



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO SUPERIOR EM TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

PAULA EDUARDA CARDOSO DA COSTA

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DA BARRAGEM DO
BEZERRO: uma Abordagem Ambiental

TERESINA
2025

PAULA EDUARDA CARDOSO DA COSTA

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DA BARRAGEM DO
BEZERRO: uma Abordagem Ambiental**

Trabalho de Conclusão de Curso
(monografia) 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 Teresina Central.

Orientador: Prof. Dr. Érico Rodrigues Gomes

TERESINA
2025

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

Costa, Paula Eduarda Cardoso da

C837u Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica da Barragem do Bezerra :
uma abordagem ambiental / Paula Eduarda Cardoso da Costa. - 2025.

51 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) -
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus
Teresina Central, 2025.

Orientador : Prof Dr. Érico Rodrigues Gomes.

1. Impactos ambientais. 2. Conservação ambiental. 3. Análise ambiental.

I. Título.

CDD - 577

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

PAULA EDUARDA CARDOSO DA COSTA

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DA BARRAGEM DO
BEZERRO: uma Abordagem Ambiental**

Trabalho de Conclusão de Curso
(monografia) 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 Teresina Central.

Aprovada em: 11/12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Érico Rodrigues Gomes (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dra. Jacqueline Santos Brito
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dra. Divamélia Gomes
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho aos meus pais,
amigos e principalmente a Deus.

AGRADECIMENTOS

Expresso meus mais sinceros agradecimentos aos meus pais, às minhas amigas, a Deus e ao Instituto federal do Piauí, expresso minha sincera gratidão a todos os professores e servidores do IFPI do Campus Teresina Central, que, de forma direta ou indireta, colaboraram para que este resultado fosse alcançado. Aos meus pais Clemilson dos Reis Costa e Maria do Socorro Cardoso de Oliveira, que lutaram e continuam lutando diariamente para que eu pudesse estudar em outra cidade e alcançar a tão sonhada formação acadêmica, deixo registrada minha eterna gratidão pelo apoio, esforço e dedicação incondicionais. Agradeço, de forma especial, às minhas amigas, em especial ao meu “trio”, a Valdaeli Pinto e Auricleia Vieira, que estiveram presentes diariamente, oferecendo motivação, força e incentivo para que eu continuasse lutando. Ao longo dessa trajetória, tornamo-nos um verdadeiro porto seguro umas para as outras, compartilhando desafios, conquistas e aprendizados.

Minha gratidão maior é dirigida a Deus, pois sem Ele nada disso seria possível. Foi Ele quem me mostrou o caminho, despertou em mim o amor pelo que faço e me permitiu descobrir minha vocação para trabalhar com o meio ambiente, concedendo-me as oportunidades necessárias para tornar esse sonho realidade. Não poderia deixar de agradecer também aos professores que fizeram parte dessa caminhada. Entre orientações, conselhos e desafios, jamais deixaram de transmitir ensinamentos valiosos que levarei comigo por toda a vida. De maneira especial, agradeço ao professor Érico, que aceitou ser meu orientador e conduziu todo o processo com dedicação, responsabilidade e cuidado.

**“O estudioso é aquele que leva aos demais
o que ele compreendeu: a Verdade”**

-São Tomás de Aquino

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise ambiental da bacia hidrográfica da Barragem do Bezerro, situada no município de José de Freitas, no estado do Piauí. O estudo teve como objetivo analisar ambientalmente o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro. A pesquisa foi desenvolvida com base em visitas de campo, registros fotográficos, mapeamento georreferenciado e levantamento bibliográfico. Os resultados mostraram que o uso e ocupação desordenados do solo, o desmatamento, as queimadas, o descarte inadequado de resíduos e o lançamento de efluentes provocam degradação ambiental significativa. Também foi observada a presença de atividades agrícolas e loteamento, nas áreas de preservação permanente, contribuindo para a perda da vegetação ciliar, implantação de processos erosivos e assoreamento. As medidas mitigadoras propostas incluem o reflorestamento das margens, o planejamento da expansão urbana, o manejo sustentável do solo e o incentivo à educação ambiental. Conclui-se que a gestão integrada da bacia é essencial para assegurar o equilíbrio ecológico e promover a conservação ambiental dos recursos naturais.

Palavras-chave: impactos ambientais; conservação ambiental; análise ambiental.

ABSTRACT

This study presents an environmental analysis of the Bezerro Dam watershed, located in the municipality of José de Freitas, in the state of Piauí, Brazil. The objective of the study was to analyze land use and land cover within the watershed of the Bezerro Dam. The research was conducted based on field visits, photographic records, georeferenced mapping, and a literature review. The results indicate that disordered land use and occupation, deforestation, burning practices, improper waste disposal, and the discharge of effluents cause significant environmental degradation. Agricultural activities and land subdivision were also observed within Permanent Preservation Areas, contributing to the loss of riparian vegetation, the development of erosive processes, and sedimentation. The proposed mitigation measures include the reforestation of riverbanks, planning of urban expansion, sustainable soil management, and the promotion of environmental education. It is concluded that integrated watershed management is essential to ensure ecological balance and promote environmental conservation of natural resources.

Keywords: environmental impacts; environmental conservation; environmental analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Mapa de localização.....	23
Figura 02	Fisionomia vegetal de transição Cerrado/Caatinga, característica na área da Bacia da Barragem do Bezerro.....	24
Figura 03	Polo de lazer de barracas próximas à margem do lago da barragem	25
Figura 04	Mapa de uso e ocupação solo da bacia hidrográfica.....	29
Gráfico 01	Gráfico do uso e ocupação do solo.....	30
Figura 05	Mapa dos pontos visitados na bacia hidrográfica.....	32
Figura 06	Divisor de Águas área leste da bacia.....	33
Figura 07	Divisor de águas zona Sul da bacia.....	33
Figura 08	Área queimada nas margens do açude da barragem.....	33
Figura 09	Esgoto a céu aberto ao lado do restaurante.....	34
Figura 10	Esgoto a céu aberto ao lado do restaurante.....	34
Figura 11	Resíduos domésticos em locais inapropriados	34
Figura 12	Área queimada perto de casas.....	34
Figura 13	Riacho na comunidade Portal da Esperança.....	35
Figura 14	Riacho na comunidade Portal da Esperança.....	35
Figura 15	Córrego que passa na PI 113.....	36
Figura 16	Vista lateral do córrego.....	36
Figura 17	Local onde o córrego deságua no açude do bezerro.....	36
Figura 18	Açude na comunidade João Pereira.....	36
Figura 19	Fossa sépticas das barracas da barragem do Bezerro.....	37
Figura 20	Efluentes lançados diretamente no solo.....	37
Figura 21	Sangradouro da Barragem do Bezerro.....	37
Figura 22	Sangradouro da Barragem do Bezerro.....	37

Figura 23	Margem lateral da barragem	38
Figura 24	Margem lateral da barragem visão do paredão.....	38
Figura 25	Margem na parte contraria as barracas.....	39
Figura 26	Margem contrária às barracas.....	39
Figura 27	Margem próxima às casas.....	39
Figura 28	Margem do lago da barragem próximo aos loteamentos.....	40
Figura 29	Loteamento Conjunto.....	40
Figura 30	Loteamento Conjunto.....	40
Figura 31	ETE do loteamento Conjunto.....	41
Figura 32	ETE do loteamento Conjunto.....	41
Figura 33	Novo loteamento.....	41
Figura 34	Casas em construção no novo loteamento.....	41
Figura 35	Loteamento Segurança III.....	42
Figura 36	Loteamento no rodoanel.....	42
Figura 37	Áreas de cultivos agrícolas na PI 113.....	42
Figura 38	Áreas de cultivos agrícolas na PI 113.....	42
Figura 39	Queimadas e preparo do solo.....	43
Figura 40	Queimada e preparo do solo.....	43
Figura 41	Cemitério na localidade São Domingos.....	44
Figura 42	Cemitério na localidade São Domingos.....	44
Figura 43	Cemitério Céu na Terra.....	44
Figura 44	Cemitério na Segurança I.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Tabela análise dos impactos e aspectos das atividades da bacia....	45
-----------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AII	Área de Influência Indireta
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i> (Processo Analítico Hierárquico)
AID	Área de Influência Direta
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
BH	Bacia Hidrográfica
COMDEPI	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do Parnaíba e Itapecuru
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Km ²	Quilômetro Quadrado
MS	Ministério da Saúde
NBR	Norma Brasileira
PI	Piauí
QGIS	<i>Quantum Geographic Information System</i> (Sistema de Informação Geográfica Quantum)
SEMA-RS	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul
SIG	Sistema de Informação Geográfica

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1.	BACIAS HIDROGRÁFICAS	19
2.1.1.	Conceitos de bacias	19
2.1.2.	Planejamento ambiental em bacias hidrográficas.....	19
2.1.3.	Risco e vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas.....	20
2.2.	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	20
2.2.1.	Dinâmica de ocupação em torno de corpos d'água e áreas de preservação.....	21
2.3.	RELAÇÃO ENTRE O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E A QUALIDADE DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANA..	21
2.3.1	Corpos d'Água em zona urbana.....	22
2.4.	MAPEAMENTO DE CORPOS HÍDRICOS EM ZONA URBANA.....	22
3.	ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	23
3.1.	ÁREA DE ESTUDO.....	23
3.2.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	26
3.2.1.	Identificação e georreferenciamento das atividades presentes na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro.....	26
3.2.2.	Caracterização das atividades presentes na bacia hidrográfica..	27
3.2.3.	Análise dos impactos ambientais provocados pelas atividades antrópicas encontradas na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro.....	27

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
4.1.	IDENTIFICAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DAS ATIVIDADES PRESENTES NA HIDROGRÁFICA DA BARRAGEM DO BEZERRO	28
4.2.	CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES PRESENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA.....	29
4.3.	ANÁLISE DOS IMPACTOS QUE ESSAS ATIVIDADES PROVOCAM NA BACIA HIDROGRÁFICA DA BARRAGEM DO BEZERRO.....	31
4.3.1.	Divisor de águas.....	32
4.3.2	Problemas ambientais gerais.....	33
4.3.3.	Riachos e Açudes.....	34
4.3.4.	Em torno do açude do bezerro.....	37
4.3.4.	Loteamentos.....	40
4.3.5.	Campos agrícolas.....	42
4.3.6.	Cemitérios.....	44
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

O uso e a ocupação do solo em áreas associadas aos recursos hídricos constituem fatores determinantes para a qualidade ambiental e para a disponibilidade da água, sobretudo em regiões semiáridas, como o estado do Piauí, onde a irregularidade climática e a limitação hídrica natural tornam os sistemas aquáticos mais vulneráveis às ações antrópicas (TUCCI, 2008). A expansão urbana desordenada, as atividades agrícolas, a supressão da vegetação e o lançamento inadequado de resíduos e efluentes interferem diretamente na dinâmica das bacias hidrográficas, comprometendo processos como a infiltração, a recarga hídrica e a qualidade dos corpos d'água (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

O município de José de Freitas, localizado na região norte do Piauí, tem apresentado expansão urbana nas últimas décadas, acompanhada pelo aumento populacional e pela ampliação de áreas residenciais e de infraestrutura próximas a corpos hídricos, conforme dados demográficos e territoriais disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Esse processo de crescimento urbano, quando não orientado por planejamento ambiental adequado, tende a gerar pressões significativas sobre os recursos naturais, especialmente sobre as bacias hidrográficas (Jacobi, 2003).

Inicialmente, a barragem do Bezerro foi concebida com a finalidade de armazenar água, reduzir os efeitos das estiagens prolongadas e contribuir para o equilíbrio hidrológico local, favorecendo atividades como pesca e usos múltiplos da água (GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ, 2018). Implantada sobre o leito do riacho do Bezerro e inaugurada no ano de 1993, a obra foi executada pelo Governo do Estado do Piauí, por meio da Companhia de Desenvolvimento do Piauí (COMDEPI), como parte das políticas estaduais voltadas ao aproveitamento e à regularização dos recursos hídricos (GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ, 2018).

Com o passar do tempo, o reservatório consolidou-se como um importante espaço de lazer e recreação para a população de José de Freitas e municípios vizinhos, sendo amplamente utilizado para banho, pesca e práticas esportivas, o que ampliou sua relevância social e econômica (IBGE, 2022; GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ, 2018). Além de sua função social, a barragem exerce papel relevante no controle do escoamento superficial e na retenção de águas pluviais, contribuindo para a dinâmica da bacia hidrográfica do riacho do Bezerro.

O crescimento das atividades antrópicas no entorno da barragem do Bezerro,

no município de José de Freitas–PI, associado à ausência de planejamento ambiental e ao uso inadequado do solo, tem provocado alterações significativas na dinâmica da bacia hidrográfica. A ocupação irregular das margens, a supressão da vegetação ciliar, as queimadas, o lançamento de efluentes e o descarte inadequado de resíduos sólidos configuram um cenário de pressão ambiental crescente, que compromete a qualidade da água, intensifica processos erosivos e ameaça a sustentabilidade dos usos múltiplos do reservatório.

Diante desse contexto, torna-se necessário compreender de que forma o uso e a ocupação do solo estão ocorrendo na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro e quais impactos ambientais decorrem dessas atividades. A bacia hidrográfica da barragem do Bezerro apresenta relevância para o município de José de Freitas, por constituir um importante reservatório utilizado para atividades de lazer, pesca e suporte às dinâmicas sociais e econômicas locais. Entretanto, a intensificação do uso e ocupação do solo no entorno da bacia, associada a práticas antrópicas inadequadas, como ocupações irregulares, supressão da vegetação, queimadas e lançamento de efluentes, tem provocado impactos ambientais que comprometem a qualidade da água e favorecem processos de erosão e assoreamento.

Nesse sentido, a realização deste estudo contribui para a compreensão desses impactos e para o fornecimento de subsídios técnicos que possam orientar ações de gestão ambiental, ordenamento territorial e planejamento sustentável, visando à conservação dos recursos hídricos e à melhoria da qualidade de vida das populações que dependem direta ou indiretamente da bacia hidrográfica.

Tem como objetivo geral analisar o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica da barragem do Bezerro, e como objetivos específicos Identificar e georreferenciar atividades presente na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro; caracterizar as atividades presentes na bacia hidrográfica; analisar os impactos que essas atividades provocam na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O uso e ocupação do solo em áreas de bacias hidrográficas é um fator determinante para a dinâmica ambiental e a qualidade dos recursos hídricos. De acordo com Raitz (2012) os usos dos solos de maneira inadequada e que desconsidere a dinâmica dos recursos hídricos podem causar uma série de problemas como o aumento do impacto das cheias, falta d'água, perda de solo, poluição, entre outros. Para um uso do solo condizente com a preservação dos recursos hídricos é necessário que se conheça tanto a dinâmica destes recursos, como o contexto social, econômico e cultural da área pesquisada.

Segundo Silva e Ferreira (2019) O uso e a ocupação do solo interferem direta ou indiretamente na dinâmica hidrológica ao modificar os padrões de evaporação, evapotranspiração, infiltração, escoamento superficial e precipitação das bacias hidro

Estudos aplicados reforçam a necessidade de se compreender a relação entre o uso do solo e a qualidade ambiental dos corpos d'água inseridos nas bacias hidrográficas. De Paula (2013) avaliou parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água de represas urbanas em Catalão-GO, utilizadas para pesca e lazer, classificando-as conforme a Resolução CONAMA 430/2011. O autor analisou o pH, oxigênio dissolvido, condutividade, salinidade, DQO e coliformes termotolerantes.

Os resultados mostraram boa qualidade para a maioria dos parâmetros, mas 75% das amostras apresentaram pH fora dos padrões e 88,5% estavam contaminadas por coliformes termotolerantes, indicando poluição fecal e risco sanitário, ligada ao despejo de esgoto e lixo, agravada pela falta de conhecimento da população local sobre os riscos. Recomendou reclassificar as represas para classe 4, com restrição ao contato primário e implementação de ações de monitoramento e controle ambiental (De Paula, 2013).

2.1. BACIAS HIDROGRÁFICAS

2.1.1. Conceito de bacias hidrográficas

Segundo a secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (SEMA-RS, 2021) entende-se por bacia hidrográfica:

“Toda a área de captação natural da água da chuva que esco

superficialmente para um corpo de água ou seu contribuinte. Os limites da bacia hidrográfica são definidos pelo relevo, considerando-se como divisores de águas as áreas mais elevadas. O corpo de água principal, que dá o nome à bacia, recebe contribuição dos seus afluentes sendo que cada um deles pode apresentar vários contribuintes menores, alimentados direta ou indiretamente por nascentes.” (SEMA-RS, 2021)

A bacia hidrográfica constitui um componente essencial da dinâmica ambiental, cuja estrutura, uso e preservação são condicionados por múltiplos fatores de ordem natural e social. A Bacia Hidrográfica pode ser definida como:

“O conceito de bacia hidrográfica envolve explicitamente o conjunto de terras drenadas por um corpo d’água principal e seus afluentes e representa a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes. Embora tecnicamente o conceito implícito no termo seja preciso, podem existir variações no foco principal, conforme a percepção dos técnicos que o utilizam em seus estudos.” (Pires; Santos; Del Prette, 2005, p. 17)

Considerando que as bacias hidrográficas possuem uma compartimentação topográfica, iniciando com as cotas mais altas e terminando nas mais baixas quaisquer alteração no ambiente a montante do ponto de análise implica alterações nas áreas a jusante. (Joia, 2017).

2.1.2. Planejamento ambiental em bacias hidrográficas

As bacias hidrográficas são tidas no campo do planejamento territorial como a unidade básica de análise para o desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais com a perspectiva de integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental. No Brasil foi instituído através da Política Nacional de Recursos Hídricos, a partir da publicação da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, sendo posteriormente empregado na Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007; Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e, em normativas derivadas da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.(Carvalho, 2020).

2.1.3. Riscos e vulnerabilidade ambientais em bacias hidrográficas

Para Santos (2005), a fragilidade potencial corresponde à suscetibilidade natural de determinada área em manter ou não seu equilíbrio ambiental, sendo determinada por fatores como o tipo de solo, a declividade do relevo, o regime pluviométrico, entre outros elementos físicos. Assim, ao se realizar a análise de fragilidade potencial de um ambiente, consideram-se exclusivamente os aspectos

naturais que compõem a paisagem, sem a influência direta das ações antrópicas.

Exemplo disso são as situações em que ocorre a captação de água em um manancial superficial para abastecer populações situadas fora dos limites da bacia hidrográfica, assim como o descarte de efluentes provenientes desse consumo hídrico. Segundo Carvalho (2020) neste caso pode-se indicar que:

“Além de conflito relacionado à disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica para suprir as necessidades da população ali existente, em contrapartida da população externa à esta bacia, têm-se também a relação da capacidade de suporte dos corpos hídricos da bacia hidrográfica abastecida pela água transposta, em receber os seus efluentes gerados. Em situações como estas, compreende-se ser imprescindível a participação popular nas deliberações pela implementação do projeto de abastecimento como também, a realização de estudos de impactos ambientais que possam identificar os impactos gerados nas suas AID e AII.” (Carvalho, 2020)

A partir desse diagnóstico, torna-se viável identificar as interferências decorrentes das dinâmicas socioespaciais, possibilitando a definição de diretrizes, o estabelecimento de estratégias e a implementação de ações voltadas à compensação e mitigação dos impactos sociais e ambientais, contribuindo para o ordenamento territorial e para o equilíbrio das interações entre sociedade e meio ambiente. (Carvalho, 2020)

2.2. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

O mapeamento das informações é um recurso muito utilizado para tornar mais evidente os padrões de uso e ocupação dos espaços. A visualização dos fatos no espaço, melhora a compreensão das interações existentes. Para Sebusiani e Bettine (2011) a intensidade de uso e ocupação de uma bacia hidrográfica está fortemente associada ao nível de impermeabilização do solo dessa mesma região e por isso esses aspectos devem ser trabalhados de forma conjunta.

2.2.1. Dinâmica de ocupação em torno de corpos d'água e áreas de preservação

O código florestal (Lei nº 12.651/2012), no artigo 3º define Área de Preservação Permanente (APP) como

“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 definir a APP em barragens, o código florestal afirma que são “áreas no entorno dos reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d’água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento.” (Brasil, 2012).

2.3. RELAÇÃO ENTRE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E A QUALIDADE DA ÁGUA EM BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS

Segundo as análises realizadas por SPANGHERO (2017), indicam que os cursos d’água da bacia encontram-se em estado crítico, principalmente em razão do lançamento de esgoto clandestino e do escoamento pluvial que transporta resíduos diversos, agravado pela ausência de mata ciliar. A relação entre os parâmetros de qualidade da água e o uso e ocupação do solo mostra que áreas com maior cobertura vegetal e com Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme previsto em lei, apresentam melhores condições hídricas.

Em contrapartida, sub-bacias com maior grau de urbanização revelaram pior qualidade da água em comparação às menos urbanizadas. Embora os resultados sejam preliminares e não permitam um diagnóstico definitivo, eles evidenciam a influência direta do uso do solo na qualidade da água e reforçam a necessidade de estudos mais detalhados sobre a bacia.

“De acordo com a ANA (2005), o principal problema de qualidade de água é o lançamento de esgoto doméstico, sendo que apenas 47% do município possui rede de coleta de esgoto, e 18% dos esgotos recebem alguma forma de tratamento. Essa situação também é crítica no município de Ilhéus, e como os lançamentos domésticos são ricos em matéria orgânica e microrganismos e sólidos totais em suspensão, o estado dos cursos d’água fica comprometido.” (SPANGHERO, 2017)

2.3.1 Corpo d’água em zona urbana

Silva (2020) analisa uma microbacia localizada em Teresina que apresenta forte predominância de área construída (82,57%), reflexo da expansão urbana de Teresina, enquanto a vegetação ocupa apenas 8,55%, distribuída em fragmentos isolados. Os corpos d’água representam 4,85% e as áreas não construídas 4,03%. A elevada densidade demográfica, associada à impermeabilização do solo, crescimento irregular e construção de diques, intensifica os problemas de alagamentos. Embora 89% da área contem com rede de esgotamento sanitário,

ainda existem pontos críticos que favorecem a poluição hídrica. O regime pluviométrico, com média de 1.309,7 mm/ano (1996–2016), também influencia os impactos ambientais observados na região

2.4. MAPEAMENTO DE CORPOS HÍDRICOS EM ZONA URBANA

O estudo sobre a Bacia do Córrego do Lenheiro em São João del-Rei – MG demonstrou que a utilização de bases digitais permite a elaboração de mapas temáticos que apoiam órgãos públicos na tomada de medidas mitigadoras frente a enchentes e inundações. A análise multicritério, incluindo a definição de pesos pelo método AHP, auxilia na avaliação das variáveis de risco. Fatores como ocupação inadequada das várzeas, impermeabilização do solo, descarte incorreto de resíduos e infraestrutura precária contribuem para desastres e prejuízos sociais e econômicos. O mapeamento digital desenvolvido na pesquisa mostrou-se eficaz para identificar áreas suscetíveis e fornecer suporte ao planejamento urbano e à gestão ambiental (SANTOS; VENTORINI, 2017).

“O mapeamento digital das áreas suscetíveis a enchentes e inundações na Bacia do Córrego do Lenheiro permite apoiar a gestão urbana e a adoção de medidas mitigadoras frente a desastres, considerando fatores como ocupação irregular e infraestrutura precária” (SANTOS; VENTORINI, 2017)

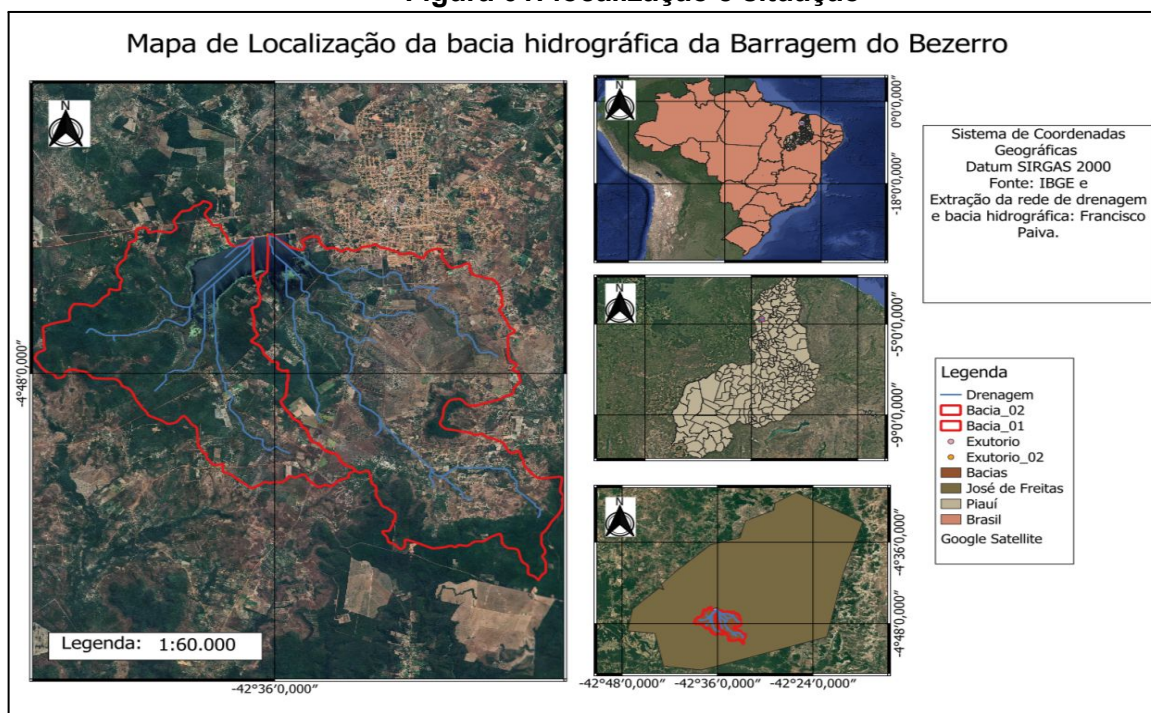
3 ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

A caracterização da bacia hidrográfica do Riacho do Bezerro é fundamental para o entendimento das dinâmicas ambientais locais. Nesse sentido, a figura 01 ilustra sua delimitação espacial, destacando os principais cursos d'água e a área de influência direta no município de José de Freitas – PI.

O município de José de Freitas, situado no Estado do Piauí, integra o território de desenvolvimento Entre Rios (IBGE, 2022). Com uma área territorial de 1.538,172 Km², sua população foi estimada em 44.391 habitantes no último levantamento (IBGE, 2024). Trata-se de um município com baixa ocupação populacional em relação à sua extensão territorial com densidade demográfica de 28, 86 habitantes por Km².

Figura 01: localização e situação



Fonte: autora

A barragem é localizada a aproximadamente 3 km do centro urbano da cidade de José de Freitas. Sendo georreferenciada pelas coordenadas de 4°46' 01, 76" latitude Sul e 42°36' 06, 49" longitude Oeste. Foi construída sobre o leito do riacho do Bezerro, sendo inaugurada em 1993, construída pelo Governo do Estado do Piauí, através da COMDEPI. Sua principal finalidade é a recreação e o turismo regional (GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ, 2018).

A região apresenta vegetação típica de transição entre Cerrado e Caatinga com espécies vegetais adaptadas ao clima semiárido, ilustrado na figura 02. A fauna local inclui animais associados a ambientes aquáticos e semi áridos, com destaque a aves e peixes. O relevo é levemente ondulado, e a área onde a barragem está inserida conta com solos predominantes arenosos. (IBGE, 2022)

Figura 02: Fisionomia vegetacional de transição Cerrado Caatinga, característica na área da bacia hidrográfica da Barragem do Bezerra.



Fonte: autora

A barragem do Bezerra se consolidou como um dos principais pontos de lazer da cidade. Durante todo ano, especialmente nas férias e finais de semana, moradores e visitantes utilizam suas águas para banho, pesca e práticas de esportes aquáticos como jet ski, canoagem e pesca esportiva. (GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ, 2018).

No entorno, existem barracas e quiosques que atendem os frequentadores, movimentando a economia local e gerando empregos sazonais, como apresentado na figura 03. Em 2018, foram identificadas fissuras na estrutura da barragem, o que gerou preocupação quanto à segurança da população e dos povoados situados a jusante. A partir desse episódio, o Governo do Estado do Piauí, por meio da secretaria de estado da defesa civil, realizou obras emergenciais e de recuperação na estrutura. Desde então a barragem começou a ser monitorada e segue sob acompanhamento técnico para garantir sua segurança e finalidade. (GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ, 2018).

Figura 03: Polo de lazer com barracas próximas à margem do lago da barragem



Fonte: autora

3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos desta pesquisa foram estruturados em quatro etapas principais, cada uma correspondendo a um objetivo específico estabelecido para este estudo, a saber: (I) identificação e georreferenciamento das atividades presentes na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro; (II) Caracterização das atividades presentes na bacia hidrográfica; (III) análise dos impactos que essas atividades provocam na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro; (IV) avaliação dos riscos e consequências dessas atividades.

3.2.1. Identificação e georreferenciamento das atividades presentes na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro.

Na primeira etapa, foi realizado um levantamento bibliográfico, logo em seguida foi realizado um levantamento documental, que serviu de base teórica e legal para a pesquisa. Esse levantamento abrangeu materiais acadêmicos como artigos científicos, dissertações e teses que tratam da temática de bacias hidrográficas, uso e ocupação do solo, impactos ambientais em cursos d'água e recursos hídricos, com ênfase em estudos realizados em zonas urbana ou periurbanas. Paralelamente, também foram consultados relatórios técnicos elaborados por órgãos ambientais e documentos legais pertinentes, como o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e legislações municipais referentes ao uso do solo e recursos hídricos.

Após a etapa inicial foi realizado o mapeamento ambiental da bacia hidrográfica, o mapeamento aconteceu por meio de fornecimento de dados no

QGIS, esses dados foram advindo das visitas e marcação de coordenadas geográficas. Esse mapeamento foi fundamental para a visualização espacial das atividades e para a análise integrada do território. O mapeamento teve o seguinte procedimento complementar:

- Uso de geotecnologias e imagens de satélites: foram utilizadas imagens de satélites de alta resolução, como o Google Earth. Tais imagens foram processadas no software QGIS, possibilitando a vetorização de áreas de uso e ocupação do solo e a delimitação de possíveis zonas de risco ambiental. Os pontos georreferenciados em campo, coletados por GPS, foram integrados aos mapas por meio do QGIS, garantindo maior precisão espacial.

Os produtos finais desta etapa foram mapas temáticos, que representam a distribuição espacial das atividades humanas e a sobreposição destas com áreas ambientalmente sensíveis da bacia.

3.2.2. Caracterização das atividades presentes na bacia hidrográfica.

A caracterização das atividades existentes na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro foi realizada por meio de uma visita técnica em pontos estratégicos, contemplando áreas urbanas, rurais e periurbanas. Durante a atividade, efetuou-se o levantamento das formas de uso e ocupação do solo, considerando a presença de moradias, quiosques e bares destinados ao lazer, pequenas propriedades rurais, áreas agrícolas, criação de animais, pontos turísticos e ocupações irregulares em Áreas de Preservação Permanente (APP). A coleta de dados foi baseada em observações diretas, registros fotográficos, anotações sobre os problemas ambientais e ações humanas, além do georreferenciamento por meio de GPS, permitindo a organização, espacialização e posterior análise das atividades identificadas na área de estudo.

3.2.3. Análise dos impactos ambientais provocados pelas atividades antrópicas encontradas na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro

A terceira etapa consiste na análise dos impactos ambientais decorrentes das atividades identificadas e georreferenciadas. Por tanto, os dados de campo e os mapas elaborados foram analisados e discutidos por meio de revisão bibliográfica, permitindo avaliar a adequação ou inadequação do uso do solo em relação às normas de proteção ambiental.

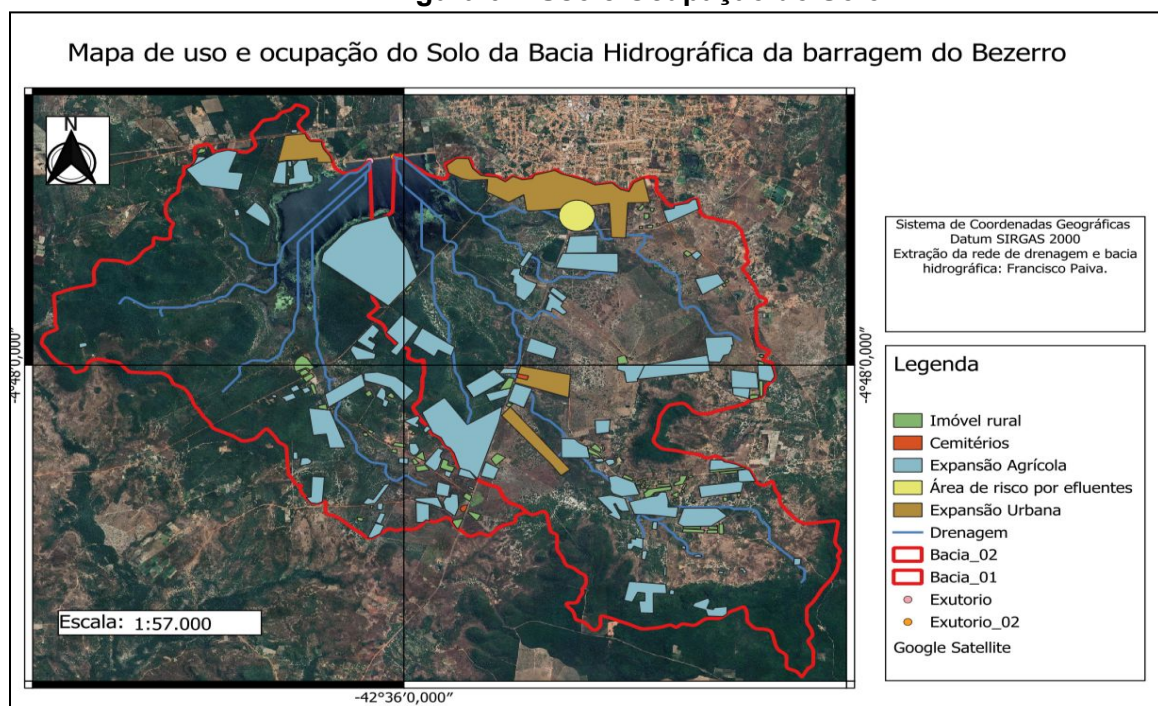
Foram considerados parâmetros como:

- Supressão de vegetação nativa e fragmentação de habitats;
- Erosão e assoreamento decorrentes do uso inadequado do solo e ausência de cobertura vegetal;
- poluição hídrica, resultante do lançamento de resíduos domésticos, agropecuários ou comerciais;
- Ocupação em áreas de risco, especialmente em APPs, margens do riacho e zonas suscetíveis a processos erosivos;
- Alterações na dinâmica hídrica, como diminuição da infiltração, aumento do escoamento superficial e comprometimento da qualidade da água

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Identificação e georreferenciamento das atividades presentes na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro;

- O levantamento das atividades humanas na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro permitiu identificar uma diversidade de usos distribuídos de forma desigual entre as porções rural, urbana e periurbana, como mostrado na figura 04. O que possibilitou delimitar as áreas de agricultura, pecuária, moradias isoladas, loteamentos urbanos, espaços de lazer e zonas de preservação.
- Os resultados obtidos mostraram que as áreas agrícolas estão concentradas nas porções sul e sudeste da bacia, onde predominam fazendas e locais desmatados para o cultivo e criação de gado. Já as áreas de imóveis rurais foram reconhecidas por meio da análise de imagens orbitais, que permitiram identificar casas e pequenas propriedades espalhadas ao longo do território, principalmente nas zonas intermediárias entre o perímetro urbano e as áreas naturais.
- Essa distribuição indica um padrão típico de ocupação rural difusa, que, segundo Nascimento e Lima (2019), é uma das formas de uso que mais contribuem para a fragmentação da paisagem e a perda da cobertura vegetal nativa em bacias do Nordeste. Na porção norte, observou-se a expansão urbana concentrada em torno do núcleo central de José de Freitas. Essa área apresenta terrenos destinados a loteamentos e novas construções, formando uma zona de transição entre o perímetro urbano e as margens da barragem.
- A análise espacial também revelou a presença de áreas de lazer e turismo, como bares e quiosques situados próximos às margens da barragem. Essas atividades, embora importantes para a economia local, estão em parte inseridas em Áreas de Preservação Permanente (APPs), o que representa uma pressão ambiental relevante. De acordo com Moura et al. (2020), a ocupação recreativa em APPs é um vetor recorrente de degradação em ambientes lacustres, principalmente em função da compactação do solo e do descarte inadequado de resíduos sólidos.

Figura 04: Uso e Ocupação do Solo

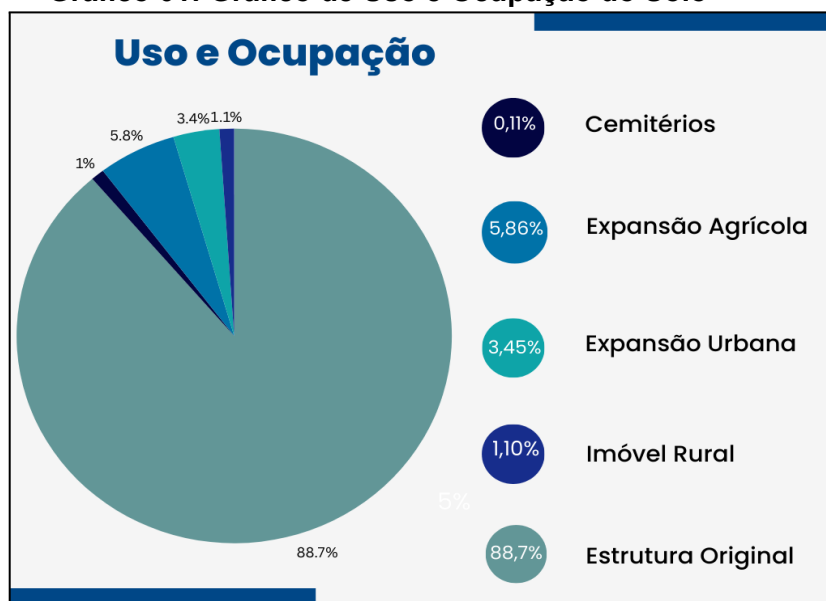
Fonte: autora

Outro ponto de destaque refere-se à presença de cemitérios e estruturas públicas em áreas de maior densidade urbana, consideradas de risco ambiental. Santos et al. (2020) ressaltam que esse tipo de uso, quando localizado próximo a corpos d'água, pode gerar infiltração de efluentes e contaminação do lençol freático, especialmente em solos de alta permeabilidade, como os encontrados em regiões de clima semiárido. Os dados obtidos por meio do georreferenciamento possibilitaram compreender a distribuição espacial das atividades e as zonas de maior vulnerabilidade.

4.2. Caracterização das atividades presentes na bacia hidrográfica;

As observações das imagens de satélite mostraram que o território combina áreas naturais bem preservadas com espaços submetidos à ação humana, representando um ambiente em processo de transformação.

O gráfico 01 mostra a ocupação territorial de cada atividade em porcentagem, sendo em sua maioria a vegetação original, porém, mostra um número crescente de áreas agrícolas na área da bacia hidrográfica da barragem do Bezerro. De modo geral, os resultados obtidos demonstram que a bacia apresenta um mosaico de usos que reflete a interação entre o ambiente natural e as práticas humanas.

Gráfico 01: Gráfico de Uso e Ocupação do Solo

Fonte: autora

Essa configuração reforça o que afirmam Pereira et al. (2022) e Santos et al. (2020): a degradação ambiental em bacias não depende apenas da extensão ocupada, mas principalmente da natureza, localização e intensidade das atividades humanas.

Nas áreas rurais, verificou-se a presença de propriedades voltadas à produção agrícola e pecuária, incluindo fazendas e pequenas faixas de terras desmatadas destinadas ao plantio e à criação de gado. Essas atividades representam o principal uso econômico do solo, porém localizadas próximas a trechos de drenagem, o que aumenta o risco de erosão, assoreamento e contaminação difusa.

De acordo com Santos et al. (2020), o uso intensivo do solo agrícola nas proximidades de corpos d'água contribui para o aumento da turbidez, a concentração de nutrientes e a perda da vegetação ciliar, comprometendo a qualidade dos recursos hídricos.

A expansão urbana, por outro lado, concentra-se principalmente na porção norte da bacia, com loteamentos e construções residenciais recentes nos limites do perímetro urbano de José de Freitas. Esse padrão de crescimento desordenado é semelhante ao relatado por Pereira et al. (2022), que destacam que a urbanização em bacias hidrográficas, sem o devido planejamento, intensifica a impermeabilização do solo, aumenta o escoamento superficial e reduz a recarga hídrica.

Foram também identificadas pequenas propriedades e moradias isoladas dispersas pela bacia, associadas à agricultura de subsistência e à criação de animais. Essas ocupações, embora de pequena escala, configuram uso contínuo do solo e exercem influência cumulativa sobre a estrutura natural, como discutem Nascimento e Lima (2019), ao apontarem que pequenos usos fragmentados em bacias rurais são responsáveis por impactos difusos e de difícil controle.

Nas margens da barragem, observou-se a presença de bares e quiosques utilizados como espaços de lazer e recreação. Essas atividades contribuem para o dinamismo econômico, mas, segundo Moura et al. (2020), o uso recreativo em Áreas de Preservação Permanente (APP) tende a causar compactação do solo, supressão da vegetação ciliar e acúmulo de resíduos sólidos, o que compromete a qualidade ambiental do corpo hídrico.

Além dessas atividades, foram localizados cemitérios e pequenas infraestruturas públicas situadas próximas à zona urbana. Embora sua extensão seja reduzida, Santos et al. (2020) alertam que essas áreas podem gerar contaminação do solo e da água subterrânea, especialmente quando o lençol freático é raso e o solo possui alta permeabilidade.

Portanto, o cenário identificado na barragem do Bezerro indica a necessidade de monitoramento contínuo, manejo sustentável e políticas de ordenamento que conciliam o desenvolvimento local com a conservação dos recursos naturais.

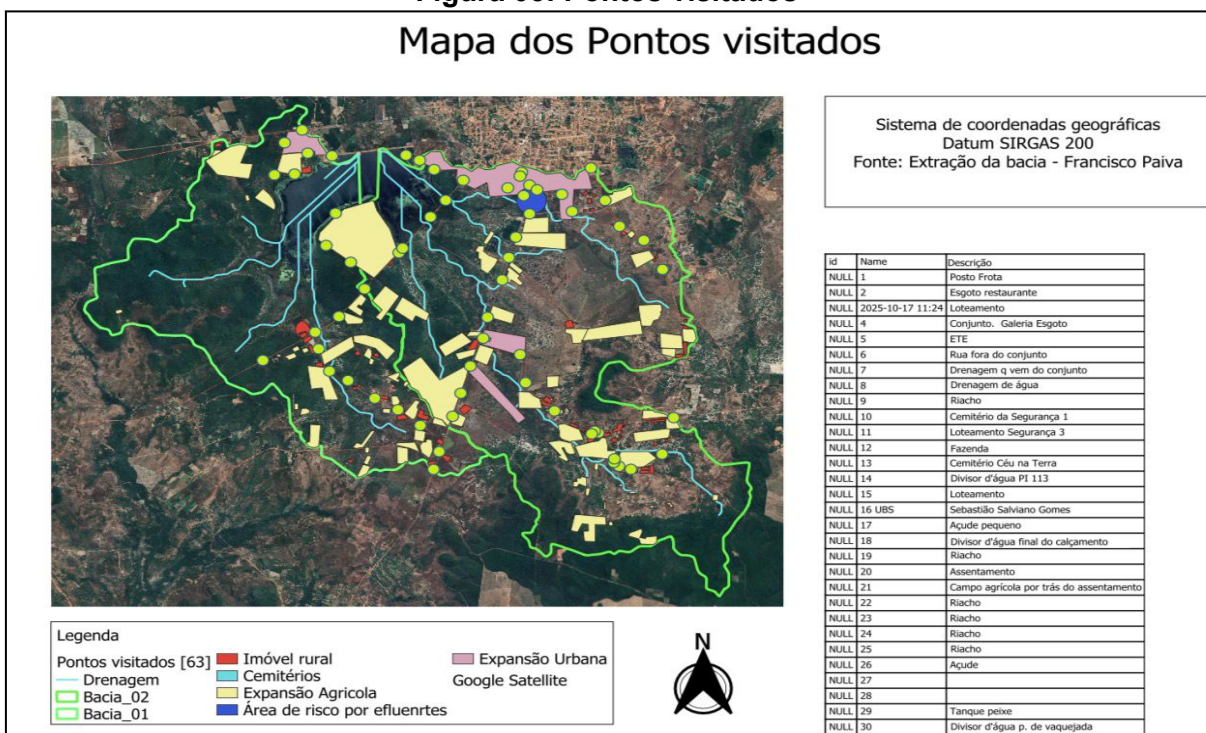
4.3. Análise dos impactos que essas atividades provocam na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro;

O georreferenciamento dos pontos visitados ocorreu por meio da elaboração do mapa dos pontos visitados, como visto na figura 04, que apresenta a localização espacial das atividades antrópicas identificadas na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro, no município de José de Freitas – PI.

Através do mapa visto na figura 05, é possível observar os pontos e atividades existentes na bacia hidrográfica da barragem do Bezerro. O mapa evidencia que há uma ocupação expressiva nas proximidades dos cursos d'água e do açude principal, indicando a necessidade de planejamento ambiental e controle de uso do solo nessas áreas. A sobreposição de usos demonstra potenciais conflitos ambientais relacionados à contaminação de corpos hídricos, assoreamento e degradação da vegetação ciliar.

Figura 05: Pontos visitados

Mapa dos Pontos visitados



Fonte: autora

4.3.1. DIVISOR DE ÁGUAS

Nas figuras 06 e 07 podem-se observar os divisores de águas, nota-se uma combinação de impactos que refletem o uso intensivo do espaço. A ocorrência de queimadas, o cultivo agrícola em pequena escala com uso de insumos e a remoção da vegetação resultam em alterações visíveis na estrutura do solo.

Essas práticas comprometem a fertilidade natural e favorecem processos erosivos, conforme explicam Lepsch (2011) e Tricart (1977), ao apontarem que a retirada da cobertura vegetal rompe o equilíbrio físico e químico do solo, reduzindo sua capacidade de infiltração e retenção de água. Os registros fotográficos revelam ainda a compactação do solo e a fragmentação da vegetação, fatores que contribuem para a perda da biodiversidade e para o aumento da vulnerabilidade hídrica.

**Figura 06: Divisor de águas
área leste da bacia (Ponto 18)**



Fonte: autora

**Figura 07: Divisor de águas
zona Sul da bacia (Ponto 14)**



Fonte: autora

4.3.2. PROBLEMAS AMBIENTAIS GERAIS

A presença de queimadas próximas ao açude, como vista na figura 08, causa perda da vegetação, assoreamento e redução da qualidade da água. Segundo Tricart (1977), o fogo acelera a erosão e o empobrecimento do solo. Para Sachs (2008), essas práticas revelam a falta de manejo adequado das áreas de entorno de mananciais, comprometendo o equilíbrio ecológico.

**Figura 08: Área de queimada nas margens do
açude da barragem do bezerro**



Fonte: autora

As figuras 09 e 10 mostram efluentes sendo lançados sem tratamentos em via pública, o que demonstra a ausência de infraestrutura sanitária, resultando em contaminação do solo e da água. Conforme Jacobi (2003), a falta de saneamento

básico agrava a vulnerabilidade social e ambiental, enquanto Tucci (2008) alerta para o risco de poluição difusa causada por efluentes não tratados.

Figura 09 e 10: Esgoto a céu aberto (Ponto 2)



Fonte: autora



Fonte: autora

O descarte irregular de resíduos sólidos, como visto na figura 11, gera poluição visual, contaminação do solo e proliferação de vetores. De acordo com Milaré (2011), o acúmulo de lixo em áreas abertas é um dos principais indicadores de degradação ambiental em pequenas comunidades.

A gestão adequada dos resíduos e a educação ambiental são essenciais para reverter esse quadro. Na figura 12 observa-se que há queima da vegetação em áreas habitadas, representando risco à saúde e à segurança, além de liberar gases poluentes e degradar o solo. Para Odum (2012), o fogo em ambientes urbanos compromete o equilíbrio ecológico e agrava a poluição atmosférica. Sachs (2004) reforça que essas práticas refletem falhas de planejamento e fiscalização ambiental.

Figura 11: Resíduos domésticos em locais inapropriados (Ponto 6)



Fonte: autora

Figura 12: Área de queimada perto de casas (Ponto 6)



Fonte: autora

4.3.3. RIACHOS E AÇUDES

As figuras 13 e 14 mostram o riacho que passa na localidade portal da esperança, sendo uma das principais fontes que abastece a barragem do bezerro,

durante o curso desse riacho observa-se pelo menos duas pontes e outras interferências antrópicas, indicando uma presença significativa da ação humana em suas margens. Essas alterações refletem o avanço da ocupação rural sobre áreas de preservação permanente (APPs), comprometendo a integridade ecológica do riacho. A retirada da vegetação marginal favorece o assoreamento, a erosão do solo e a redução da infiltração de água, o que impacta a recarga da barragem. Além disso, a presença de cercamentos e uso do leito para outras finalidades pode modificar o fluxo natural das águas.

De acordo com Tundisi e Tundisi (2008), a preservação das matas ciliares é fundamental para o equilíbrio das bacias hidrográficas, atuando como filtro biológico e regulador do regime hídrico. Já Tucci (2008) destaca que a ocupação desordenada das margens dos riachos é uma das principais causas de degradação hídrica em pequenas bacias, pois altera os processos naturais de drenagem e aumenta o risco de escassez.

Figuras 13 e 14: Riacho na comunidade Portal da Esperança (Ponto 19 e 22)



Fonte: autora



Fonte: autora

As figuras 15 e 16 mostram um corpo d'água escurecido e possivelmente com resíduos, mas sem análises laboratoriais não é possível confirmar a poluição. Como as fotos foram feitas no verão, a redução natural do volume de água pode intensificar a aparência de sedimentos e sujeira, conforme discutido por Tucci (2017).

A vegetação das margens parece seca, o que pode estar relacionado ao estresse hídrico típico da estação. Os indícios observados são compatíveis com situações descritas por Silva e Lima (2020) sobre possíveis impactos ambientais, porém tratam-se apenas de interpretações visuais.

Figura 15: Córrego que 113 passa na PI (Ponto 9)



Fonte: autora

Figura 16: Vista lateral do córrego (Ponto 9)



Fonte: autora

As figuras 17 e 18 apontam, mais realisticamente, para alterações físicas das margens (erosão/sedimentação e vegetação rala), com impactos sobre profundidade, turbidez e capacidade do açude de manter qualidade ecológica. Medidas prioritárias: recomposição da mata ciliar, contenção de erosão nas bacias contribuintes e controle do escoamento superficial. Tais sintomas são consistentes com o processo descrito por Tundisi & Tundisi (2008): margens degradadas elevam o aporte de sedimentos e nutrientes, acelerando o assoreamento e comprometendo a comunidade aquática.

Figura 17: Local onde o sol córrego deságua no açude da barragem (Ponto 48)



Fonte: autora

Figura 18: Açude na comunidade João Pereira (Ponto 17)



Fonte: autora

4.3.4. ENTORNO DO AÇUDE DO BEZERRO

De acordo com autores como Von Sperling (2017) e Tundisi & Tundisi (2008), práticas inadequadas de saneamento e ocupação irregular em áreas próximas a corpos hídricos favorecem a contaminação ambiental e o desequilíbrio ecológico. Assim, as figuras 19 e 20 apresentam a situação das barracas e ilustram os desafios da gestão ambiental urbana.

Figura 19: fossa séptica nas barracas da barragem do Bezerro (Ponto 51)



Fonte: autora

Figura 20: Encanamento das da barragem do Bezerro (Ponto 52)



Fonte: autora

As figuras 21 e 22 retratam o sangradouro da barragem, estrutura essencial para o escoamento do excedente de água e controle de cheias. Observa-se, contudo, presença de resíduos e sinais de assoreamento, o que pode indicar falta de manutenção e carreamento de sedimentos provenientes de áreas degradadas a montante.

Segundo Tucci (2008), a ausência de manejo e limpeza regular em estruturas de drenagem reduz sua eficiência hidráulica e pode comprometer a segurança da barragem.

Figuras 21 e 22: Sangradouro da barragem do Bezerro (Ponto 53)



Fonte: autora



Fonte: autora

As figuras 23 e 24 mostram as margens da barragem com grande quantidade de aguapés, indicando processo de eutrofização das águas, geralmente causado pelo excesso de nutrientes provenientes de esgoto doméstico, resíduos e matéria orgânica em decomposição. Essa proliferação vegetal altera o equilíbrio ecológico e reduz o oxigênio dissolvido na água, afetando espécies aquáticas.

Conforme Esteves (2011), o crescimento excessivo de macrófitas aquáticas é um importante indicador de poluição orgânica e de perda de qualidade da água em reservatórios.

**Figura 23: Margem lateral da barragem
“lado dos ricos” (Ponto 50)**



Fonte: autora

**Figura 24: Margem lateral da barragem
visão do paredão (Ponto 50)**



Fonte: autora

As figuras 25 e 26 registram solo exposto e vestígios de queimadas, evidenciando uso inadequado do fogo para limpeza de áreas. Essa prática elimina a cobertura vegetal e provoca a compactação e perda de nutrientes do solo, aumentando o risco de erosão e o carreamento de sedimentos para o açude. Segundo Sachs (2008), a queima descontrolada de vegetação fragiliza o solo e

contribui para o empobrecimento ecológico, comprometendo a sustentabilidade ambiental das bacias hidrográficas.

Figura 25: Margem contrária das advindo barracas da barragem (Ponto 34)



Fonte: autora

Figura 26: Amontoado de resíduos do desmatamento no local (Ponto 35)



Fonte: autora

A figura 27 mostra nível reduzido do açude e margens sem vegetação ciliar, o que reforça os impactos cumulativos da degradação ambiental. O assoreamento e a retirada de cobertura vegetal comprometem a infiltração e aumentam a evaporação da água, agravando os períodos de estiagem. De acordo com Tucci (2008), a ausência de vegetação marginal acelera o assoreamento e reduz a capacidade de regulação hídrica de reservatórios.

Figura 27: Margem próxima às casas (Ponto 37)



Fonte: autora

Na figura 28 é possível observar a margem sudeste do açude do bezerro, essa margem está muito próxima de áreas de fazendas e casas advindas de invasão de terras. Essas atividades muito próximas do açude da barragem do bezerro podem causar vários problemas ambientais como: assoreamento do reservatório, alterações significativas na dinâmica ambiental, representando risco à qualidade da água, à estabilidade do solo e à vegetação ciliar.

Segundo Tucci (2008), a ocupação irregular das margens de reservatórios sem a presença de zonas de amortecimento ou vegetação protetora interfere na

recarga hídrica e na autodepuração natural do ambiente. Além disso, conforme Milaré (2011), a pressão antrópica sobre áreas de preservação permanente reduz a capacidade do ecossistema de manter o equilíbrio ecológico, contribuindo para a degradação ambiental e o empobrecimento dos recursos naturais.

Figura 28: Margem do lago da barragem próximo a loteamento (Ponto 59)



Fonte: autora

4.3.5. LOTEAMENTOS

As figuras 29 e 30 mostram áreas recentemente abertas para implantação de loteamentos, com solo exposto e pouca vegetação. A ausência de infraestrutura adequada e o início da ocupação urbana resultam em compactação, aumento da poeira e alteração da drenagem natural.

Segundo Pereira et al. (2022), a urbanização desordenada em bacias hidrográficas promove impermeabilização do solo, intensificando o escoamento superficial e reduzindo a infiltração hídrica. Essas alterações favorecem o assoreamento e a degradação ambiental.

Figura 29: loteamento Conjunto



Fonte: Google Earth pro

Figura 30: Tampa de bueiro (Ponto 4)



Fonte: Autora

As figuras 31 e 32 retratam a ETE destinada ao tratamento de efluentes do conjunto habitacional, estrutura essencial para a mitigação de impactos urbanos. No

entanto, observa-se que a estação ainda apresenta entorno desorganizado e ausência de vegetação protetora, o que pode comprometer o desempenho do sistema e gerar odores ou vazamentos. De acordo com Tucci (2008), a falta de manutenção e de zonas de amortecimento vegetal em estações de tratamento aumenta o risco de poluição difusa e contaminação de águas superficiais.

Figuras 31 e 32: ETE do loteamento Conjunto (Ponto 5)



Fonte: Autora



Fonte: Autora

Já nas figuras 33 e 34 registram lotes em processo de abertura e movimentação de terra, indicando avanço urbano sem planejamento ambiental adequado. O solo revolvido e a carência de drenagem favorecem erosão e transporte de sedimentos para áreas próximas. Conforme Santos et al. (2020), a ocupação sem manejo do solo reduz sua capacidade de retenção de água e amplia a vulnerabilidade a enchentes e assoreamento de corpos d'água.

Figura 33: Novo Loteamento



Fonte: Google Earth pro

Figura 34: Casas em construção no novo loteamento (Ponto 15)



Fonte: autora

As figuras 35 e 36 mostram áreas urbanizadas com supressão de vegetação e proximidade de rodovias, o que potencializa impactos como poluição do ar,

aumento da poeira e conflitos de uso do solo. A expansão urbana sem planejamento afeta diretamente a paisagem e a qualidade ambiental.

Para Jacobi (2003), o crescimento urbano sem infraestrutura básica (saneamento, drenagem e coleta de resíduos) resulta em degradação cumulativa e perda de qualidade de vida para os moradores e o ambiente.

Figura 35: loteamento Segurança III (Ponto 11)



Fonte: autora

Figura 36: loteamento no rodoanel (Ponto 31)



Fonte: autora

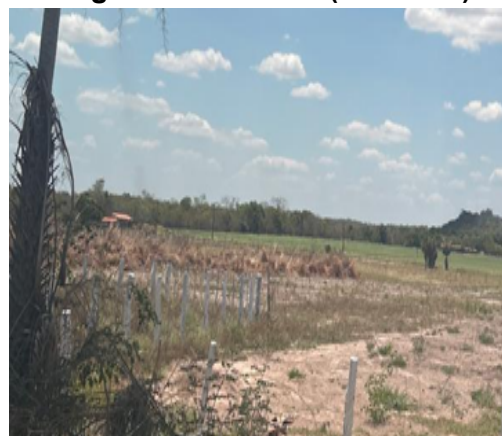
4.3.6. CAMPOS AGRÍCOLAS

As figuras 37 e 38 evidenciam extensas faixas de solo utilizadas para o plantio, com sinais de revolvimento e pouca cobertura vegetal. O uso contínuo do solo, aliado à irrigação inadequada e ao emprego de insumos químicos, causa empobrecimento do solo, erosão e contaminação difusa. Segundo Santos et al. (2020), a agricultura próxima a cursos d'água contribui para o aumento da turbidez e da concentração de nutrientes, afetando a qualidade hídrica e a biodiversidade local.

Figuras 37 e 38: Áreas de cultivo agrícola na PI 113 (Ponto 27)



Fonte: autora



Fonte: autora

As figuras 39 e 40 retratam áreas queimadas e solo seco, resultado da limpeza por fogo para o preparo de novos cultivos. Essa prática destrói a microfauna e reduz a fertilidade natural do solo, favorecendo a erosão e a perda de matéria orgânica.

De acordo com Martins e Siqueira (2018), o uso do fogo e o manejo intensivo sem práticas conservacionistas comprometem a sustentabilidade agrícola e aceleram a degradação ambiental. O incentivo à agroecologia e ao plantio direto seria uma alternativa mais compatível com a conservação do solo.

Figuras 39 e 40: Áreas de cultivo agrícola nas proximidades da barragem do bezerro (Ponto 60 e 62)



Fonte: autora



Fonte: autora

4.3.6. CEMITÉRIOS

As figuras 41, 42, 43 e 44, mostram cemitérios implantados em área rural, com sepultamentos realizados diretamente no solo e ausência de impermeabilização, favorecendo a infiltração do necrochorume no solo, podendo contaminar os lençóis freáticos comprometer a qualidade da água utilizada para consumo humano, especialmente em regiões com poços rasos, o que representa riscos à saúde pública, especialmente pela possível disseminação de microrganismos patogênicos. A ausência de sistemas de drenagem e de monitoramento sanitário, em desacordo com a ABNT NBR 10.819 (2019).

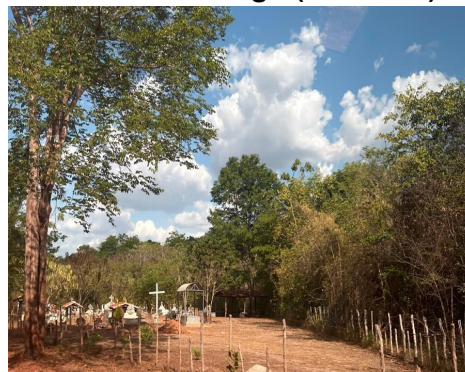
Segundo ABNT NBR 10.819 (2019), os cemitérios devem dispor de sistemas de impermeabilização e drenagem para evitar contaminação ambiental. A falta desses dispositivos, somada à inexistência de monitoramento sanitário, representa risco à saúde pública e ao meio ambiente.

De acordo com Oliveira e Queiroz (2018), os cemitérios rurais sem controle técnico tornam-se potenciais fontes de poluição difusa, principalmente em períodos chuvosos, quando há escoamento superficial e transporte de contaminantes.

Figuras 41 e 42: Cemitério na localidade São Domingo (Ponto 38)



Fonte: autora



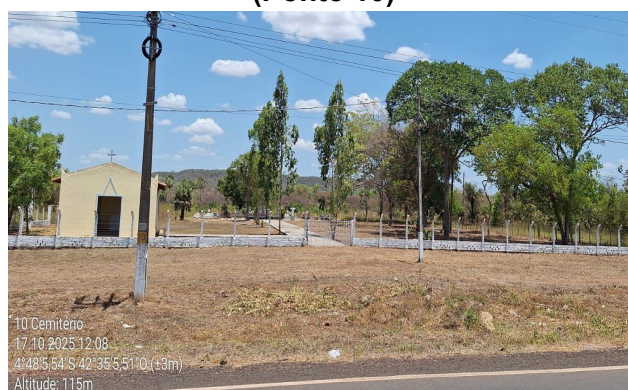
Fonte: autora

Figura 43: Cemitério Céu na Terra, localidade Segurança II (Ponto 13)



Fonte: autora

Figura 44: Cemitério na localidade Segurança I (Ponto 10)



Fonte: autora

Com base nesses dados foi elaborado uma tabela onde cita os aspectos ou seja as ações que aconteceram e os impactos ou consequência dessas ações, sendo possível observar na tabela 01.

Figura 46: Análise dos aspectos x impactos das atividades da bacia

ATIVIDADE	ASPECTOS	IMPACTOS
DIVISOR DE ÁGUAS	Queimada e retirada da vegetação, cultivo agrícola com uso de insumos e irrigação, vegetação seca e lixo às margens da rodovia, construção e impermeabilização do solo, ocupação irregular e descarte de resíduos.	Degradação e empobrecimento do solo, contaminação por agrotóxicos, erosão e perda de biodiversidade, perda da vegetação nativa e pressão sobre recursos hídricos, poluição visual, risco de incêndios, compactação do solo, alteração da drenagem e perda da permeabilidade do solo, fragmentação da vegetação.
PROBLEMAS AMBIENTAIS	Desmatamento, cultivo intensivo, queimadas, impermeabilização, ocupação irregular, ausência de saneamento, lançamento de efluentes e lixo a céu aberto, queima de vegetação e resíduos e falta de manejo e descarte de resíduos.	Erosão, empobrecimento do solo, perda de biodiversidade, alteração da drenagem, poluição e risco à saúde, contaminação de solo e água, mau cheiro, vetores, emissão de gases, degradação do solo e da paisagem e poluição visual, risco de incêndios e perda da vegetação marginal.
RIACHOS E AÇUDES	Lançamento de efluentes “tratado”, desmatamento, ocupação irregular com construções próximas da APP dos cursos d’água, resíduos sólidos dentro ou próximos ao leito, criação de animais em áreas de APP.	Eutrofização, aumento da erosão do solo, assoreamento de corpos d’água, fragilização das APPs dos riachos e/ou açudes através do desmatamento, impermeabilização do solo, maior risco de enchentes,.

ENTORNO DO LAGO DA BARRAGEM DO BEZERRO	Ocupação irregular das margens com construções, disposição inadequada de resíduos sólidos dentro ou próximos ao leito, desmatamento e queimadas, criação de animais com acesso direto ao corpo d'água e expansão urbana desordenada sem planejamento.	Coloração barrenta da água, eutrofização, poluição do açude da barragem, assoreamento do açude da barragem, aumento da erosão, desmatamento da APP, compactação do solo impermeabilização do solo, poluição e redução de áreas verdes e empobrecimento do solo.
LOTEAMENTOS	Queimadas e supressão da vegetação nativa, disposição inadequada de resíduos sólidos, aumento do tráfego de veículos e poeira, carência de infraestrutura urbana (água, drenagem, energia, coleta de lixo) em alguns locais, implantação de loteamento próximo ao cemitério.	Poluição do solo e da água, possíveis proliferação de vetores, conflitos de uso do solo (proximidade de áreas sensíveis), poluição do ar, incômodo à população e desgaste precoce das vias, degradação da qualidade ambiental e condições sanitárias precárias.
CAMPOS AGRÍCOLAS	Desmatamento para ampliação de áreas de cultivo, queimadas para limpeza de terreno, aplicação de agrotóxicos e fertilizantes químicos e irrigação excessiva ou inadequada.	Perda da biodiversidade, fragmentação de habitats e aumento da erosão do solo, emissão de gases poluentes, perda de nutrientes do solo e destruição da microfauna, contaminação de corpos d'água e do solo, riscos à saúde humana e perda de organismos benéficos.

CEMITÉRIOS	Sepultamento direto no solo sem impermeabilização adequada, remoção de vegetação para ampliação do cemitério, falta de monitoramento ambiental e controle sanitário.	Risco à saúde pública, especialmente para comunidades próximas e usuários de poços rasos, poluição do solo e degradação estética do ambiente, perda de cobertura vegetal, redução da infiltração natural e aumento da erosão, infiltração de necrochorume no solo e contaminação de aquíferos subterrâneos.
------------	--	---

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa demonstram que a bacia hidrográfica da barragem do Bezerro, em José de Freitas (PI), vem sofrendo pressões ambientais significativas associadas ao uso inadequado do solo e à intensificação das atividades humanas em seu entorno. A presença de desmatamento das margens, queimadas recorrentes, lançamento de efluentes, descarte irregular de resíduos sólidos, ocupações próximas às áreas de preservação permanente e práticas agrícolas sem manejo adequado evidencia um processo contínuo de degradação ambiental. Essas intervenções comprometem a qualidade da água do reservatório, afetam a estabilidade do solo e reduzem a capacidade natural de proteção dos recursos hídricos, especialmente em um contexto semiárido, no qual a disponibilidade de água é limitada e estratégica para o município.

Diante desse quadro, o estudo aponta a necessidade de ações integradas que priorizem a recuperação da vegetação ciliar, o controle dos efluentes e dos resíduos, o ordenamento territorial e a adoção de práticas agrícolas mais conservacionistas, aliadas a iniciativas de educação ambiental e participação da comunidade local. Dessa forma, a pesquisa alcança seus objetivos ao fornecer um diagnóstico ambiental consistente da área estudada e contribuir com informações que podem subsidiar políticas públicas e estratégias de gestão voltadas à conservação da barragem do Bezerro, reforçando seu papel ambiental, social e econômico para a população de José de Freitas.

Por fim, este trabalho reforça a importância da educação ambiental e da participação comunitária na conservação dos recursos hídricos. A efetividade das ações de recuperação depende do envolvimento conjunto entre poder público, população e instituições de ensino, de modo que o desenvolvimento regional ocorra de forma sustentável e socialmente justa, assegurando a preservação do meio ambiente para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. Análise do uso e ocupação do solo como suporte à preservação dos recursos hídricos. 2011. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/96354>. Acesso em: 16 de jun. 2025

ALMEIDA, F. B. et al. Uso e ocupação do solo e cenários tendenciais de vazões na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba – **Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física**, 2018. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/234361/pdf>. Acesso em: 16 de jun. 2025

ANEEL. Relatório de Classificação de Barragens. 2022. Disponível em:

<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/aneel-divulga-relatorio-de-classificacao-de-barragens>. Acesso em: 16 de jun. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. 2. ed. Rio de Janeiro, 2023. 23 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. 3. ed. Rio de Janeiro, 2011a. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15287**: informação e documentação: projeto de pesquisa: apresentação. Rio de Janeiro, 2011b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação: referências: elaboração. 2. ed. Rio de Janeiro, 2018. 74 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento: apresentação. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027**: informação e documentação: sumário: apresentação. 2. ed. Rio de Janeiro, 2012b. 3 p.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Disponível em

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm. Acesso em: 16 de jun. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 2010, e dá outras providências. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14066.htm. Acesso em: 16 de jun. 2025.

CARVALHO, N. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 42, p. 167-186, 2020. Disponível em:

file:///C:/Users/raimu/Downloads/cadernoprudentino,+7.CARVALHO_N42.pdf.

Acesso em: 16 de jun. 2025.

DE LIMA, S. L. et al. Análise de parâmetros físico-químicos do Rio Pedra Comprida na zona urbana do município de Sumé-PB. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 85303-85319, 2020.

DE LIMA, Santana Livia et al. Análise de parâmetros físico-químicos do rio pedra comprida na zona urbana do município de Sumé-PB. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 85303-85319, 2020.

DE PAULA, Heber Martins; MESQUITA, Glenda Máris; MENDES, Márcia Felipe. Investigação de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos para avaliação da qualidade da água de lagos urbanos da cidade de Catalão-GO. **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 7, n. 1, 2013.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

Governo do Estado do Piauí. Secretaria de Estado da Defesa Civil. **Relatório Técnico da Barragem do Bezerro**. Teresina, 2018. Disponível em: <https://antigo.pi.gov.br/noticias/governo-do-estado-conclui-reforma-da-barragem-do-bezerro/>. Acesso em: 31 maio 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/jose-de-freitas.html>. Acesso em: 31 maio 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ. **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos do IFPI**. Teresina: IFPI, 2021. Disponível em: <https://www.ifpi.edu.br/area-do-estudante/bibliotecas/ManualdeNormalizaodeTrabalhosAcademicosdoIFPI.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

JF NEWS. *Projeto de restauração da Barragem do Bezerro é apresentado em reunião*. Disponível em: <https://www.jfnews.com.br/projeto-de-restauracao-da-barragem-do-bezerro-e-apresentado-em-reuniao/>. Acesso em: 13 maio 2025. Acesso em: 31 maio 2025.

LIMA, R. et al. Uso do geoprocessamento para mapeamento do uso e ocupação do solo com ênfase em métricas da paisagem: um estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Água Branca. **Acta Geográfica**, 2018. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/acta/article/view/5035>. Acesso em: 16 de jun. 2025.

PIRES, J.; SANTOS, J.; DEL PRETTE, M. A. Utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (org.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002. Disponível em: https://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2015/conceitos_de_bacias.pdf. Acesso em: 16 de jun. 2025.

Prefeitura Municipal de José de Freitas. **Informações Turísticas e Econômicas**. José de Freitas, 2023. Disponível em: <https://www.josedefreitas.pi.gov.br/post/geografia>. Acesso em: 31 maio 2025.

REIS, Alcenir Soares dos; FROTA, Maria Guiomar da Cunha. **Guia básico para a elaboração do projeto de pesquisa**. Belo Horizonte, MG: UFMG, [200-]. Disponível em: <https://www.ufmg.br/proex/cpinfo/educacao/docs/06a.pdf>. Acesso em: 22 maio 2025.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais. **Revista do CERCOMP**, 2017. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/365/o/Ross.pdf>. Acesso em: 16 de jun. 2025.

SANTOS, R. D. et al. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5. ed. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2005.

SILVA, D. et al. Implicações do uso e ocupação do solo para o planejamento e gestão ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Aquidauana, **Mato Grosso do Sul. Interações**, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/xyJJnJbQgNTrJhLPjDmYgFd/?format=pdf>. Acesso em: 16 de jun. 2025.

SILVA, L. C. Avaliação de risco de acidentes em barragens de contenção de água: uma contribuição para a gestão de segurança de barragens no Brasil. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — **Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://www.bdt.d.uerj.br:8443/bitstream/1/20290/2/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20-%20Luiz%20Claudio%20Silva%20-%202023%20-%20Completo.pdf>. Acesso em: 16 de jun. 2025.

SOUZA, D. F. Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em microbacia urbana. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, 2017. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/366/236>. Acesso em 16 de jun. 2025.

BARBIERI, J. C. *Desenvolvimento sustentável: das origens à agenda 2030*. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2020. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=KzcDEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT12&dq=info:qXBliDYVzHAJ:scholar.google.com&ots=xjvd3FU IR&sig=u6v8YFYUtS-6nThrDVvB7QBrPBU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 10 out. 2025.

JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, n. 118, p. 189–205, 2003.

MILARÉ, É. *Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco*. 9. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011.

MARTINS, S.; SIQUEIRA, K. Práticas agroecológicas e conservação do solo no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 13, n. 2, p. 45–57, 2018. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/21967>.

Acesso em: 6 out. 2025.

ODUM, E. P. *Ecologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. Disponível em: <https://www.kufunda.net/publicdocs/fundamentos%20de%20ecologia%20odum.pdf>. Acesso em: 6 out. 2025.

MANHÃES, Bruno Barbosa; LIMA, Rangel; MARINI, Arthur Figueira; MANHÃES, Ana Julia Pessanha; SALES, Diego da Silva; GUIMARÃES, Heloisa Alves; SALES, Camila Mendonça Romero; CORREIA, Vitor Guimarães. Cemitérios e contaminação ambiental: estratégias de controle, monitoramento e remediação. *Revista Gestão, Sustentabilidade e Ambiente*, v. 18, n. 10, p. 1–20, 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/raimu/Downloads/018+n10+RGSA+PORT.pdf>

SILVA, A. C.; DIAS, H. C. T.; SILVA, É. A. da; MARQUES, E. A. G. Análise da cobertura vegetal e uso do solo em uma bacia hidrográfica urbana. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 185–194, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/loram/a/Z6Tf4Krs6qgnSrTp4ZXY3Vx/?lang=pt> Acesso em: 16 out. 2025.

SACHS, I. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=Evor4GwUmg4C&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 16 out. 2025.

SANTOS, M. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo: Hucitec, 1996. Disponível em: <https://sites.usp.br/fabulacoesdafamiliabrasileira/wp-content/uploads/sites/1073/2022/08/A-natureza-do-Espaco.pdf>. Acesso em: 16 out. 2025.

PAZ, O. L. DE S.; RIBEIRO, I. A. EXPANSÃO URBANA E DEGRADAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE RIO E NASCENTES EM BAIRROS DE COLOMBO/PARANÁ. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas*, v. 1, n. 31, p. 290-323, 1 jun. 2020.. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/9856>. Acesso em: 16 out. 2025.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~edugeo/GB082/Bibliografia/Tricart_Ecodinamica.pdf. Acesso em: 16 out. 2025.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/dCPP56Jcy6H3pd5YKRjwH7b/?lang=en>. Acesso em: 16 out. 2025.

TUCCI, C. E. M. *Gestão de águas: desafios e perspectivas*. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/SfqYWrhrtvKxybFsJYQtx7v/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 out. 2025 .