominal Unitária [MVA]	8,7/10
Tensão Nominal [kV]	13,20
Frequência [Hz]	60,00
Fator de Potência	0,90
(8) Energia	
Potência da Usina [MW]	30
Energia Firme [MW médios]	13
(9) Bacia Hidrográfica	
Área de Contribuição do reservatório [km²]	1.004,08
Declividade	4,87
Comprimento aprox. do rio Paranoá [km]	35,00
(10) Dados Hidrometeorológicos	

Precipitação Média Anual [mm]	1.415,5
Evapotranspiração Média Anual [mm]	1.195,7

Fonte: Adaptado de Engenharia (2019)

De acordo com o quadro 11, a PCH do Lago Paranoá é dividida em: Reservatório; Barragem principal; Sistema Extravasor. Sistema Adutor; Casa de Força; Turbinas Hidráulicas e Geradores. A potência da PCH é de 30MW, tendo a capacidade de energia firme, quantidade de energia sem risco de não atendimento a contratos de energia, de 13MW médios. Possui um total de 3 unidades geradoras e 3 turbinas hidráulicas. A barragem principal possui uma altura máxima de aproximadamente 48m com o comprimento aproximado de Crista de 600m que atinge a cota de 1003,80m O sistema extravasor possui 3 comportas de 7,5m de altura aproximado, sistema de acionamento mecânico-motorizado, e vazão máxima total de 150m³/s. O sistema adutor é do tipo gravidade com largura de 8m por 13,5m de comprimento.

As informações presentes nesse quadro são parte essencial da documentação necessária para que a PCH fique em conformidade com a Lei Federal nº 12.334/2010 (ENGENHARIA, 2019)

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A caracterização da área geralmente é feita de acordo com as áreas de influência que são regiões afetadas direta ou indiretamente afetadas pelos impactos causados pela implementação e operação do empreendimento no contexto da bacia hidrográfica na qual está inserido (CONAMA, 1986). Neste trabalho, utilizou-se as delimitações feitas pela CEB, onde: Para a ADA - Adotou-se os limites do trecho à jusante do barramento até a casa de força, e demais estruturas do empreendimento, tais como barramento, subestação, tomada d'água, adutora e casa de força. AII - Adotou-se os limites das feições físicas das cotas superiores da área de drenagem da bacia hidrográfica do rio Paranoá, tomando como referência a montante a partir da casa de força. Enquanto para AID delimitou-se um raio de 100m a partir da Casa de Força (CEB, 2014).

Mediante a isto, o diagnóstico da área se deu como base na Área de Influência Indireta da PCH do Lago Paranoá que engloba toda a região do Distrito Federal.

3.2.1 Geologia

O Lago Paranoá, assim como o Distrito Federal, está localizado no setor oriental da Província Estrutural do Tocantins (CAMPOS, 2004). As rochas que compõem essa região são: quartzitos, puros e micáceos, metarritmitos, ardósias, filitos, xistos e mármore, compondo um conjunto de metassedimentos de baixo grau de metamorfismo. O DF apresenta quatro unidades estratigráficas regionais incluindo os grupos Paranoá e Canastra, possuindo idade meso/neoproterozóica, Araxá e Bambuí, contendo idade neoproterozóica, e suas respectivas camadas de solo são reconhecidos no Distrito Federal, (FREITAS-SILVA & CAMPOS, 1998).

Segundo Campos (2004), a unidade estratigráfica do Grupo Paranoá está presente em boa parte da área total do Distrito Federal, aproximadamente 65% da extensão territorial, sendo identificável sete unidades litoestratigráficas correlacionáveis, da base para o topo, com as sequências deposicionais Q2, S, A, R3, Q3 R4 e PC.

Unidade estratigráfica Canastra - Ocupa cerca de 15% da área total do DF, sendo distribuído pelos vales dos rios São Bartolomeu (na porção central do DF) e Maranhão (na porção centro-norte do DF). É constituído essencialmente por filitos variados (CAMPOS et al., 2013).

Unidade estratigráfica Araxá - ocupa cerca de 5% da área total do DF e está limitado ao setor sudoeste do Distrito Federal. De forma geral é composto por xistos variados e lentes de quartzitos micáceos (FREITAS-SILVA & CAMPOS, 1998)

Unidade estratigráfica Bambuí - Ocupa cerca de 15% da área total do DF, sendo observado na porção leste ao longo do Vale do Rio Preto. É composto por metassiltitos diversos (MARTINS, 2004).

3.2.1 Pedologia

Segundo Jacomine (2013) o solo é classificado como:

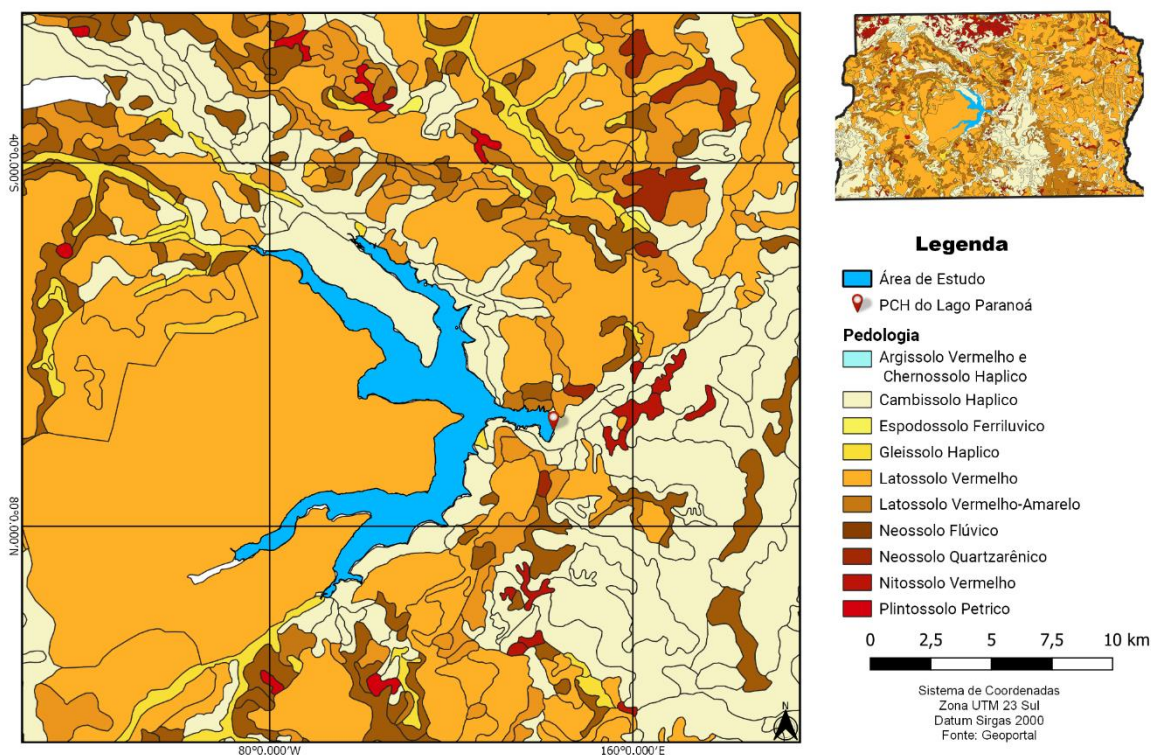
“Uma coleção de corpos naturais, tridimensionais, dinâmicos, constituídos por partes sólida, líquidas e gasosas, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas.”

Os solos do Distrito Federal são produtos do intemperismo de rochas proterozóicas dos grupos Paranoá, Araxá, Canastra e Bambuí (DIAS, 2011). O Distrito

Federal possui uma composição pedológica bem característica das regiões do cerrado, sendo composto por latossolos, cambissolos, neossolos quartzarênicos, plintossolos, gleissolos, argissolos e nitossolos (CAMPUS, 2004). Já no contexto da região do Lago Paranoá, temos a presença das classes pedológicas: latossolos, neossolos flúvicos e quartzarênicos, cambissolo, gleissolo e plintossolo (TERRACAP, 2007).

Segundo a Embrapa (1978), identifica-se na região três principais classes de solos, sendo eles: Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo que abrangem a maior parte da extensão territorial do Distrito Federal, algo em torno de 85% (Figura 3). O restante do território é composto pelas outras classes de solos, pelas superfícies aquáticas e áreas urbanas.

Figura 3: Mapa Pedológico do DF
PEDOLOGIA



Fonte: Embrapa (1978).

A classe dos Latossolos, que são divididos em Latossolos Vermelhos (38,63%) e Vermelho-Amarelo (15,84%), representam cerca de 54,47% dos solos do Distrito Federal (MARTINS, 2014). Independentemente da sua coloração, os latossolos apresentam as

mesmas características geotécnicas, ou seja, solos com ótimas condições para ocupação urbana, distróficos, e geralmente ocorrem em áreas com padrão de relevo pouco movimentado (TERRACAP, 2007).

Um dos trabalhos mais completos sobre a classificação das classes pedológicas do DF, foi o realizado pela Embrapa em 1978, que caracteriza o Latossolo Vermelho como sendo um solo não hidromórfico, com horizonte A e horizonte B latossólico, possuindo uma textura argilosa ou média, sendo rico em oxi-hidróxidos de ferro e alumínio. É um solo poroso, com uma alta permeabilidade e fortemente drenado, além de possuir uma alta acidez e uma alta concentração de alumínio (REATTO et al., 2004).

O Cerrado e o Cerradão, geralmente são vegetações relacionadas a esse tipo de solo, que encontra-se de forma geral em regiões de relevo plano a suave-ondulado, além de ocorrer em regiões de chapadas mais elevadas e nos divisores de drenagens mais contínuos, sobre as rochas do Grupo Paranoá (MARTINS, 2014; DIAS, 2011)

Características do horizonte B latossólico - espessura raramente menor que 250 cm; pouca ou nenhuma diferença entre os subhorizontes B; relação $K_i > 2,5$; gradiente textural B/A baixo (TERRACAP, 2007).

Segundo Embrapa (1978), o que diferencia os Latossolos Vermelho e os Vermelho-Amarelo é a cor do horizonte B. Neste, as cores variam do vermelho ao amarelo, matiz 2,5YR ou mais amarelado.

Geralmente ocorrendo ao redor das chapadas mais elevadas nas áreas de ocorrência do Grupo Paranoá e nas chapadas mais baixas sobre rochas do Grupo Canastra, sempre adjacentes à classe dos latossolos vermelho-escuros. A vegetação associada é geralmente de Cerrado *stricto sensu*, Campo Limpo e Campo Sujo (DIAS, 2011).

Segundo Terracap (2007), os Latossolos Vermelho-Amarelo são solos não hidromórficos, profundos, com o horizonte B espesso (>50cm), possuindo baixa suscetibilidade à erosão, alta porosidade e com a textura argilo-arenosa a arenosa (quando desenvolvidos) tornando-os solos bem drenados.

O Neossolo Flúvico é formado pelos materiais transportados pelos sistemas fluviais e acumulados em regiões de várzeas e planícies de inundação, apresentando, de forma geral, granulometria arenosa. O perfil dos horizontes é caracterizado por serem descontínuos, heterogêneos e pouco evoluídos. No geral, os Neossolos Flúvicos apresentam propriedades muito semelhantes aos gleissolos e, geralmente, se formam em áreas marginais das drenagens

superficiais que, por se tratar de áreas de preservação permanente, possuem restrições de ocupação (MARTINS, 2014 e EMBRAPA, 1978).

No contexto do DF, os Neossolos Flúvicos são encontrados de maneira mais abundante em regiões como o da APA do Lago Paranoá, mais precisamente nos vales dos ribeirões do Torto e Bananal, apresentando vegetação de Mata de Galeria e Ciliar (TERRACAP, 2007)

Os Neossolos Quartzarênicos ocorrem em pequenas manchas sobre rochas de quartzitos. Eles possuem uma espessura média de 2 metros, são solos não-hidromórficos e pouco evoluídos, possuindo uma textura arenosa para franco arenosa, sendo constituídos, principalmente, por quartzo. São solos provenientes das rochas metassedimentares quartzíticas do grupo Paranoá, são distróficos (alta acidez) e álicos (alta concentração de alumínio), porosos e excessivamente drenados devido a sua composição granulométrica - grãos de areia simples e pedregosidade e rochosidade comuns (TERRACAP, 2007).

Por não terem uma estruturação e pela desagregação, causada por ausência de argilas, são solos facilmente erodíveis e altamente colapsáveis. E por ocorrerem de forma geral em bordas de chapas sua ocupação urbana deve ser preferencialmente evitada (MARTINS, 2014 e TERRACAP, 2007). Na APA do Lago Paranoá, as áreas mais expressivas desses neossolos ocorrem nas bordas da Chapada de Brasília (TERRACAP, 2007).

Segundo Dias (2011), os cambissolos são solos pouco desenvolvidos e possuem a característica de ter o horizonte B pouco desenvolvido, onde alguns minerais e fragmentos da rocha de origem ainda estão presentes. Eles aparecem, de maneira geral, nas vertentes das bacias dos Rios Maranhão, Descoberto e São Bartolomeu e nas encostas com declividades mais elevadas, na Bacia do Rio Preto e na depressão do Paranoá. A vegetação relacionada a esse tipo de solo, geralmente é de Campo Limpo (CAMPOS E FREITAS SILVA, 2001).

As características que diferenciam um cambissolo de um latossolo são basicamente - espessura do horizonte B quase sempre menor 80cm, relação Ki (índice de intemperismo) > 2,2, apresenta de forma geral, uma textura mais grosseira, saprolito com maior espessura, além de possuir uma transição clara e abrupta entre os horizontes do solo (MARTINS, 2014).

Já os gleissolos compõem uma classe de solo hidromórfico, que ocorre apenas em terras úmidas, em terrenos típicos de campos de murundus, encontrando-se parcial ou

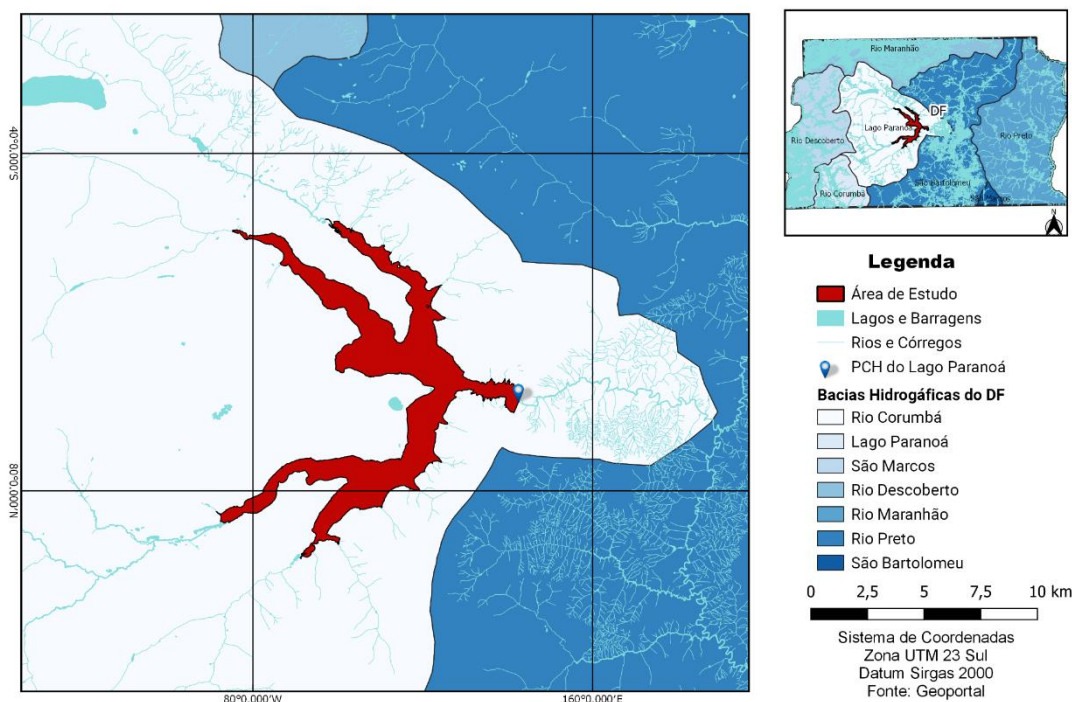
totalmente encharcados. Esse tipo de solo é pouco desenvolvido e surge em regiões de depressões da paisagem, que por conta do relevo, estão sujeitas a inundações e são recobertas por vegetação adaptada, fazendo com que apareçam, com frequência, camadas de matéria orgânica além de possuírem uma textura que varia de arenosa a argilosa (EMBRAPA, 1978 e TERRACAP, 2007).

Os plintossolos são solos hidromórficos, distróficos, mal drenados e caracterizam-se por apresentar plintitas ou petroplintitas nos primeiros centímetros do perfil do solo. Este possui o horizonte A bem definido, com textura franco-argilo-arenosa e estrutura fraca, já o horizonte B apresenta texturas variando entre franco-argilo-arenoso e franco argiloso (TERRACAP, 2007). Eles ocorrem em regiões de drenagens e próximo a regiões de afloramento do lençol freático, e no DF, ocorrem ao longo das bordas da Chapada de Brasília, e a vegetação associada é a de Mata de Galeria (MARTINS, 2014).

3.2.1 Hidrografia

Conforme Ferrer e Del Negro (2011) a Unidade Hidrográfica do Lago Paranoá é formada pelo Lago, com uma área de 37,5 km², e por alguns afluentes - córregos Cabeça de Veado, Canjerana, das Antas, Taquari, Gerivá e Palha, totalizando 18% de ocupação da área do Distrito Federal (Figura 4). Aproximadamente dois terços da área da Bacia do Lago Paranoá é compreendida por áreas protegidas, sendo elas, a unidade do Lago Paranoá e dos Ribeirões do Gama, do Riacho Fundo, do Bananal e de Santa Maria/Torto, compostos por uma série de rios, riachos, ribeirões e córregos.

Figura 3 - Mapa de Hidrografia do DF
HIDROGRAFIA



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Os principais afluentes presentes no Mapa de Hidrografia são o ribeirão do Torto, ribeirão do Gama, ribeirão Riacho Fundo, ribeirão Bananal e o rio Paranoá.

Segundo Embrapa (1978), o Lago Paranoá drena aproximadamente uma área de 3600 km² do DF, possuindo uma descarga de 44 m³/segundo, sendo formado por três bacias secundárias - rio Descoberto, São Bartolomeu e Ponte Alta. Todos os rios do Distrito Federal são rios de planalto, cujo regime é perene e é típica a ocorrência de corredeiras e quedas d'águas (EMBRAPA, 1978).

Segundo Embrapa (1978), o rio Descoberto nasce dentro da área do Distrito Federal, formando-se no limite oeste da região, sendo seus principais afluentes: ribeirão Rodeador e Engenho das Lajes; rio Melchior e córrego Samambaia.

O rio São Bartolomeu também nasce dentro do DF, drenando sua parte central, e os seus principais afluentes são (EMBRAPA, 1978): ribeirão Pípiripau, Mestre d'Armas, Sobradinho, Santana, Cachoeirinha e da Papuda e o rio Paranoá (em sua bacia encontra-se a cidade de Brasília). Já o rio Ponte Alta nasce próximo a região do Gama e apresenta uma descarga média de 8 m³/segundo (EMBRAPA, 1978).

A bacia do São Francisco drena aproximadamente 1400 km² do DF, possui uma descarga de 55 m³/segundo e é constituída pela bacia do rio Preto cuja nascente fica próxima à cidade de Formosa. Os seus principais afluentes são (EMBRAPA 1978): ribeirão Santa Rita e Extrema; córrego Retiro do meio e Jibóia e os rios Jardim e São Bernardo.

A bacia do Tocantins, que drena aproximadamente 770 km², do DF é composta pela bacia do rio Maranhão, cuja nascente fica próxima a região do DF. Principais afluentes (EMBRAPA, 1978): ribeirões Palmeira, Dois irmãos e da Contagem e os rios Sonhim, das Salinas e do Sal.

3.2.1 Geomorfologia

Segundo Campos (2004), a região do DF encontra-se no Planalto Central do Brasil, onde localizam-se as cabeceiras de afluente dos três principais rios brasileiros - O Rio Preto, afluente do Rio São Francisco; o Rio Maranhão, afluente do Rio Tocantins e o Rio São Bartolomeu e Descoberto, tributários do Rio Paranoá. Entre os fatores que influenciam na formação geomorfológica da região, destacam-se o clima, o tipo de vegetação, a evolução dos perfis de alteração e a estruturação das placas tectônicas.

A região do Distrito Federal apresenta 3 macrounidades e 13 unidades geomorfológicas. O Lago Paranoá está inserido nesta classificação na Região de Chapada de Brasília, esta unidade é definida por seu relevo plano a suave ondulado e por possuir cotas acima de 1000m (PINTO, 1986).

A geologia é o principal condicionante da incisão de vales, densidade, forma da rede de drenagem, variações de altitude e, principalmente, da evolução morfodinâmica e da paisagem atual do Distrito Federal (CAMPOS, 2004).

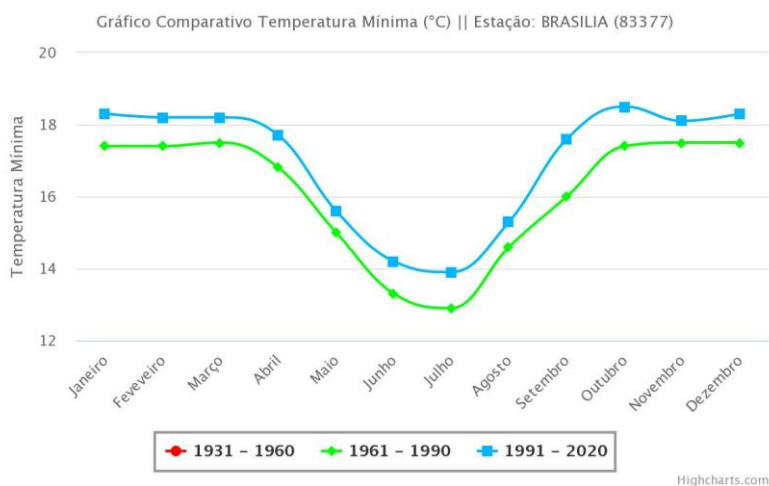
3.2.1 Clima

Na área do Distrito Federal, região onde está inserida a PCH do Lago Paranoá, no mês mais frio, a temperatura mínima atinge valores inferiores a 18°C (Figura 5), já no mês mais quente alcança máximas acima de 29°C (Figura 6), ficando com uma temperatura média ao longo do ano de aproximadamente 22°C (Figura 7).

As precipitações variam entre 1500 mm e 2000 mm anuais, e em janeiro alcança o maior índice pluviométrico, algo em torno de 320 mm/mês e, durante os meses de junho a agosto alcançam uma média mensal em torno de 50mm (EMBRAPA, 1978).

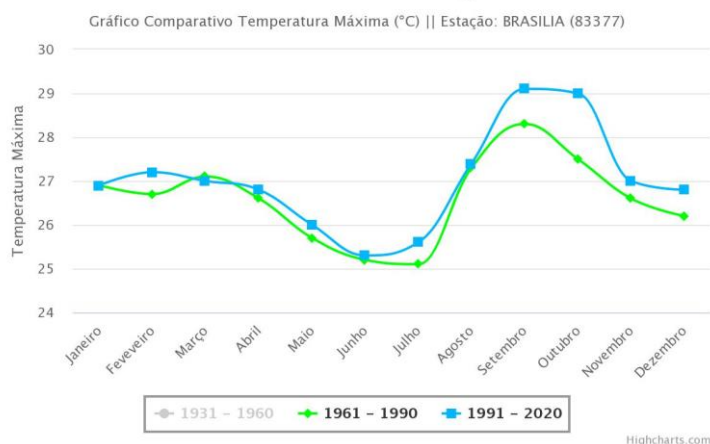
Quanto à umidade relativa do ar, durante os meses chuvosos, os valores giram em torno de 75%. Já nos períodos de seca, a média mínima fica em torno de 30%, porém, podendo alcançar valores abaixo de 15% nos dias mais secos (Figura 8) (MARTINS et al, 2004).

Figura 4 - Gráfico Comparativo Temperatura mínima (°C)
Instituto Nacional de Meteorologia - INMET



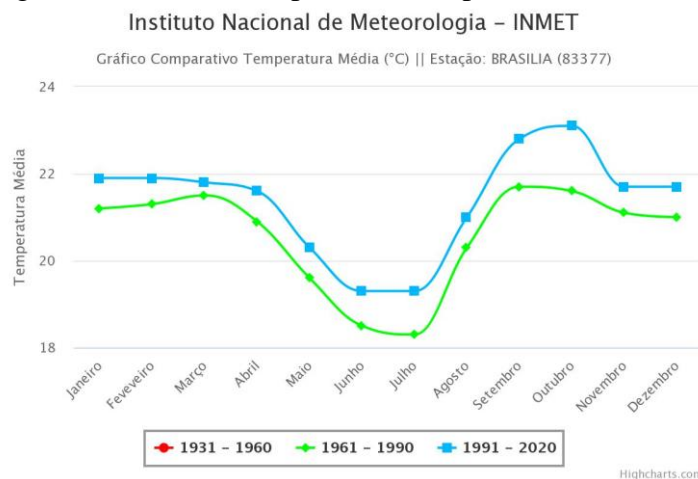
Fonte: INMET (2022)

Figura 5 - Gráfico Comparativo Temperatura Máxima (°C)
Instituto Nacional de Meteorologia - INMET



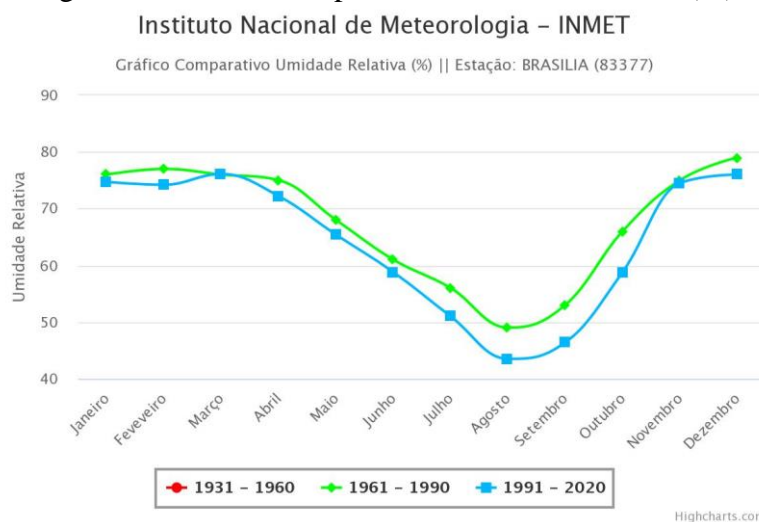
Fonte: INMET (2022)

Figura 6 - Gráfico Comparativo Temperatura média (°C)



Fonte: INMET (2022)

Figura 7 - Gráfico Comparativo Úmidade Relativa (%)



Fonte: INMET (2022)

Pelos gráficos, o clima da região do Distrito Federal, segundo a classificação de Köppen, enquadra-se entre os tipos temperado chuvoso de inverno seco e tropical de savana. Ele possui duas estações bem definidas, uma chuvosa e quente que ocorre entre os meses de outubro e abril, e outra fria e seca, de maio a setembro (HIDROGEO,1990).

3.2.1 Batimetria

Os reservatórios são conhecidos por terem, ao longo dos anos, problemas com assoreamento e o Lago Paranoá não é exceção. Aguiar et al (2019), por meio da coleta de dados batimétricos e a posterior integração com os resultados obtidos com a técnica de perfilamento a laser, calculou, utilizando de registros volumétricos anteriores ao represamento do Lago Paranoá, uma perda de aproximadamente 6,4% do seu volume original, algo equivalente a 31.571.377m³, assoreando numa taxa de aproximadamente 563.774,58m³ por ano, como demonstrado nas Quadros 12 e 13.

Quadro 12 - Cota x Área x Volume do Lago Paranoá em 2018

Cota (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
955	0	0
960	14.251	17.594
965	80231	217379
970	303.339	1.122.194
975	1655307	4681474
980	6.741.486	24.196.056
985	14.515.359	76.899.654
990	21.606.198	167.004.022
995	29.371.812	294.220.877
1000	37.528.552	460.792.734

Fonte: Aguiar et al (2019)

Quadro 13 - Evolução das Cotas do Lago Paranoá de 1960 a 2018

Ano	Cota (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)	Perda volumétrica (%)
1960	1000	38.881.906	492.364.111	0
2018	1000	37.528.552	460.792.734	6,4

Fonte: Aguiar et al (2019)

A partir dos quadros 12 e 13 é possível notar que veem ocorrendo um constante processo de erosão das margens e conseqüente perda volumétrica pelo acúmulo de sedimentos

no interior do Lago, problema este que se não for mitigar ou até mesmo corrigido, pode acabar gerando danos estruturais a barragem da PCH do Lago Paranoá.

3.3 ANÁLISE DE SIGNIFICÂNCIA DOS IMPACTOS

No que tange o processo de licenciamento ambiental de empreendimentos existentes antes da legislação CONAMA 1/86, a exigência dos órgãos ambientais era que fossem realizados processos de regularização, que consistiam em elaboração de documentos análogos ao EIA, só que mais simplificados, como um Relatório de Impacto Ambiental - RCA, com o objetivo de identificar os impactos gerados pelo empreendimento e as soluções empregadas. A partir disso, poder gerar as licenças necessárias para a adequação do empreendimento e as medidas cabíveis necessárias para compensar/remediar ou mitigar os impactos gerados pelo mesmo (BRASIL, 2008).

A análise de significância e os estudos de impacto ambiental, não necessariamente um EIA em si, mesmo a posteriori a construção de um empreendimento, é de suma importância tanto como subsídio para o processo de licenciamento ambiental, obtenção da licença de operação, quanto como base de informação para as agências governamentais a respeito dos impactos que possuem maior significância e que precisam ser mitigados, remediados ou compensados provenientes da existência de um determinado empreendimento em uma determinada região.

Após análise identificou uma série de impactos causados pela PCH do Lago Paranoá, sendo eles: Alterações hidrológicas; Perda na qualidade da água; Aumento do potencial de água potável; Alterações das propriedades do solo; Erosão do solo; Perda de área agricultável; Alterações no Microclima; Assoreamento do Lago Paranoá e Emissão de Gases de efeito estufa. Dessa forma, após a análise da literatura e posterior avaliação dos impactos, elaborou-se uma ficha com a descrição de cada impacto encontrado com suas respectivas notas, estabelecidas pelo autor, de acordo com os critérios utilizados (Quadros de 14 ao 22.) e, um quadro resumo com as notas finais e o nível de significância obtido por cada um deles (Quadro 23).

Quadro 14 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto – Alterações no Microclima

1.Alterações no Microclima

Descrição: Segundo Souza (2010), a presença de lagos artificiais próximo a perímetros urbanos, não altera de forma significativa as temperaturas médias e a umidade relativa do ar, entretanto funciona como um regulador térmico e higrométrico, trazendo os fatores climáticos próximos às médias. O Lago Paranoá atua como um regulador térmico do perímetro urbano e na sua zona de influência, evitando com que haja variações bruscas da temperatura e da umidade relativa do ar ao seu redor.

Natureza	Negativo
Critérios Avaliados	Nota
Intensidade	3
Extensão ou Abrangência	2
Duração	3
Potencial de mitigação	0
Ocorrência	3
Reversibilidade	0
Nota Final	11
Significância	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor(2022)

Quadro 15 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Perda na qualidade da água

2.Perda na qualidade da água	
Descrição: Devido a transformação da região onde está inserido o Lago Paranoá de um ambiente lótico, fluxo constante de água, e em um ambiente lêntico, água parada e sem corrente, houve a alteração da capacidade de depuração desse corpo hídrico. Isso contribui para a perda da qualidade da água e facilita os processos de eutrofização do lago.	
Natureza	Negativo
Critérios Avaliados	Nota
Intensidade	3
Extensão ou Abrangência	3
Duração	3
Potencial de mitigação	2
Ocorrência	3
Reversibilidade	2

Nota Final	16
Significância	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor(2022)

Quadro 16 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Alteração das propriedades do solo

3.Alteração das propriedades do solo	
Descrição: Ao analisar as características de solos hidromórficos como o Gleissolo que compõem uma classe de solos hidromórficos típicos de áreas úmidas encontrando-se parcial ou totalmente encharcados e, comparar com algumas regiões dentro da área de estudo, foi possível notar alterações pedológicas resultantes da construção da PCH do Lago Paranoá que fez com que áreas outrora secas, se tornassem parcialmente ou totalmente alagadas, característica típica de solos hidromórficos. Além disso, outras características físicas e biológicas visuais dão indícios de um processo de hidromorfização do solo, como: a presença de espécies exóticas, que se estabelecem em regiões de áreas degradadas úmidas e o acinzentamento dos solos presentes nas regiões alagadas, São necessário estudos químicos-físicos mais aprofundados para se confirmar este processo.	
Natureza	Negativo
Critérios Avaliados	Nota
Intensidade	2
Extensão ou Abrangência	2
Duração	3
Potencial de mitigação	3
Ocorrência	3
Reversibilidade	1
Nota Final	14
Significância	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor(2022)

Quadro 17 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Assoreamento do Lago Paranoá

4.Assoreamento do Lago Paranoá
Descrição: O Lago Paranoá funciona como uma barreira de sedimentos que vão se acumulando e assoreando o lago. O excesso de acúmulo de sedimento possui vários impactos no sistema, como: diminuição da vida útil do empreendimento, pois ocorre a diminuição do volume de armazenamento de água e, consequente

diminuição do potencial de geração de energia e abastecimento de água, além de causar danos estruturais e perda da qualidade da água por acúmulo de nutrientes e metais pesados nos sedimentos (DA FONSECA, 2002). Como constatado na Batimetria, ocorreu ao longo dos anos uma perda de área e por consequência volumétrica, do Lago Paranoá, devido ao seu assoreamento, muitas vezes intensificado pela atividade náutica.

Natureza	Negativo
Critérios Avaliados	Nota
Intensidade	1
Extensão ou Abrangência	1
Duração	3
Potencial de mitigação	2
Ocorrência	3
Reversibilidade	0
Nota Final	10
Significância	Média

Fonte: Elaborado pelo autor(2022)

Quadro 18 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Emissão de gases de efeito estufa

5.Emissão de gases de efeito estufa	
Descrição: Lagos artificiais, como o Lago Paranoá, liberam dióxido de carbono e metano para a atmosfera, os quais contribuem para o aquecimento global. A produção destes gases é resultado da decomposição da matéria orgânica encontrada nos sedimentos acumulados nestes sistemas. A emissão gasosa varia entre os diferentes tipos de lagos artificiais, podendo atingir os níveis das emissões de gases provocados pela combustão de substâncias fósseis. Entretanto, a liberação desses gases vai diminuindo ao longo do tempo, sendo liberados quantidades elevadas durante o enchimento e, diminuindo progressivamente com o período de vida útil do empreendimento (DA FONSECA, 2002).	
Natureza	Negativo
Critérios Avaliados	Nota
Intensidade	0
Extensão ou Abrangência	3
Duração	3
Potencial de mitigação	1

Ocorrência	3
Reversibilidade	0
Nota Final	10
Significância	Média

Fonte: Elaborado pelo autor(2022)

Quadro 19 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Aumento do potencial de água potável

6.Aumento do potencial de água potável	
Descrição: A água acumulada para criação e posterior aproveitamento energético pode ser utilizada para consumo da população, abastecendo a cidade de Brasília e, caso necessário, regiões do entorno.	
Natureza	Positivo
Critérios Avaliados	Nota
Intensidade	3
Extensão ou Abrangência	3
Duração	3
Potencial de mitigação	0
Ocorrência	3
Reversibilidade	3
Nota Final	15
Significância	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor(2022)

Quadro 20 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Perda de áreas agricultáveis

7.Perda de áreas agricultáveis	
Descrição: Com a construção do Lago Paranoá e a criação legal da sua área de preservação, a partir do decreto Decreto nº 12.055, de 14 de dezembro de 1989, teve-se a perda aproximada de 16000 hectares de área agricultável.	
Natureza	Negativo
Critérios Avaliados	Nota
Intensidade	3

Extensão ou Abrangência	2
Duração	3
Potencial de mitigação	3
Ocorrência	3
Reversibilidade	0
Nota Final	14
Significância	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor(2022)

Quadro 21 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Alterações hidrológicas

8.Alterações hidrológicas	
Descrição: Já é sabido que a construção e operação de uma PCH gera alterações nos padrões hidrológicos na região na qual está inserido, alterando principalmente as vazões dos corpos hídricos (Sabino, 2017).	
Natureza	Negativo
Crítérios Avaliados	Nota
Intensidade	3
Extensão ou Abrangência	3
Duração	3
Potencial de mitigação	3
Ocorrência	3
Reversibilidade	3
Nota Final	18
Significância	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor(2022)

Quadro 22 - Ficha de Análise de significância e descrição do impacto - Erosão do solo

9.Erosão do solo	
Descrição: A construção da PCH do Lago Paranoá provocou mudanças no uso e ocupação da terra da área, além de ter alterado o funcionamento do ciclo hidrológico natural assim como as funções da bacia hidrográfica da região, uma vez que houve a impermeabilização do solo e a canalização das drenagens, facilitando o desenvolvimento de processos erosivos em vários pontos ao redor do Lago, que são intensificados pela retirada da vegetação e pelo surgimento de ondas que erodem suas margens.	
Natureza	Negativo
Critérios Avaliados	Nota
Intensidade	3
Extensão ou Abrangência	2
Duração	3
Potencial de mitigação	1
Ocorrência	3
Reversibilidade	2
Nota Final	14
Significância	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor(2022)

Quadro 23 - Resumo das notas e avaliações de significância dos impactos

Impacto	Nota Final	Significância
Alterações hidrológicas	18	Alta
Perda na qualidade da água	16	Alta
Aumento do potencial de água potável	15	Alta
Alterações das propriedades do solo	14	Alta
Erosão do solo	14	Alta

Perda de área agricultável	14	Alta
Alterações no Microclima	11	Média
Assoreamento do Lago Paranoá	10	Média
Emissão de Gases de efeito estufa	10	Média

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Por meio do quadro 23 é possível verificar que a maioria dos impactos relacionados ao meio físico tem significância alta, devendo ser observadas as medidas de mitigação ou compensação desses impactos. Não há em que se falar de prevenção visto que os impactos já estão ocorrendo, contudo, medidas para minimizar esses impactos ou até mesmo revertê-los, são passíveis de serem utilizadas. Em casos em que não há como mitigar, podem ser indicadas medidas de compensação.

A respeito da atribuição dos valores para o cálculo da significância, vale reforçar que há um caráter subjetivo que permite interpretações e ponderações diversas. Para esse aspecto, este estudo recomenda o uso de consulta a especialistas que, com ferramentas de multicritérios, podem atribuir valores de uma forma mais objetiva. Ainda assim, os níveis de significância vão indicar apenas aqueles impactos que precisam de uma atenção mais imediata, embora todos devam receber as medidas mitigatórias, potencializadoras ou compensatórias também.

3.4 O QUE PODE SER FEITO

Em relação ao impacto positivo no microclima, é possível potencializar seu efeito através da recuperação de áreas degradadas, no entorno do Lago, com vegetação. O microclima não tem sido foco de nenhum projeto ou estudos relacionados à PCH do Lago, porém, tudo que tange a recuperação de solos erodidos e a consequente restauração do ecossistema lindeiro ao lago, influencia na qualidade climática da região, potencializando o impacto microclimático causado pela existência do empreendimento. Além disso, por conta das emissões de GEE, podem ser implementadas ações de compensação ambiental, por meio do reflorestamento de outras áreas ou a obtenção de créditos de carbono, além de se fazer necessário o constante monitoramento da liberação destes gases. O reflorestamento,

revegetação e a recuperação de áreas degradadas se fazem medidas extremamente relevantes para a mitigação de diversos impactos analisados, como processos erosivos, assoreamento e alterações nas propriedades do solo, protegendo-o, evitando o surgimento de áreas úmidas e empoçadas na margem do Lago e diminuindo o escoamento superficial. Além disso, o barramento físico das ondas geradas pelos ventos naturais e motores dos veículos utilizados pela população, também evitam a erosão do solo.

Outra ação essencial para evitar a intensificação da erosão e o assoreamento é a fiscalização das atividades náuticas, próximo às margens, e o uso do entorno do Lago, inibindo que a população degrade a área, principalmente em zonas de conservação/preservação. A elaboração de Planos de Manejo para as unidades de conservação próximas ao Lago também são medidas que auxiliam no controle dessas atividades, evitando diversos desses impactos.

A dragagem dos sedimentos e sua utilização como fertilizante em terras agrícolas, ou em regiões que necessitem de reposição nutricional do solo, pode ser uma medida compensatória para a perda de áreas agricultáveis e das consequências do assoreamento do Lago. Pois, segundo Da Fonseca (2002), os sedimentos encontrados dentro de lagos artificiais têm uma maior disponibilidade de nutrientes do que um solo comum. Entretanto, é necessária uma análise sedimentológica dos particulados depositados a fim de verificar sua adequação para reuso, e, caso necessário, fazer o tratamento para a sua utilização.

No que diz respeito às alterações hidrológicas, o monitoramento da vazão a jusante e a montante da PCH e dos outros corpos hídricos que abastecem o Lago se apresenta como uma forma importante para o acompanhamento e implementação das devidas ações para mitigar essas mudanças. Ademais, essa medida auxilia no processo de conservação da qualidade da água, por mostrar quando há a necessidade do tratamento para mantê-la em um nível adequado para a balneabilidade e o consumo humano.

3.5 O QUE TEM SIDO FEITO

Desde a instalação da PCH do Lago, algumas iniciativas têm sido realizadas a fim de mitigar impactos relacionados à integridade do Lago Paranoá, recuperando áreas degradadas e acompanhando a operação do empreendimento, por meio de estudos e projetos com esses objetivos.

Pode-se notar, na AID, diversos programas propostos e descritos no Plano de

Manejo da Área de Proteção Ambiental (APA) do Lago Paranoá, que trazem informações e diretrizes para o uso e manejo da região. Segundo a Terracap (2011), a APA do Lago Paranoá apresenta diferenças fundamentais com relação à maior parte das áreas de proteção ambiental, pois sua função principal é a proteção dos recursos hídricos associados ao Lago para viabilização das funções para as quais o Lago foi criado, incluindo seus usos múltiplos.

Os programas que apresentam relação com o meio físico são: a) Programas de Manejo e Recuperação de Áreas Degradadas - Subprograma de monitoramento da balneabilidade do Lago Paranoá; Subprograma de monitoramento e de proposição da minimização do assoreamento; Subprograma de manutenção de nutrientes nas águas do Lago Paranoá; Subprograma de recomposição e reflorestamento de áreas de preservação permanente e solos expostos; e b) Programa de Monitoramento e Avaliação - Subprograma de monitoramento de qualidade dos recursos hídricos - Superficiais / Subterrâneos.

Outro projeto evidente durante as pesquisas é o Projeto Orla, desenvolvido pela TERRACAP em parceria com o Governo do Distrito Federal, que tem como objetivo revitalizar os espaços públicos e demais áreas da Orla do Lago Paranoá (Terracap, s.d.). Entretanto, apesar de ser um projeto extenso e detalhado, tem um foco principal na revitalização da infraestrutura.

O Funam-DF, Fundo Único de Meio Ambiente do Distrito Federal, criado em 1989, é um fundo que visa apoiar a política ambiental, fortalecendo os colegiados da área e atua em “formular, acompanhar, avaliar e agilizar a execução de planos, programas e projetos para a captação dos recursos necessários ao desenvolvimento de suas atividades.” (SEMA, s.d).

Um dos projetos financiados pelo Funam-DF, foi o Projeto de Recuperação de Danos à APP do Lago, relacionado ao Projeto Orla. O objetivo é contribuir para a manutenção e recuperação da margem, com foco nas suas funções ecológicas. Porém, o projeto conta com ações de contenção de processos erosivos, revegetação, tratamento contra formigas e correção de solo antes do plantio, por exemplo (SEMA, s.d.). Ações essas que auxiliam na mitigação dos impactos de erosão, assoreamento e alterações nas propriedades do solo na área de estudo.

Foi possível, também, encontrar projetos de pesquisa da Universidade de Brasília coordenados pela professora Potira Meirelles Hermuche, do departamento de Geografia, com o objetivo de dar subsídio para a criação dos planos de manejos de algumas Unidades de Conservação (UC) localizadas na APA do Lago Paranoá, como a Área de Relevante Interesse

Ecológico (ARIE) Dom Bosco, ARIE do Centro Olímpico e o Parque Ecológico das Garças, para a elaboração de diretrizes específicas para cada região, incluindo ações para a recuperação do meio físico dessas UCs.

Em relação ao controle das alterações hidrológicas, segundo a Resolução da ADASA nº 09/2010, se faz necessário o controle sistemático das cotas do Lago Paranoá e fica estabelecido, que em Dezembro de cada ano, o Grupo de Acompanhamento dos Níveis Altimétricos do Lago Paranoá, composto por diversas instituições, definirá os níveis altimétricos para o ano subsequente (ADASA, 2016).

A Resolução nº 12, de 06 de Dezembro 2021, estabeleceu os níveis altimétricos a serem mantidos visando assegurar a sustentabilidade quantitativa e qualitativa dos usos múltiplos dos recursos hídricos no Reservatório do Lago Paranoá no ano de 2022 (ADASA, 2021).

Há também, o monitoramento das águas superficiais, com 57 estações, subterrâneas, com 42, realizado pela ADASA (2022) para acompanhar o comportamento dos recursos hídricos, almejando promover a sua gestão sustentável. Além do monitoramento da qualidade das águas superficiais, com 59 estações pelo DF. E, vale ressaltar ainda que a CAESB realiza o tratamento de efluentes antes do seu despejo no Lago, através de 15 sistemas de coleta e tratamento de esgotos distribuídos pelo DF (CAESB, s.d.). Essas ações promovem a mitigação dos impactos da perda da qualidade da água, alterações hidrológicas e intensificação do impacto positivo de aumento do potencial de água potável, causados pela PCH.

Para a obtenção da Licença de Operação o empreendimento deve cumprir condicionantes específicas expressas na própria licença emitida pelo IBRAM (2015). Dentre elas, as condicionantes atreladas ao meio físico são: Monitorar periodicamente o nível de água do Reservatório e apresentar ao IBRAM e a ADASA, o relatório anual contendo dados sobre as cotas máxima, média e mínima do reservatório, que foram cumpridas e continuam sendo realizadas por meio das ações de monitoramento da ADASA.

O Plano de Gestão do Lago Paranoá, elaborado pela CONCREMAT para a CAESB, foi citado no processo de Licenciamento do Lago Paranoá CEB (2014) e no Plano de Manejo da APA do Lago Paranoá (Terracap, 2011), entretanto, não foi possível ter acesso ao documento original.

Em suma, não foram encontradas medidas mitigadoras em ação diretamente

relacionadas no que diz respeito aos impactos de microclima, emissões de GEE e perda de áreas agricultáveis. Porém, é notória a presença de ações em relação aos demais impactos, principalmente contra a perda de qualidade de água e alterações hidrológicas e a favor do aumento do potencial de água potável.

3.6 DISCUSSÃO

As relações humanas com o meio ambiente geram diversos impactos, podendo eles serem positivos ou negativos. Com a construção do Lago Paranoá e a urbanização da região do Distrito Federal, se faz necessário um olhar especial quanto aos impactos humanos.

Durante as pesquisas na literatura disponível, percebeu-se que os trabalhos que abordam o tema, o fazem de forma genérica e superficial, sendo o embasamento teórico, principalmente no que tange a Avaliação de Impactos Ambientais, concentrados em poucos autores. Ademais, há a ausência de uma análise mais crítica a respeito dos métodos, que possuem critérios pouco objetivos, interferindo no processo de avaliação dos impactos ambientais.

Dentro dos critérios de análise dos impactos, vale destacar que, na categoria potencial de mitigação, a literatura pouco aborda a intensificação de impactos positivos na avaliação de significância, o que é uma incongruência, pois a natureza do impacto não deveria fazer diferença no critério de avaliação.

De forma geral, diversos trabalhos acadêmicos e não acadêmicos demonstram que têm sido feitos na perspectiva de conhecer, monitorar e mitigar os impactos ambientais que ocorrem na região do Lago Paranoá. Das iniciativas pesquisadas, percebeu-se uma grande preocupação com a recuperação de áreas degradadas, porém com o foco principal na manutenção dos processos ecológicos e da biodiversidade, sendo a mitigação dos impactos no meio físico, tratados com menor relevância em relação a essas ações.

Dos estudos direcionados ao meio físico, notou-se uma grande concentração das iniciativas relacionadas às alterações hidrológicas, perda de qualidade da água e potencial de água potável e, poucas iniciativas exclusivamente vinculadas aos processos erosivos e ao assoreamento do Lago Paranoá. Não foram identificadas iniciativas com foco nos impactos atrelados às alterações das propriedades do solo, emissão de gases de efeito estufa, alterações no microclima e perda de áreas agricultáveis. Apesar de todas as propostas identificadas para remediar ou mitigar os impactos atrelados ao meio físico, se faz necessário a tomada de ações

mais concretas, assertivas e imediatas.

CONCLUSÃO

Por se tratar de um empreendimento que necessita da renovação constante da Licença de Operação, este trabalho preenche algumas lacunas de informações que antes existiam a respeito da área de estudo, apontando diversos fatores ambientais relevantes para a sua confecção, com ênfase aos processos erosivos e outros problemas correlacionados que precisam ser urgentemente mitigados ou corrigidos para que a integridade do meio físico e dos recursos hídricos possam ser preservadas.

Ao longo da confecção deste trabalho, encontrou-se algumas dificuldades na obtenção de informações relacionadas ao processo de licenciamento e estudos de impactos ambientais de empreendimentos que nasceram antes da legislação, o que inclui a PCH do Lago Paranoá. Além disso, alguns documentos citados na literatura disponível a respeito do Lago Paranoá não foram encontrados, evidenciando uma falha do poder público em disponibilizar o acesso à informação de forma simples. Mediante a isto, se faz necessário uma melhoria no processo de compartilhamento de informação, além da sua concentração, em portais públicos mais acessíveis à população.

Diante disto, percebe-se a necessidade de estudos mais aprofundados para que as melhores técnicas possam ser utilizadas no monitoramento e mitigação dos impactos no meio físico que ocorrem na região, além de verificar a viabilidade econômica para que os mesmos sejam aplicados de forma eficiente.

Para um melhor diagnóstico e análise da significância do meio físico, seriam necessárias análises químico-físicas mais aprofundadas. Entretanto, por falta de equipamentos específicos e tempo para a realização do trabalho, não foi possível fazê-las. Sendo, a obtenção destas informações e a disponibilização dos dados de suma importância para elaboração de medidas estratégicas que visam a manutenção de um ecossistema equilibrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas (2004), **NBR ISO 14001 – Sistema de gestão ambiental**: especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: ABNT. ADASA. **COTAS DO LAGO PARANOÁ**. Distrito Federal, 08 de Out. de 2016. Disponível em: <<https://www.adasa.df.gov.br/monitoramento/cotas-do-lago-paranoa>>. Acesso em: 22 de Jun. de 2022.

ADASA. **Monitoramento**. Distrito Federal. Set. de 2022. Disponível em: <<https://www.adasa.df.gov.br/monitoramento/mapasa>>. Acesso em: 11 de set. de 2022.

ADASA. **Publicada resolução que define os níveis do Lago Paranoá para 2022**. Distrito Federal, 07 de Dez. de 2021. Disponível em: <<https://www.adasa.df.gov.br/2054-publicada-resolucao-que-define-os-niveis-do-lago-paranoa-para-2022>>. Acesso em: 22 de Jun. de 2022.

AGUIAR, Amanda, et al. **Mapeamento topo-batimétrico de reservatório utilizando LIDAR e batimetria no Lago Paranoá – DF**. Proceedings of the 16th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef, Brazilian Geophysical Society, 2019, p. 1–4.

ARPDF. **HISTÓRIA DO LAGO PARANOÁ**. Distrito Federal, 19 de Mar. de 2021. Disponível em: <<https://www.arquivopublico.df.gov.br/lago-paranoa/>>. Acesso em: 17 de Ago. de 2022.

BRASIL. Ibama. INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA Nº 184, DE 17 DE JULHO DE 2008, Brasília, DF: Ibama, 17 ago. 2008. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2008/in_ibama_184_2008_licenciamentoambientalfederal_revq_in_65_2005_altrd_in_ibama_14_2011.pdf>. Acesso em: 8 set. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Procedimentos de Licenciamento Ambiental do Brasil**. – Brasília: MMA, 2016. Disponível em: <<http://pnla.mma.gov.br/images/2018/08/VERS%C3%83O-FINAL-E-BOOK-Procedimentos-do-Licenciamento-Ambiental-WEB.pdf>> Acesso em: 20 set. 2022.

CAESB. **Estações de Tratamento de Esgoto.** [s.d.] Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/3-portal/esgoto.html>> Acesso em 11 de set. de 2022

CAMPOS, José Eloi Guimarães et al. **Geologia do Grupo Paranoá na porção externa da Faixa Brasília.** Brazilian Journal of Geology, v. 43, n. 3, p. 461-476, 2013.

Campos, José Eloi Guimarães. **HIDROGEOLOGIA DO DISTRITO FEDERAL: BASES PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS.** Revista Brasileira de Geociências, vol. 34, no 1, março de 2004, p. 41–48.

Carvalho, N. O. Filipina N. P. Santos P.M.C dos, Lima J.E.F.W. 2000. **Guia de Avaliação de assoreamento de reservatórios.** ANEEL, Brasília, 132p.

Carvalho, N. O. **Hidrossedimentologia Prática.** 2 Ed Rio de Janeiro - RJ: Interciência, 2008. 5999 p.

CEB. **CEB ASSINA TERMO DE PRORROGAÇÃO DA CONCESSÃO DA USINA PARANOÁ.** Distrito Federal, 07 de Jun. de 2022. Disponível em: <<https://www.ceb.com.br/show.aspx?idMateria=mZ9pmhxE6BaXWQVE/4GckQ==&idcanal=F9pGaqSyN5oCaz/txCsdQg==>>. Acesso em: 22 de Jun. de 2022.

CEB; **USINA HIDRELÉTRICA DO PARANOÁ** - Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental. 2014. Disponível em: <<https://www.e-sic.df.gov.br/Sistema//Principal.aspx>> Acesso em: 07 de jul. de 2022

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução 01, de 23 de janeiro de 1986. **Estabelece a exigência de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades causadoras de significativas modificações adversas no ambiente.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

CREMONEZ et al. **Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil.** Santa Maria: Revista Monografias Ambientais, v.13, n.5, dez. 2014

DA FONSECA, RITA MARIA FERREIRA. **Impactos ambientais associados a barragens e a albufeiras. Estratégia de re- aproveitamento dos sedimentos depositados.** DAMS:

Impacts and: Impacts and Hazards, p. 17, 2002.

DE SÁ, Gustavo A. Santana; SOBRINHO, Pedro Magalhães; NASCIMENTO, Andreas. **Os Desafios da Regularização Ambiental de Uma Pequena Central Hidrelétrica no Ano de 2013, Cujos Aspectos e Impactos Estão Relacionados aos Equipamentos e Sistemas Produtivos de 1962**, 2017.

Dee, N.; Baker, J.; Drobny, N.; Duke, K.; Whitman, T. & Fahringer, P. (1973) **-Planning methodology for water quality management:** Environmental evaluation system. BattelleColumbus Laboratories. Columbus, Ohio, U.S.A.:

DIAS, Lidiane Tomaz. **Modelagem dinâmica espacial do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Lago Paranoá-DF: 1998-2020.** 2011

DISTRITO FEDERAL. Deceto nº.39.555, 20 de dez. de 2018 **Aprova o Regimento Interno do Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal** - Brasília Ambiental - IBRAM e dá outras providências. Brasília, 2018.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº.41, 13 de Set. de 1989 **Dispõe sobre a Política Ambiental do Distrito Federal e dá outras providências.** Brasília, 1989.

EMBRAPA. 1978. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Distrito Federal.** Escala 1:100.000. Rio de Janeiro. EMBRAPA. SNLCS. Boletim Técnico. 455p.

ENGENHARIA, FRACTAL. **Informações Gerais do PAE e da Barragem Paranoá.** 06 de Maio de 2019. Disponível em: <https://www.ceb.com.br/Documentos.aspx?IdCanal=hD8pqKNE+C5Xrd39y4J+Tg==>> . Acesso em: 17 de Ago. de 2022.

FARIAS, C. A.; OLIVEIRA, C. M.. **Estudo da avaliação de impacto ambiental como instrumento analítico nas práticas de perícia judicial ambiental.** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.12, n.6, p.720-738, 2021.

Freitas-Silva F.H. & Campos J.E.G. 1998. **Geologia do Distrito Federal.** In: Inventário Hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal. Brasília, SEMARH,

v. 1, p. 1-86.

GDF; **Processo nº190.001.065-2004**, Volume 1 a 4. 2014. Disponível em:<<https://www.e-sic.df.gov.br/Sistema//Principal.aspx>> Acesso em: 07 de jul. de 2022

GEOPORTAL, **GeoPortal/DF** [s.d.]. Disponível em: <<https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/geoportal/>>. Acesso em: 18 de jun. de 2022

HIDROGEO. **Estudo de impacto ambiental do setor habitacional Taquari - SHIQ**. Brasília: Terracap, 1990. 430 p.

IBGE, **Malha Municipal**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto>>. Acesso em: 18 de jun. de 2022

IBRAM; **Licença de Operação N°011/2015**. 2015. Disponível em:<<https://www.e-sic.df.gov.br/Sistema//Principal.aspx>> Acesso em: 07 de jul. de 2022

Jacomine, P. K. T. (2013). **A NOVA CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA DE SOLOS**. *Anais Da Academia Pernambucana De Ciência Agronômica*, 5, 161–179. Recuperado de <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/178>

Jesus, Mariana Silva de, et al. **Métodos de avaliação de impactos ambientais: uma revisão bibliográfica**. *Brazilian Journal of Development*, vol. 7, no 4, abril de 2021, p. 38039–70. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-321>.

LEOPOLD, L. B., CLARKE, F. E., HANSHAW, B. B., & BALSLEY, J. R. (1971). **A Procedure for Evaluating Environmental Impact in Geological**. Survey Circular 645, USGS, Washington DC.

MARTINS, Éder de Souza et al. **Evolução geomorfológica do Distrito Federal**. Documentos, Planaltina, DF, n. 122, p. 1-57, jul. 2004. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/569549/1/doc122.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2014.

MEDEIROS, R.D. **Proposta metodológica para Avaliação de Impacto Ambiental**

aplicada a projetos de usinas eólio-elétricas. 2010. 113f.Dissertação(Mestrado em Tecnologia Ambiental)—Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

MORAES, C. D.; D'ÁQUINO, C. A. **Avaliação de Impacto Ambiental:** Uma Revisão da Literatura Sobre as Principais Metodologias, IN: 5º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense.2016,Santa Catarina.Anais [...]. Santa Catarina: IFSUL, 2016.

REATTO, A .; MARTINS, E. S., FARIAS, M. F. R.; SILVA, A. V.; CARVALHO JR, O. A. **Mapa pedológico digital - SIG atualizado do Distrito Federal escala 1:100.00 e uma síntese do texto explicativo.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004

ROMACHELI, Regina de Amorim. **Avaliação de impactos ambientais:** potencialidades e fragilidades. 2009. 96 f.. Dissertação (Mestrado em Economia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

ROSSOUW, N. **A Review Methods and Generic Criteria for Determining Impact Significance.** African Journal Environmental Assessment and Management. Vol. 06, pp. 44-61, 2003.

SABINO, Ademilson Araujo et al. **Efeitos hidrológicos da operação da PCH São Lourenço no regime hidrológico do rio São Lourenço.** Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, v. 22, p. 1-8, 2017.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental:** conceitos e métodos / Luis Enrique Sánchez. 3. ed. atual. e aprimorada. São Paulo: Oficina de textos, 2020.

SEMA. **FUNAM-DF, Fundo Único do Meio Ambiente do Distrito Federal.** [s.d.] Disponível em:<<https://www.sema.df.gov.br/funamdf/>> Acesso em: 11 de set. 2022

SEMA. **RECUPERAÇÃO DE DANOS NAS APPS DA ORLA DO LAGO PARANOÁ.** [s.d.]. Disponível em:<<https://www.sema.df.gov.br/projeto-orla/>> Acesso em: 11 de set. 2022

SISDIA, **Mapa de Uso e Cobertura do Solo DF - 2020 (serviço parado).** 30 de mar. de 2022. Disponível em:

<<https://sisdia.df.gov.br/portal/home/item.html?id=c16b91e323964fbda2fd22381d48b535>>.

Acesso em: 18 de jun. de 2022

SOUZA, Marcos Barros de. **Influência de lagos artificiais no clima local e no clima urbano**: estudo de caso em Presidente Epitácio (SP). 2010. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. doi:10.11606/T.8.2010.tde-08112010-162614. Acesso em: 2022-08-02.

SPADOTTO, C.A. **Classificação de Impacto Ambiental**. Comitê de Meio Ambiente, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. 2002. [online] Disponível: <<http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas/>>. Acesso em: 22 de ago. 2022

TERRACAP. **Projeto Orla**. Disponível em: <<https://www.terracap.df.gov.br/index.php/listagem-pojetos/526-projeto-orla-adilson>>.

Acesso em: 03 de Ago. de 2022

TERRACAP. **Plano de Manejo da APA do Lago Paranoá**, Produto 4, Versão integral, 2011.

TERRACAP. **Zoneamento da APA do Lago Paranoá**, Produto 3, Diagnóstico e Pré-Zoneamento, 2007.