



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS CORRENTE
CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

LUIZ HENRIQUE ROCHA DAMAS

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DO ROMPIMENTOS DAS BACIAS DE
CONTENÇÃO NO PARQUE SOLAR EM SÃO GONÇALO DO GURGUEIA-PI**

CORRENTE (PI)
2022

LUIZ HENRIQUE ROCHA DAMAS

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DO ROMPIMENTOS DAS BACIAS DE
CONTENÇÃO NO PARQUE SOLAR EM SÃO GONÇALO DO GURGUEIA-PI

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – Campus Corrente.

Orientadora: Prof. Esp. Patrine Nunes Gomes.

Coorientador: Prof. Esp. Hélio Soares de Freire.

CORRENTE (PI)
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Damas, Luiz Henrique Rocha

D155i Impactos socioambientais do rompimento das bacias de contenção no parque solar de São Gonçalo do Gurgueia - PI / Luiz Henrique Rocha Damas. -2022.
28 p.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Corrente, 2022.

Orientador : Prof Esp. Patrine Nunes Gomes. Coorientador :
Prof Esp. Hélio Soares Freire.

1. Gestão ambiental - estudo e ensino. 2. Meio Ambiente. 3. Impacto Ambiental. 4. Barragens. I. Título.

CDD - 577

Elaborado por Tefischer Huanderson Soares e Sousa CRB 3/1251

LUIZ HENRIQUE ROCHA DAMAS

IMPACTOS ECONÔMICOS E SOCIOAMBIENTAIS DECORRENTES DA
ATIVIDADE DE BACIAS DE CONTENÇÃO DESENVOLVIDAS NO PARQUE
SOLAR EM SÃO GONÇALO DO GURGUÉIA

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Tecnologia em Gestão
Ambiental do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí – Campus Corrente.

Aprovada em: ____/____/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Patrine Nunes Gomes (Orientadora)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Esp. Hélio Soares Freire (Coorientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Me. Israel Lobato Rocha
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Afonso Feitosa Reis Neto
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores e servidores do IFPI – Campus Corrente, pois todos de forma direta e indireta manifestaram seus conhecimentos e contribuíram para minha formação.

Gratidão a minha orientadora Patrine Nunes Gomes e ao meu coorientador Hélio Soares Freire, que deram todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui. Pela instrução com seus conhecimentos, paciência, apoio, incentivo, companheirismo e amizade na qual sempre acreditaram nessa trajetória.

Agradeço ao meu Deus que me deu forças quando mais precisava, nos momentos mais difíceis me fez levantar minha cabeça para concluir de forma satisfatória. Aos meus pais e aos meus irmãos que também sempre me apoiaram nos momentos de crise. A minha namorada, Marielle Dias Farias, que sempre acreditou no meu potencial, ela que me ajudou de certa forma, trazendo calma, tranquilidade e motivação para concluir com muita eficiência.

RESUMO

O rompimento de barragens de contenção e rejeito são eventos de baixa probabilidade, mas que geram grande preocupação em função dos impactos que estão sempre associados a esse tipo de ocorrência. A área na qual foi realizado esse estudo é um exemplo claro de como a construção de um parque solar impacta de forma econômica, social e ambientalmente. Neste caso, a análise diz respeito às barragens de contenção construídas ao redor do parque solar. Neste estudo, busca-se avaliar e apresentar os impactos econômicos e socioambientais gerados pela criação de bacias de contenção no Parque Solar de São Gonçalo do Gurguéia-PI, de modo a exibir proposições de medidas de recuperação ambiental das áreas afetadas pela implantação do empreendimento. Através da Matriz de Leopold. Observou-se junto a pesquisa que o empreendimento exerce grandes impactos, na qual o meio físico, biótico, e socioeconômico vem sofrendo constantemente, como alteração no regime fluvial do rio Gurguéia, que é o rio que abastece o município. São identificados como: assoreamento do Riacho do Macaco e Riacho da Lapa, podendo acarretar para o Rio Gurguéia, tendo como risco de eutrofização dos novos corpos d'água e perda das nascentes. Além de áreas totalmente degradadas acarretando em voçorocas e perdas de vegetação nativas além de outros efeitos negativos. Podendo elencar algumas medidas mitigadoras como plano de revitalização dos rios e riachos, regeneração das áreas afetadas, plano de recuperação ambiental, com relação ao Meio Físico, as medidas de recuperação em primeiro lugar visam a minimizar a erosão de solos e rochas que ainda não foram desagregadas, tanto pela redução da vazão de escoamento superficial

Palavras-chaves: Rompimento de Barragens. Avaliação de Impacto Ambiental. Meio Ambiente.

ABSTRACT

The ruptures of containment and tailings dams are low probability events, but they generate great concern due to the impacts that are always associated with this type of occurrence. The area in which this study was carried out is a clear example of how the construction of a solar park has an economic, social and environmental impact. In this case, the analysis concerns the containment dams built around the solar park. In this study, we seek to evaluate and present the economic and socio- environmental impacts generated by the creation of containment basins in the Solar Park of São Gonçalo do Gurguéia-PI, in order to show proposals for measures for environmental recovery of the areas affected by the implementation of the enterprise. Through the Leopold Matrix. It was observed along the research that the enterprise has great impacts, in which the physical, biotic, and socioeconomic environment has been constantly suffering, as a change in the fluvial regime of the Gurguéia River, which is the river that supplies the municipality. They are identified as: silting up of Riacho do Macaco and Riacho da Lapa, which may lead to the Gurguéia River, with the risk of eutrophication of new bodies of water and loss of springs. In addition to totally degraded areas resulting in gullies and loss of native vegetation in addition to other negative effects. Being able to list some mitigating measures such as a plan for the revitalization of rivers and streams, regeneration of the affected areas, an environmental recovery plan, in relation to the Physical Environment, the recovery measures, in the first place, aim to minimize the erosion of soils and rocks that have not yet been disaggregated, both by the reduction of surface runoff

Keywords: Breaking of Dams; Environmental Impact Assessment; Environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 01-	Áreas de escarpas degradadas.....	22
Figura 02-	Riacho do macaco e lapa afetados pelo empreendimento.....	25

GRÁFICOS

Gráfico 01-	Dados que representam o comportamento da chuva do mês.....	21
Gráfico 02-	Dados que representam o comportamento da chuva do mês.....	21
Gráfico 03-	Percentual de danificação aos fatores analisados na Matriz de Leopold.....	23

MAPAS

Mapa 01-	Localização do município de São Gonçalo do Gurguéia.....	16
Mapa 02-	Área do Parque Solar, localizada em um vasto platô à montante dos riachos afluentes do Rio Gurgueia.....	17
Mapa 03-	Demarcação das Bacias de Contenção.....	19
Mapa 04-	Riachos e Rios afetados pelo empreendimento.....	24

QUADROS

Quadro 01-	Características avaliadas e parâmetros estimativos.....	20
Quadro 02-	Matriz de avaliação dos impactos ambientais das áreas afetadas pelo empreendimento UFV no município de São Gonçalo do Gurguéia.....	26
Quadro 03-	Medidas mitigadoras para os impactos identificados no meio físico na região afetada pelo empreendimento UFV em São Gonçalo do Gurguéia.....	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PNSB -	Política Nacional de Segurança de Barragens.
AIA -	Avaliação de impacto ambiental.
CONAMA -	Conselho Nacional do Meio Ambiente.
APP -	Área de Preservação Permanente.
IBAMA -	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente.
ANA -	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.
SNISB -	Sistema Nacional de Segurança de Barragens.
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas.
VANT -	Veículos aéreo não tripulado.
COPAM -	Conselho Estadual de Política Ambiental.
UFV -	Usina Fotovoltaica.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1	AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	13
2.2	Impactos socioambientais.....	14
2.3	Problemática das barragens.....	15
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1	Área de estudo.....	16
3.2	Caracterização da área de estudo.....	17
3.3	Procedimentos metodológicos.....	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
	REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios encontrados para a geração de energia, além das fontes, diz respeito aos impactos socioeconômicos e ambientais provenientes dessa ação. No que tange a energia solar, essa ganha espaço no cenário brasileiro como uma das melhores alternativas, embora a construção de um parque de energia solar impacta diretamente a fauna, a flora, cause desapropriação, poluição nos cursos d'água, problemas de saúde e compromete também a estética local.

A área na qual foi realizada esse estudo, é uma evidência clara de como a construção de um parque solar impacta diretamente de forma socioambiental socioeconômico. Neste caso, a análise diz respeito às barragens de contenção construídas ao redor do parque solar, na qual, o rompimento causou uma série de impactos ambientais provenientes do meio físico, biótico e socioeconômico. Como a erosão do solo, acarretamento de sedimentos a jusante, perdas da flora de algumas áreas afetadas pelos sedimentos, assoreamento dos rios e dentre outros efeitos negativos.

Segundo o art. 2º, inciso I, da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), entende-se por barragem: “Qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas”.

As barragens de contenção objetivam reter água de forma temporária ou acumular sedimentos, resíduos industriais ou rejeitos de mineração. No caso de retenção de água, essas barragens têm a finalidade de amortecer a onda de enchente para evitar inundações a jusante. A onda de cheia é temporariamente armazenada e liberada de forma que a vazão efluente não cause danos a jusante. As barragens de retenção de carga sólida ou mista buscam evitar que os materiais retidos danifiquem o leito dos cursos d'água a jusante, tanto fisicamente, por meio do assoreamento, quanto quimicamente, quando tais materiais contêm carga tóxica poluente (COSTA, 2016).

Os rompimentos de barragens de contenção e rejeito são eventos de baixa probabilidade, mas que geram grande preocupação em função dos impactos que estão sempre associados a esse tipo de ocorrência. Isto acontece em função dos elevados danos e prejuízos causados às populações que se encontram à jusante destes reservatórios, e aos impactos ambientais decorrentes nos meios físico, biótico e socioeconômico (CARVALHO, 2021).

O principal problema a ser gerenciado consiste em precipitações de chuvas e na origem de escoamento superficial na qual potencializa as ocorrências de erosão para a jusante. O escoamento íntegro no fluxo d'água oriundo das precipitações que não conseguem se infiltrar no solo e que escoam sobre a superfície das áreas de elevação mais altas para as mais baixas. A baixa declividade e solo bastante arenoso composto na região, são fatores bastantes favoráveis para facilitar a infiltração da água pluvial no solo. Ou seja, quanto maior a precipitação do que a capacidade de infiltração, o escoamento é formado e acarretando riscos de degradação e assoreamento nas extremidades mais baixas. O interesse do estudo é mostrar que a falta de planejamento por parte do empreendimento pode ocasionar grandes impactos ambientais, além de servir como instrução para outros empreendimentos embasar nas problemáticas, causas e soluções.

Levando em consideração ao Brasil que contemplou por duas vezes, em três anos, prejuízo com vidas humanas e de destruição do patrimônio e do meio ambiente provocadas por um acidente de barragem de rejeitos de mineração, pode-se citar a ocorrência de Mariana e Brumadinho que pode ser denominada como a maior tragédia do Brasil tratando de barramento.

Desta forma, a fim de evitar tais problemas, a avaliação de impacto ambiental (AIA), é o processo de identificar as consequências futuras de uma ação presente. De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) resolução 001/86 define impacto ambiental como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais.

A avaliação dos impactos ambientais causados com a construção das barragens de contenção é de suma importância, visto que são esses resultados que nortearão as medidas a serem tomadas no que se refere a redução dos impactos negativos. Neste estudo, busca-se analisar, avaliar e apresentar os impactos econômicos e socioambientais gerados pela criação de bacias de contenção no Parque Solar de São Gonçalo do Gurguéia Piauí. De modo a exibir proposições de medidas de recuperação ambiental das áreas afetadas pela implantação do empreendimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

Antes de se iniciar um grande empreendimento ou construção, é de suma importância que seja realizada uma avaliação minuciosa relacionada aos impactos ambientais que podem acarretar e de que maneira isso irá interferir diretamente na vida da população do lugar e dos arredores.

A legislação brasileira considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e V - a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

Destaca-se que a AIA - Avaliação de Impacto Ambiental, envolve um conjunto de métodos e técnicas de gestão ambiental reconhecidas, que identifica, prognóstica e avalia os efeitos e impactos gerados por atividades e empreendimento sobre o meio ambiente. Trata-se de um dos instrumentos da política ambiental brasileira.

Um dado importante acerca da AIA é o fato de que esta deve permanecer após a aprovação da atividade ou empreendimento, por isso deve ser designado um órgão ambiental, o qual deverá fazer o acompanhamento e monitoramento dos impactos que foram identificados antes mesmo do início das obras.

Quanto às técnicas empregadas dentro da avaliação de impacto ambiental, a mais utilizada no Brasil representa a Matriz de Leopold. Segundo Absy (1995, p. 90):

Trata-se de uma matriz bidimensional simples que contém, na sua concepção original, uma centena de ações relativas ao empreendimento e oitenta e oito características ambientais. Cada célula da Matriz mostra a relação entre uma ação do empreendimento e uma característica ou condição ambiental, qualificando a magnitude e a significância dos impactos dela resultantes em uma escala de “1” a “10”. A magnitude é colocada no canto superior esquerdo de cada célula e, a significância, no canto inferior direito.

Em estudo, essa matriz foi utilizada, onde o mesmo realizou novas adaptações aproximadamente em todas as avaliações de impactos ambiental analisado de acordo com as pesquisas.

2.2 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

De acordo com o artigo 3º, II do Novo Código Florestal da Lei de nº 12.651/2012 em que declara Área de Preservação Permanente – APP:

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

Para o IBAMA, entende-se que as áreas de vegetação determinada nos cursos d'água são importantes para manter o equilíbrio de forma íntegra ao ecossistema e da biodiversidade local, especificamente ao conjunto hídrico:

É inegável a importância ecológica de florestas ao longo de cursos d'água, com reflexos tanto para a manutenção da biodiversidade local como para as comunidades que com ela interagem de forma social e econômica. As vegetações nessas áreas atenuam a erosão do solo, regularizam os fluxos hídricos e impedem o processo de assoreamento dos cursos d'água, dentre outras funções vitais. As APPs e as áreas de reserva legal têm um papel fundamental no ciclo da bacia hidrográfica como um todo (BRASIL, 2015, p. 7).

As estimativas das consequências dos impactos socioambientais decorrentes ao rompimento das bacias de contenção dentro do empreendimento no que diz respeito aos rejeitos de lama, assoreamento dos rios e riachos, afetam constantemente todo o ecossistema local e a sua biodiversidade, além das atividades agrícolas e agropecuária dessa região afetada.

Cada alteração produz efeitos diretos e indiretos em uma lista que pode se tornar exaustiva. As grandes bacias hidrográficas brasileiras têm sido objeto de implantação de reservatórios em cascata que acabam produzindo efeitos por consequência impactos ambientais crescentes e cumulativos, que transformam inteiramente as condições biogeofísicas, econômicas e sociais de toda a bacia hidrográfica (REZENDE, 2003).

2.3 PROBLEMÁTICA DAS BARRAGENS

Por sua vez, as ocorrências dessas problemáticas estão correlacionadas a falta de planejamento na fase de comissionamento, podendo acarretar na maioria dos casos grandes perdas no que diz respeito ao ambiental e socioeconômico. Dessa forma, rompimentos das bacias de contenção por partes de outros empreendimentos, trazem aprendizados no entendimento da construção e operação e também nas situações de emergências.

Consequentemente, ao contrário de se queixar a falta de questões que envolvam a governança socioambiental deste bem natural imprescindível como a água, a lei deve ser ressaltada como um grande avanço, pois é uma conquista da sociedade brasileira na qual vai trazer e dar maior segurança a todos quanto ao monitoramento de segurança das barragens.

A Lei nº 12.334 da Política Nacional de Segurança de Barragens carrega métodos, propósitos e ferramentas que os profissionais, proprietários e órgãos fiscalizadores precisarão acompanhar para atingir o planejamento, produção e operação apropriada das bacias e reservatórios no empreendimento. Essa lei resulta de uma movimentação que é sempre um método, na qual procura-se ocorrer e sazonalizar tanto na sociedade quanto na representação política desta sociedade.

A referida da Lei nº 12.334 procura solucionar as atribuições entre os órgãos, tentando resolver as competências de cada instituição de forma que o sistema funcione com muita eficiência. São determinadas as opiniões mínimas a serem seguidas pelos empreendedores na fase de operação e manutenção com a segurança adequada. As estruturas serão classificadas em função de seu impacto associado nas áreas econômica, social e ambiental. A legislação define claramente as atribuições e responsabilidades de todos os atores destes cenários (BRASIL, 1981, 1998, 2010).

O empreendedor tem a responsabilidade de monitorar e necessita requerer toda documentação da construção, o mesmo valida a estrutura que precisa ocorrer e acompanhar durante a obra e antes do descomissionamento da barragem ou reservatório (MULLER, 1995).

A legislação responsabiliza à Agência Nacional de Águas (ANA) a articulação, implantação e a obrigação pelo Sistema Nacional de Segurança de Barragens (SNISB). O rompimento de uma bacia ou barragem consiste na perda estrutural, podendo acarretar um desencarceramento e descontrolamento das substâncias de um reservatório, ocasionada pelo rompimento da barragem ou parte dela (BRASIL, 2002). Viseu e Almeida (2001) afirmam que o rompimento pode ser avaliado um acidente tecnológico de baixa frequência, mas com consequências potenciais muito significativas no vale a jusante.

Quando ocorre a ruptura de uma obra de barramento, as vazões e os níveis resultantes podem ser muito superiores às máximas naturais no trecho a jusante do reservatório, atingindo populações antes a salvo das cheias e, consequentemente, potencializa os danos em função do despreparo destas regiões (COLLISCHONN; TUCCI 1997).

Inúmeras barragens de origem mineradoras, hidrelétricas e até mesmo de contenção, trazem ocorrências de rompimento, acarretando como grandes desastres socioambiental e socioeconômico, tendo como resultado inúmeros danos como destruição de áreas de preservação permanente (APP) e alteração da qualidade da água.

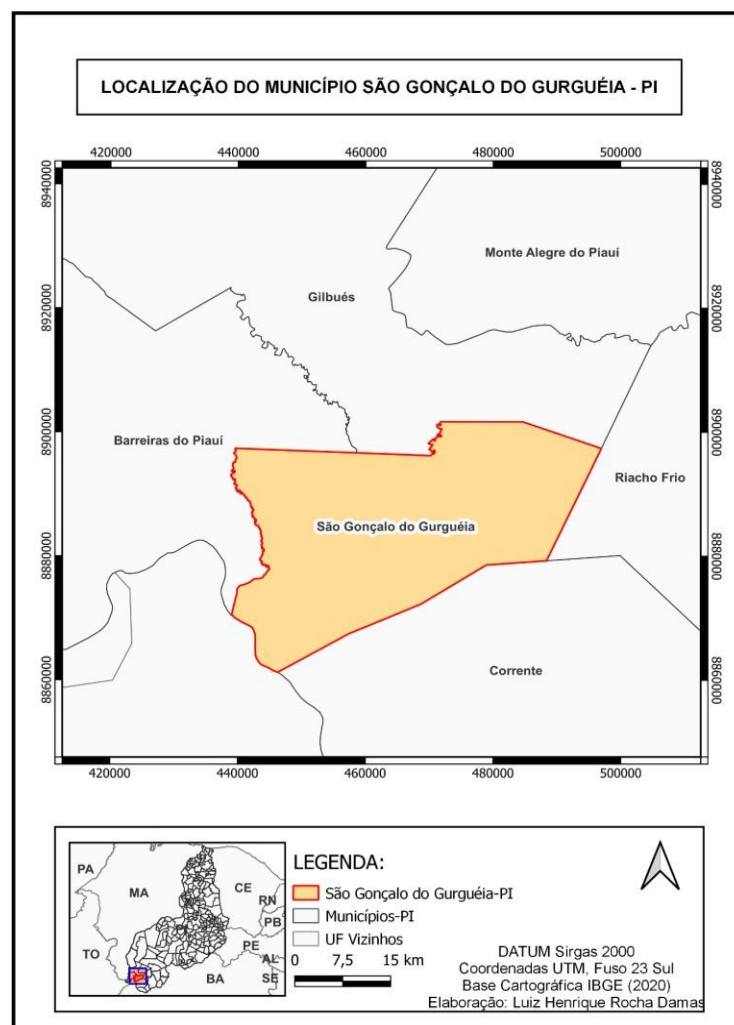
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de São Gonçalo do Gurguéia é uma cidade do estado do Piauí. Os habitantes se chamam gonçalenses. O município se estende por 1.385,255 km² e contava com 3.071 habitantes estimada (IBGE, 2021). A densidade demográfica é de 2,04 habitantes por km² no território do município.

Vizinho dos municípios de Gilbués e Riacho Frio, São Gonçalo do Gurguéia se situa a 48 km ao Norte-Oeste de Corrente a maior cidade nos arredores conforme demonstrado no Mapa 01. Situado a 433 metros de altitude, São Gonçalo do Gurguéia tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 10° 1' 34" Sul, Longitude: 45° 17' 45" Oeste (CIDADE BRASIL, 2021)

Mapa 01- Localização do município de São Gonçalo do Gurguéia.



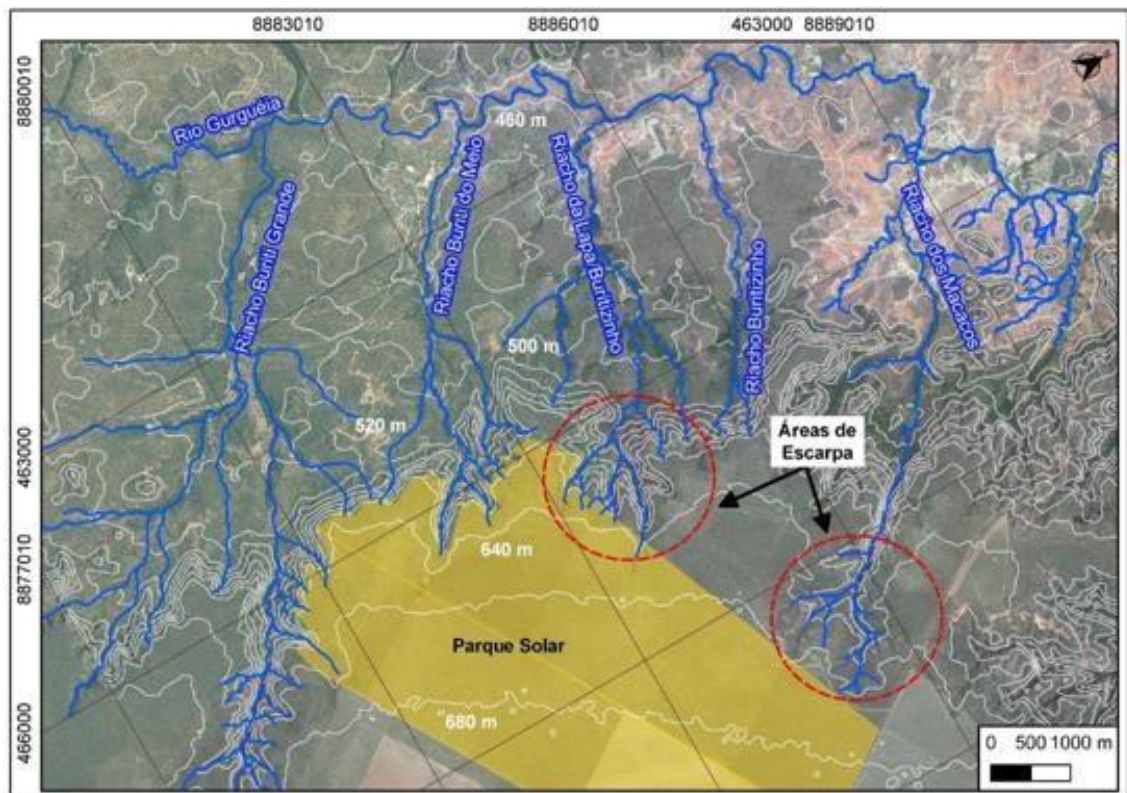
Fonte: Autor (2022); IBGE (2022).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O local de estudo apresenta as seguintes características, sendo elas apresentadas com solo arenoso. A vegetação presente é o cerrado. Possui clima tropical quente subúmido. Possui recursos hídricos como Rio Gurgueia, Riacho do Macaco, Riacho Buriti do Meio, Riacho Buriti Grande, Riacho da Lapa (JACOMINE *et al.*, 1986).

O trabalho foi desenvolvido no Parque Solar São Gonçalo na cidade de São Gonçalo do Gurgueia e nas comunidades adjacentes Boqueirão dos Macacos, Boqueirão da Lapa, Buriti do Meio e Buritizinho, conforme Mapa 02. Região esociedade que se encontram em condições precárias, no que diz respeito à infraestrutura decorrente aos impactos gerados.

Mapa 02- Área do Parque Solar, localizada em um vasto platô à montante dos riachos afluentes do RioGurgueia.



Fonte: Autor (2022).

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente, cumpriu-se três visitas *In'loco* no ano de 2020 após o período de chuvas da região nos meses de agosto a setembro nas áreas dos Riacho do Macaco e Riacho da Lapa na qual sofrerão efeitos negativos, com a intenção de testemunhar os impactos gerados na qual os meios físicos, bióticos e socioeconômicos sofreram. Com procedências de registros na resolução 4k por meio de Veículos aéreo não tripulado (VANT) do modelo PHANTOM 3 STANDARD, com autonomia de 25 minutos de voo com alcance de até 150 metros de altura, além de registros fotográficos para melhor evidenciar os impactos e as áreas de estudos. Utilizando também o QGIS desktop para elaboração

do mapa de localização para sinalizar e apresentar os locais de estudos.

Visto que, uma vez ocorreu grandes impactos ambientais na região decorrentes das chuvas e do empreendimento do parque solar, garante a necessidade de avaliar os efeitos negativos, buscando examinar cada circunstância com interesse de sanar os mesmos. Mediante a esse cenário, para o recolhimento dos dados obtidos, foram elaborados materiais bibliográficos de que modo, artigos científicos e informações geográficas possam comprovar e compreender os principais problemas, causas e soluções.

Buscando compreender mais sobre as ocorrências decorrentes aos barramentos de contenção, com o intuito de alçar o quantitativo na qual acarreta transtornos aos fatores ambientais. Utilizou-se registros de dados pelo Google Earth transmitido na Mapa 03 para mapear a somatória com média de 20 unidades presentes dentro do empreendimento.

Mapa 03 - Demarcação das Bacias de Contenção



Fonte: Google Earth; Autor (2022).

Para a coleta de informações e avaliações dos impactos econômicos e socioambientais, foi elaborada e aplicada a matriz de Leopold *et al.* (1971). Esta tabela tem como objetivo avaliar os impactos ambientais, de modo a exibir as medidas mitigadoras, a mesma é bastante utilizada nesse tipo de estudo por possuir metodologia simples, e apresenta como vantagens a possibilidade de comparar diversas alternativas de intervenção, abrangendo os meios físico, biótico e socioeconômico.

Na concepção de Sanchez (2013, p. 7), a desvantagem do uso da matriz está na subjetividade em relação à magnitude, a não identificação dos impactos indiretos e das características temporais, assim como a impossibilidade de projeções futuras. A matriz utilizada foi consultada através da pesquisa realizada pelo Bezerra (2015). E adaptada conforme a pesquisa atual referente ao município de São Gonçalo do Gurguéia. Na qual os parâmetros a serem avaliados são relacionados a alguns aspectos (Quadro 01), conforme os autores da fonte (SANTOS 2004; SOBRAL *et al.*, 2007).

Quadro 01. Características avaliadas e parâmetros estimativos.

ORIGEM: relaciona-se à procedência do impacto, que pode ser caracterizado como:	Direta (D): quando resulta de uma simples relação de causa e efeito;
	Indireta (I): quando é uma reação secundária da ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações.
SENTIDO: refere-se à valoração do impacto, ou seja, se o impacto é caracterizado como:	Positivo (P): quando a ação impactante causa melhoria da qualidade de um parâmetro ambiental;
	Negativo (N): quando uma ação causa um dano à qualidade ambiental.
GRAU DE IMPACTO: é o critério de classificação usado para indicar a gravidade do impacto no meio ambiente, que pode ser	Baixo (B): quando a utilização dos recursos naturais é desprezível quanto ao seu esgotamento e à degradação do meio ambiente e da comunidade, sendo desprezível e reversível;
	Médio (M): quando a utilização de recursos naturais é considerada, sem que haja possibilidade de esgotamento das reservas naturais, sendo a degradação do meio ambiente e da comunidade é reversível, porém com ações imediatas;
	Alto (A): quando a ação provoca a escassez de recursos naturais, a degradação do meio ambiente e da comunidade, não tendo muitas probabilidades de reversibilidade.
FREQUÊNCIA: remete ao padrão de ocorrência do impacto, que pode ser caracterizado como:	Temporário (T): quando o efeito do impacto se manifesta por um determinado tempo após a realização da ação;
	Permanente (Pr): quando uma vez executada a ação os efeitos continuam a manifestar-se num horizonte temporal conhecido;
	Cíclico (C): quando o efeito se faz sentir em determinados períodos (ciclos), que podem ser ou não constatado ao longo do tempo.
REVERSIBILIDADE: refere-se ao retorno do fator ou parâmetros ambientais às condições originais, podendo ser caracterizado como:	Reversível (Rv): quando cessada a ação o fator ambiental retorna as condições originais;
	Irreversível (Ir): quando cessada a ação o fator ambiental afetado não retorna as condições originais pelo menos num horizonte de tempo aceitável pelo homem.
EXTENSÃO: é o alcance do impacto, que pode ser caracterizado como:	Local (L): quando o efeito se circunscreve ao próprio local da ação;
	Regional (Rg): quando o efeito se propaga por uma área além das imediações da localidade onde se dá a ação.
DURAÇÃO: refere-se ao tempo que o impacto e seus efeitos persistem no ambiente, podendo ser caracterizado com:	Curto prazo (Cp): quando seus efeitos têm duração de até 1m ano;
	Médio prazo (Mp): quando seus efeitos têm duração de 1 a 10 anos;
	Longo prazo (Lp): quando seus efeitos têm duração de 10 a 50 anos.
ORIGEM: relaciona-se à procedência do impacto, que pode ser caracterizado como:	Direta (D): quando resulta de uma simples relação de causa e efeito;
	Indireta (I): quando é uma reação secundária da ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações.

Fonte: Santos (2004); Sobral *et al.* (2007); adaptado por Gomes *et al.* (2019)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população da zona rural do município estabelecido próximo a usina solar, vem sofrendo constantemente de forma negativa causados durante o período da construção. Os eventos presentes de erosão nas últimas estações chuvosas no período de 2019 a 2021, de acordo com as aprovações pelo clima tempo apresentadono gráfico 01 e 02, com as consolidações de dados das precipitações elevadas nas estações chuvosas, transportaram sedimentos para as áreas a jusante, os riachos localizados em elevações mais baixas, causando efeitos negativos à comunidade e ao ecossistema. Em muitas áreas, esses sedimentos se encontram desagregados e sem cobertura vegetal, sendo suscetíveis a processos erosivos.

Gráfico 01 e 02 - Dados que representam o comportamento histórico da chuva.



1

Mês	Minima (°C)	Máxima (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	21°	30°	166
Fevereiro	21°	30°	135
Março	21°	30°	152
Abril	21°	30°	81
Mai	21°	31°	22
Junho	20°	31°	2
Julho	20°	31°	1
Agosto	20°	32°	0
Setembro	22°	34°	9
Outubro	23°	34°	47
Novembro	22°	32°	109
Dezembro	22°	31°	152

2

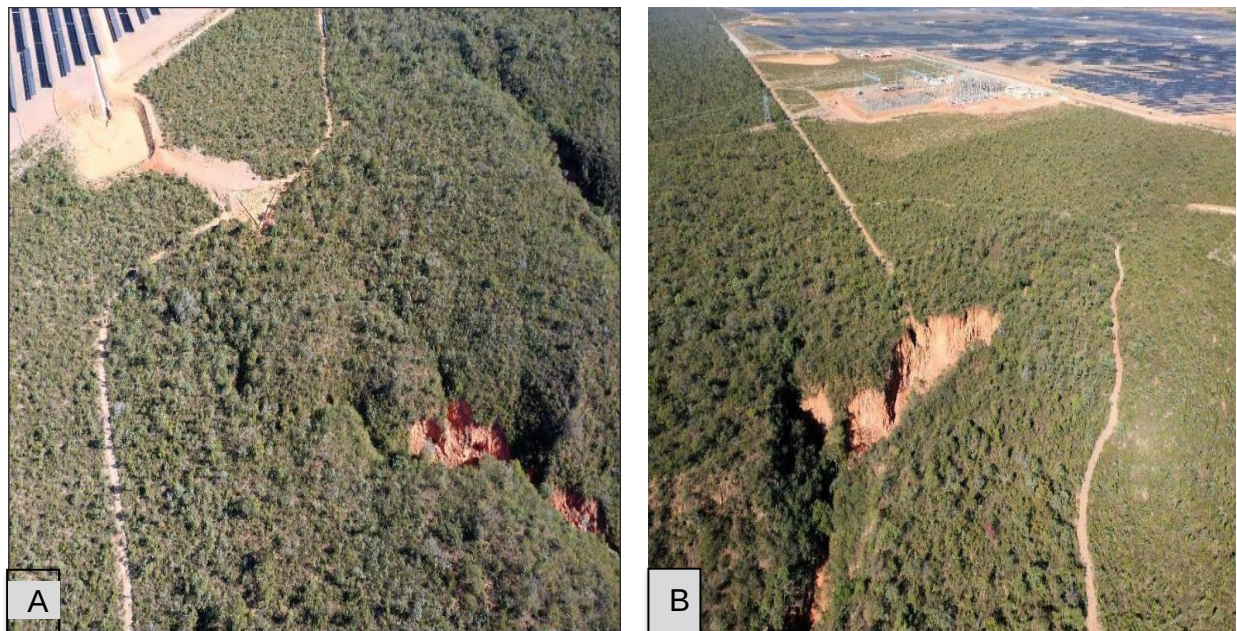
Fonte: Clima Tempo (2021).

Os processos erosivos causados pela água do escoamento superficial começam a partir da saturação dos solos, bem como da formação de crostas na superfície, que dificultam a infiltração das águas. Dependendo das propriedades dos solos, das características das encostas, do regime das chuvas, bem como do uso da terra e das práticas de manejo, os processos podem evoluir através da erosão em lençol, ravinas e voçorocas, causando uma série de impactos ambientais GUERRA (1996, p. 103).

Em origem ao desenvolvimento da usina nos anos de 2019, de acordo com o planejamento para o período de chuvas, realizou-se aproximadamente em média de cinco unidades de bacias com propósito de armazenar águas pluviais nas principais estações chuvosas durante o período de construção, instalação e operação da usina, na qual atualmente possui por volta de 20 unidades decorrentes a grandes níveis de precipitação de chuvas na região.

O que não se esperava, que o estágio chuvoso na mesma temporada em diante ocorreu mais do que o calculado e previsto pelas organizações do projeto. Decorrendo grandes níveis de sangramento e até mesmo rupturas das estruturas preparadas, no qual promoveu deslizamento com fortes opressões de águas e sedimentos do montante a jusante conforme a figura 01 chegando a atingir e lesionar a comunidade que se localiza no refluxo da área.

Figura 01 A e B- Áreas de escarpas degradadas.



Fonte: Autor (2022).

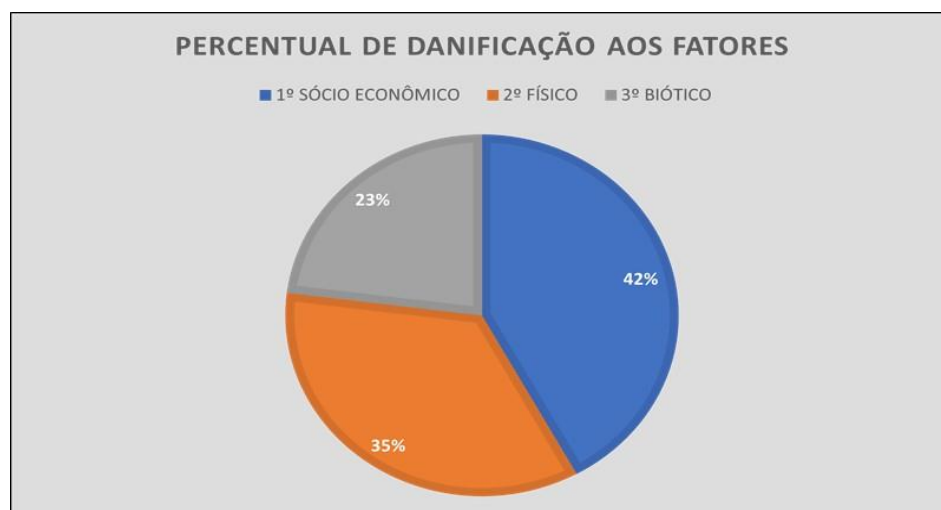
A Deliberação Normativa Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº 62/2002, afirma que os riscos é a probabilidade e severidade de um efeito adverso para a saúde, para a propriedade ou para o meio ambiente, sendo avaliado em função das condições de implantação da barragem e da eficácia do sistema de gestão. Em rompimentos de barragens, os níveis resultantes, quando de grandes proporções, são capazes de produzir danos severos a jusante devido à quantidade de água que é bruscamente liberada.

Dentre os materiais empregado para a avaliação dos impactos ambientais, utilizou-se a matriz de Leopold onde foi possível observar os seguintes impactos negativos. O mesmo é composto por suas classificações dos fatores físico, biótico e socioeconômico, tendo em vista as suas subdivisões por meio dos componentes solo, ar, água, flora, fauna terrestre, ictiofauna, uso e ocupação do solo e ao grau de vida. Disposta na forma de linhas e colunas em que uma da coluna aponta as possíveis ações impactantes e na outra todas as características decorrentes aos impactados. O objetivo é verificar as prováveis interações entre os componentes do projeto e os elementos do meio.

Em relação ao solo a verificação presente foi a abertura e aceleração de processos erosivos e carreamento de sedimentos, interferências com áreas de processos agrícola e agropecuária e também variabilidade das áreas de preservação permanente dos corpos d'água, levando em consideração uma reversibilidade ampla. Os prejuízos, sob o ponto de vista da perda de solo, contribuem para a degradação ambiental à medida que podem provocar: redução da qualidade da água pela presença de sedimentos e suas associações com agrotóxicos e nutrientes, assoreamento de córregos e lagos, enchentes e inundações causadas por alterações no regime fluvial, as quais afetam a fauna, a flora e as atividades humanas (SILVA *et al.*, 2003; GUERRA, 2005).

E em relação ao ar, houve acréscimo das emissões de poeira, tendo uma gravidade baixa na qual foi ocasionado de forma indireta acarretada pela degradação e erosão. Tendo em vista os levantamentos de impactos com efeitos negativos na região através da matriz de Leopold, com intuito de demonstrar em porcentagem o nível de danificação na região de acordo com o Gráfico 03. Observa-se uma proporção muito grande de deterioração dos fatores. Na qual o meio Socioeconômico se destaca com uma porcentagem de 42% sofridos, em segundo o meio Físico e em terceiro e último o meio Biótico.

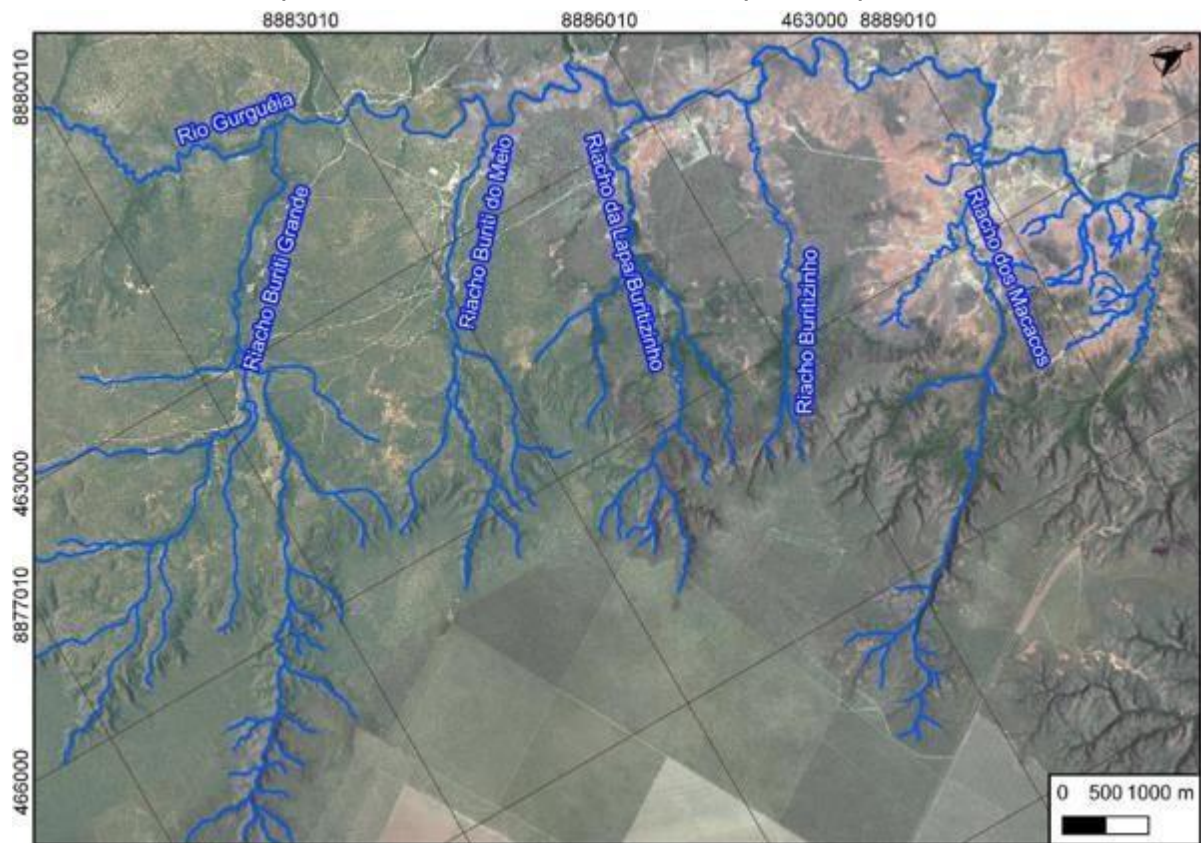
Gráfico 03 - Percentual de danificação aos fatores analisados na Matriz de Leopold.



Fonte: Autor (2022).

Nas imagens abaixo de acordo com a Mapa 04, observa-se os riachos dos macacos, riacho buritizinho, riacho da lapa, riacho do buriti do meio, riacho do buriti grande e o Rio Gurguéia que foram impactados pelo empreendimento e pelos eventos de erosão ocorridos nas estações chuvosas de 2018 a 2020, podendo estender até os dias atuais. Onde os mesmos ainda não realizaram plano de recuperação.

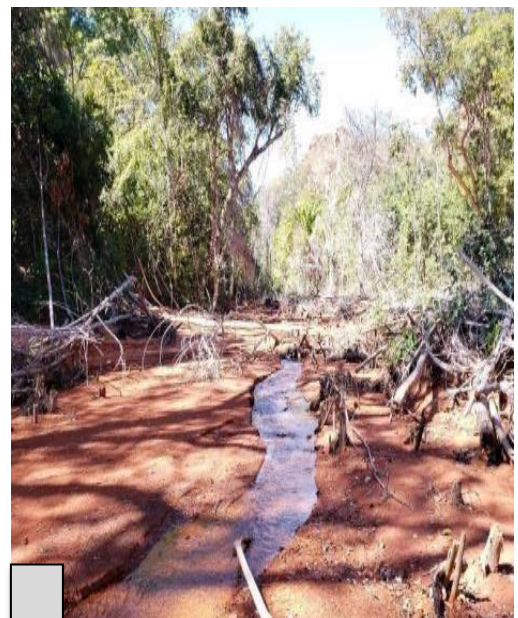
Mapa 04 - Riachos e Rios afetados pelo empreendimento.



Fonte: Autor (2022).

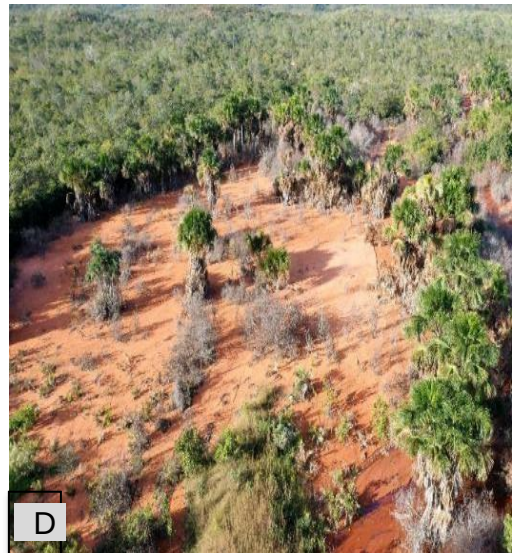
Quanto aos aspectos físicos, destaca-se: alteração do regime fluvial das drenagens receptoras e também a alteração no regime fluvial do rio Gurguéia, que é o rio que abastece o município. Ambos tendo como uma relevância de gravidade baixa a média, podendo ter uma reversibilidade.

Os impactos causados na água são identificados como: assoreamento do Riacho do Macaco e Riacho da Lapa, podendo acarretar para o Rio Gurguéia. Risco de eutrofização dos novos corpos d'água e perda das nascentes conforme a figura 02. Figura 02 A, B, C e D – Riacho do macaco e lapa afetados pelo empreendimento.



A

B



Fonte: Autor (2022)

A importância da existência de florestas ciliares ao longo dos rios, ao redor de lagos e reservatórios, fundamenta-se no amplo espectro de benefícios que este tipo de vegetação traz ao ecossistema, exercendo função protetora sobre os recursos naturais bióticos ou abióticos. (DURIGAN; SILVEIRA, 1999). Seja por sua capacidade de recarregar aquíferos, de manutenção da qualidade da água, de reduzir as taxas de erosão e assoreamento dos rios ou, principalmente, por sua importância para a manutenção da biodiversidade (RICHIE; MCARTY, 2003).

No que preocupa à flora local, houve a perda e desintegração de áreas com vegetação nativa e de habitats de fauna terrestre. A vegetação é importante agente estabilizador em taludes e sua retirada é a principal causa dos movimentos gravitacionais de massa (SILVA, 2008-a).

Conforme o Quadro 02 dentre os prejuízos bióticos está a redução da diversidade de fauna nativa, o crescimento das práticas de caça vem acontecendo pelo fato da diminuição dos habitats decorrente ao impacto, e diminuição do grupo das espécies de caça e conseqüentemente a redução e desagregação de regiões com plantas nativas e de habitats de fauna terrestre, que podem ser expressas por: Ameaça de perda e redução de peixes nativos do rio Gurguéia, intervenção sobre as pescarias e início dos processos de desertificação.

Quadro 02 - Matriz de avaliação dos impactos ambientais das áreas afetadas pelo empreendimento UFV no município de São Gonçalo do Gurguéia.

CARACTERÍSTICA		CLASSE		ÁREA		PERÍODO		REVERSIBILIDADE		GRAVIDADE			TEMPO		
Direto	Indireto	Positivo	Negativo	Local	Regional	Temporário	Permanente	Reversível	Irreversível	B	M	A	Cp	Mp	Lp
x			x	x			x	x			x		x		
	x		x	x			x	x		x			x		
x			x		x		x	x			x		x		
x			x	x			x	x		x			x		
x			x		x		x	x		x			x		
x			x	x			x	x		x			x		
x			x	x			x	x					x		
x			x	x			x	x					x	x	

FATORES AMBIENTAIS		POSSÍVEIS IMPACTOS NEGATIVOS
MEIO	COMPONENTES	
FÍSICO	SOLO	1. – Abertura e aceleração de processos erosivos e carretamento de sedimentos. 2. – Interferências com áreas de processos agrícola e agropecuária. 3. – Variabilidade das áreas de preservação permanente dos corpos d'água.
	AR	4. – Acréscimo das emissões de poeira.
	ÁGUA	5. – Alteração do regime fluvial das drenagens receptoras. 6. – Alteração no regime fluvial do rio Gurgueia. 7. – Assoreamento do rio Gurgueia. 8. – Risco de eutrofização dos novos corpos d'água. 9. – Perda das nascentes.
BIÓTICO	FLORA	10. – Perda e desintegração de áreas com vegetação nativa e de habitats de fauna terrestre.
	FAUNA TERRESTRE	11. – Redução da diversidade de fauna nativa. 12. – Crescimento das práticas de caça e diminuição do grupo das espécies cinegéticas. 13. – Redução e desagregação de regiões com plantas nativas e de habitats de fauna terrestre.
	ICTIOFAUNA	14. – Ameaça de perda e redução de peixes nativos do rio Gurgueia. 15. – Intervenção sobre as pescas.
SÓCIO ECONÔMICO	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	19. – Início dos processos de desertificação. 20. – Perda de áreas com atividades agrícolas 21. – Perda temporária de empregos/renda por efeito aos impactos. 22. – Perda de nutrientes.
	GRAU DE VIDA	23. – Incidências ao aparecimento de doenças. 24. – Necessidade das atividades da saúde pública. 28. – Proliferação de pragas e vetores. 29. – Acidentes com animais peçonhentos. 30. – Riscos sociais durante a construção. 31. – Risco de acidentes com a população. 32. – Relações sócio comunitárias durante as fases de obra.

Fonte: Autor (2022). B – Baixa; M – Médio; A – Alto; Cp – Curto prazo; Mp – Médio prazo; Lp – Longoprazo;

O uso e a ocupação do solo culminaram na perda de áreas com atividades agrícolas, perda temporária de empregos/renda por efeito dos impactos, perda de nutrientes e também incidências ao aparecimento de doenças, assim como necessidade das atividades da saúde pública.

No aspecto socioeconômico observa-se: Proliferação de pragas e vetores, acidentes com animais peçonhentos, riscos sociais durante a construção, risco de acidentes com a população e relações sócio comunitárias durante as fases de obra.

Para mitigar os impactos observados e prevenir futuros impactos, foi elaborada uma estratégia de recuperação para cada efeito negativo identificado na região afetada pelo empreendimento que localiza no município de São Gonçalo do Gurgueia, medidas que podem auxiliar no plano de recuperação (Quadro 03). Diante da afirmação acima, faz-se necessário a utilização de medidas mitigadoras, sendo estas utilizadas para a diminuição dos impactos ambientais.

Quadro 03 - Medidas mitigadoras para os impactos identificados no meio físico na região afetada pelo empreendimento UFV em São Gonçalo do Gurgueia.

Aspectos Meio Físico
Medidas mitigadoras
Com relação ao Meio Físico, as medidas de recuperação em primeiro lugar visam a minimizar a erosão de solos e rochas que ainda não foram desagregadas, tanto pela redução da vazão de escoamento superficial (Bacias de Contenção e amortecimento), como pela melhoria das condições de escoamento (canais em gabião, melhorias nas passagens de água).

Para o material que já se encontra desagregado, as medidas visam a contenção da movimentação de sedimentos rumo ao Rio Gurguéia pela implantação de barreiras de retenção de sedimentos, que também servirão de pontos de remoção de sedimentos transportados.
Em áreas com grandes quantidades de sedimentos soltos, reduzindo a movimentação de material e proporcionando condições melhores para a regeneração da vegetação, visa o uso de biomantas e grama líquida.
Barreiras de contenção das águas pluviais e sedimentos.

Aspectos Meio Biótico
Medidas mitigadoras
A recuperação do meio biótico depende da efetividade da recuperação do meio físico. O controle da erosão irá propiciar as condições para que os riachos encontrem uma nova configuração estável a partir da qual a vegetação ciliar possa se recuperar.
Plano de revitalização dos rios e riachos afetados com ações a serem realizadas com a retirada de sedimentos.
Regeneração das matas ciliares (APP) no leito dos rios e riachos.
Regeneração da flora nativas.
Regeneração de algumas espécies nativas de peixes.

Aspectos Meio Socioeconômico
Medidas mitigadoras
Planos de indenização e compensação ambiental.
Plano de ação social
Plano de ação para a educação patrimonial e cultural afetados pela UFV.
Plano de recuperação ambiental
Ações emergenciais sobre infraestrutura e saúde.

Fonte: Autor (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como finalidade levantar conhecimento e referências com relação aos impactos ambientais, sociais e econômicos referente ao rompimento e escoamento das barragens utilizadas no empreendimento UFV no município de São Gonçalo do Gurguéia. As rupturas das bacias de contenção acarretaram em efeitos negativos como degradação do solo, que dentro dos parâmetros socioambientais indica decorrente ao grande volume de sedimentos acarretado a jusante na qual ocasionou assoreamento dos riachos. E particularmente a saúde mental das pessoas, a princípio, por serem mais afetados dentro dos parâmetros socioeconômicos por perdas das originalidades de vida dentro da região afetada pelo empreendimento.

Os impactos mostraram efetivamente uma alta e grandes complicações onde precisam de análises mais complexas *In Loco* para propor e reduzir efeitos negativos. O quadro transmitido por outras tragédias faz com que se realizem estudos mais eficientes nos meios físicos, bióticos e socioambientais.

A construção de grandes obras e empreendimento mudam sobremaneira a realidade do local onde são desenvolvidas e conseqüentemente causam impactos tanto socioeconômicos como ambientais, por isso é tão importante uma avaliação prévia desses impactos, de forma que se possa pensar em alternativas com o objetivo de diminuir os impactos negativos. Nesse caso a utilização da matriz de Leopold, auxilia diretamente na designação dos impactos ambientais, por sua vez os parâmetros presentes levantados trazem objetivamente diferentes classes de medidas mitigadoras.

O acompanhamento das ações programadas para a diminuição dos impactos é essencial, visto que os resultados destas é que vão indicar a eficácia ou não. Com base nas avaliações de impactos ambientais com a utilização da Matriz de Leopold, conclui-se que é de extrema urgência que seja estabelecido o plano de recuperação de áreas degradadas.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Géssica Borges; CORTELETTI, Rosyelle Cristina. Proposta metodológica para previsão de impactos decorrentes de acidentes com barragens de rejeito. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, p. 525-534, 2021.

CASTRO, Martha Nascimento; CASTRO, Rodrigo Martinez; DE SOUZA, Caldeira. A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. **REVISTA UNIARAGUAIA**, v. 4, n. 4, p. 230-241, 2013.

COSTA, Walter Duarte. **Geologia de barragens**. Oficina de Textos, 2016.

DE FARIAS, Willams Brandão; DE MELO, Ivan Vieira. **Avaliação de impactos ambientais de barragens**. (2005).

FERNANDES, Laurianny de Sousa. **Avaliação dos impactos ambientais provocados pela mineração de brita no Sítio Mata dos Galdinos**. São João do Rio do Peixe-PB." (2022).

FROTA, Patrícia Vasconcelos. PROCESSO EROSIVO E A RETIRADA DA VEGETAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE ORÓS-CE. **Revistageonorte**, v. 3, n. 6, p. 1472-1481-1472-1481, 2012.

GOMES, Patrine Nunes *et al.* Levantamento dos impactos socioambientais na área do lixo a céu aberto no Município de Corrente, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 13, p. 469- 480, 2019.

GUERRA, Antonio José Teixeira; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 19, p. 93-114, 1996.

LOPES, Luciano Motta Nunes. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. **Sinapse Múltipla**, v. 5, n. 1, p. 1-1, 2016.

MELO, Frances Ley *et al.* Vegetação como instrumento de proteção e recuperação de taludes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 16, 2013.

NAIME, Roberto. Impactos socioambientais de hidrelétricas e reservatórios nas bacias hidrográficas brasileiras. **Uniciências**, v. 15, n. 1, 2011.

PACCHELLO, Stefano Navarro. **Impactos ambientais e socioeconômicos causados pelo rompimento da barragem de Brumadinho**. 2021.

Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea diagnóstico do município de São Gonçalo do Gurguéia estado do Piauí (2004).

RIBEIRO, Katia Torres; FREITAS, Leandro. Impactos potenciais das alterações no Código Florestal sobre a vegetação de campos rupestres e campos de altitude. **Biota Neotropica**, v. 10, p. 239-246, 2010.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. Oficina de textos. 2020.

SILVA, Brenda Caroline Martins. **Avaliação de rompimento de barragens na bacia do rio doce: cálculo da extensão atingida e impactos produzidos**. Monografia. Curso de engenharia ambiental. 2019.

SECRETARIA-GRAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Noticiário – rompimento das barragens Brumadinho e Mariana**: Exercício de 2019. Brasília: Secretaria Geral, 2019.

WILLINGHOEFER, Matheus *et al.* **Avaliação do risco de rompimento da barragem de uma pequena central hidrelétrica na bacia do rio do peixe**. 2016.