



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA**

IRENILDA MARIA DA SILVA LIMA

**LANÇAMENTO DE ESGOTOS NAS ÁGUAS DO RIO PARAÍBA: UM ESTUDO DE
CASO NO MUNICÍPIO DE BOQUEIRÃO/PB**

**CAMPINA GRANDE/PB
2024**

IRENILDA MARIA DA SILVA LIMA

**LANÇAMENTO DE ESGOTOS NAS ÁGUAS DO RIO PARAÍBA: UM ESTUDO DE
CASO NO MUNICÍPIO DE BOQUEIRÃO/PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a Coordenação/Departamento do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Geografia.

Área de concentração: socioambiental.

Orientadora: Profa. Ma. Maria das Graças Ouriques Ramos.

CAMPINA GRANDE/PB

2024

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L7321 Lima, Irenilda Maria da Silva.

Lançamento de esgotos nas águas do Rio Paraíba [manuscrito] : um estudo de caso no município de Boqueirão/PB / Irenilda Maria da Silva Lima. - 2024.

29 p. : il. colorido.

Digitado. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2025. "Orientação : Profa. Ma. Maria Das Graças Orlíques Ramos, Coordenação do Curso de Geografia - CEDÚC. "

1. Saneamento básico. 2. Tratamento de esgoto. 3. Degradação ambiental. I. Título

21.ed. CDD 628.162

IRENILDA MARIA DA SILVA LIMA

**LANÇAMENTO DE ESGOTOS NAS ÁGUAS DO RIO PARAÍBA: UM ESTUDO
DE CASO NO MUNICÍPIO DE BOQUEIRÃO/PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado a Coordenação/Departamento do
Curso de Licenciatura em Geografia da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Licenciada em Geografia.

Área de concentração: socioambiental

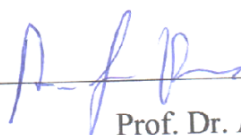
Aprovado em 26 / 06 / 2024

BANCA EXAMINADORA



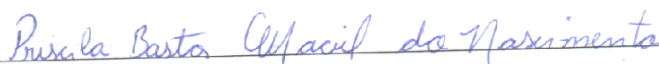
Profª. Ms. Maria das Graças Ouriques Ramos (Orientadora)

Universidade Estadual da Paraíba



Prof. Dr. Alexandre José Santos Ramos

Universidade Estadual da Paraíba



Profª. Dra. Priscila Bastos Maciel do Nascimento

Universidade Estadual da Paraíba

À memória de minha mãe, DEDICO!

*Confia no Senhor de todo o teu coração
e não te estribes no teu próprio entendimento.
Reconhece-o em todos os teus caminhos,
e ele endireitará as tuas veredas.
Provérbios 3:5-6*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Esquemas de tratamento de água e esgotos 18
- Figura 2 - Esquemas de tratamento de água e esgotos 18
- Figura 3 - Localização geográfica do município de Boqueirão - PB19
- Figura 4 - Vista parcial da cidade de Boqueirão.20
- Figura 5 - Açude Epitácio Pessoa.21
- Figura 6 - Mapa da área de estudo.22
- Figura 7 - Lançamento de esgotos no Rio Paraíba24
- Figura 8 - Lançamento de esgotos no Rio Paraíba.25
- Figura 9 - Vista da ponte sobre o Rio Paraíba em Boqueirão - PB.26
- Figura 10 - Plantação irrigada de feijão às margens do Rio Paraíba, Boqueirão - PB.27
- Figura 11 - Resíduos domésticos encontrados no esgoto .31
- Figura 12 - Fragmentos de vidros e sacolas plásticas.32
- Figura 13 - Área degradada com construções às margens do rio.33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
2.1 A importância do saneamento básico para a qualidade de vida nos centros urbanos.....	9
2.2 Lançamento inadequado de esgotos em mananciais e suas consequências.....	11
2.3 A importância do tratamento adequado de esgotos.....	12
3 METODOLOGIA.....	14
3.1 Localização Geográfica do Município de Boqueirão/PB.....	14
3.2 Caracterização da área da pesquisa.....	17
3.3 Métodos utilizados para a pesquisa.....	18
3.3.1 Procedimentos metodológicos.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
4.1 Lançamento de efluentes no rio paraíba na cidade de Boqueirão - PB.	19
4.2 Consequências negativas para a agricultura familiar com o lançamento de esgotos no rio paraíba, município de Boqueirão - PB.....	22
4.3 Tipos de resíduos sólidos lançados no rio paraíba e a poluição ambiental observada.....	24
5 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

LANÇAMENTO DE ESGOTOS NAS ÁGUAS DO RIO PARAÍBA: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE BOQUEIRÃO – PB

DISCHARGE OF SEWAGE INTO THE WATERS OF THE PARAÍBA RIVER: A CASE STUDY IN THE MUNICIPALITY OF BOQUEIRÃO – PB

Irenilda Maria da Silva Lima¹

Maria das Graças Ouriques Ramos²

RESUMO

Esse trabalho objetivou investigar o lançamento inadequado de esgotos no rio Paraíba nas zonas urbana e rural do Município de Boqueirão - PB e como este afeta do rio em questão. Para realização da pesquisa foram utilizados os métodos científicos de Gil e Wil; Marconi e Lakatos; Vergara, apud. Silva & Meneses. O estudo revelou impactos significativos nas águas com o lançamento de esgotos e resíduos sólidos destacando a poluição ambiental e social. A falta de tratamento adequado do esgoto resulta em acúmulo de resíduos orgânicos e químicos, causando assoreamento e poluição no referido rio. A poluição afeta diretamente as pessoas que dependem das águas do rio para pesca e irrigação, aumentando riscos à saúde humana, ambiental e incertezas econômicas devido à deterioração da qualidade da água e à redução da produtividade. A situação evidencia a necessidade urgente de políticas públicas eficazes e investimentos em infraestrutura de saneamento básico para proteção ambiental e promoção da saúde pública. As visitas in locus, realizadas em abril de 2024, identificaram tipos de poluição e áreas em degradação na bacia do Rio Paraíba, especialmente, nos locais circundantes à sede urbana da cidade de Boqueirão e em zonas agrícolas que utilizam a água do rio para irrigação, registradas por fotografias.

Palavras-chave: Tratamento de esgoto. Saneamento básico. Degradação ambiental.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the improper discharge of sewage into the Paraíba River in the urban and rural areas of the town of Boqueirão/PB and how this affects the river in question. To conduct the research, the scientific methods of Gil and Wil; Marconi and Lakatos; Vergara, apud. Silva & Meneses were used. The study revealed significant impacts on the water quality with the discharge of sewage and solid waste, highlighting environmental and social pollution. The lack of proper sewage treatment results in the accumulation of organic and chemical waste,

¹ Licenciada em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). irenildarenovato@gmail.com.

² Professora da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). gouriques@servidor.uepb.edu.br.

causing siltation and pollution in the river. Pollution directly affects people who depend on the river's water for fishing and irrigation, increasing health risks, environmental harm, and economic uncertainties due to the deterioration of water quality and reduced productivity. The situation underscores the urgent need for effective public policies and investments in basic sanitation infrastructure for environmental protection and the promotion of public health. On-site visits conducted in April 2024 identified types of pollution and areas of degradation in the Paraíba River basin, particularly in locations surrounding the urban center of Boqueirão and in agricultural zones that use the river's water for irrigation, documented by photographs.

Keywords: Wastewater. basic Sanitation. Infrastructure.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural vital para a sobrevivência da vida e o funcionamento dos ecossistemas terrestres. A agricultura, a indústria, a geração de energia, o abastecimento público e o saneamento básico dependem dela devido às suas funções de suporte à biodiversidade, regulação climática e sustentação das atividades humanas. Contudo, as ações antrópicas estão cada vez mais poluindo e degradando os solos, rios e oceano, com lançamentos de esgotos domésticos e industriais nos mananciais, depósitos de resíduos em terrenos urbanos e rurais e o desmatamento acelerado das florestas. Ocasionalmente um colapso ambiental.

A inexistência completa ou parcial dos serviços públicos de esgotamento sanitário em áreas urbanas, suburbanas e rurais requer a implementação de algum método de disposição dos esgotos, visando evitar a contaminação do solo e da água. Tal contaminação, se ocorrer, pode acarretar prejuízos tanto imediatos quanto futuros.

De acordo com Alves, Lima e Farias (2012), o lançamento inadequado de esgotos nos rios é um desafio para o manejo dos recursos hídricos. O esgoto contém poluentes orgânicos, nutrientes em excesso (como nitrogênio e fósforo) e microrganismos patogênicos. Quando despejados diretamente nos corpos d'água, compromete a qualidade da água, afetando a saúde humana e a biodiversidade aquática. Além disso, o esgoto não tratado contribui para a eutrofização, causando proliferação de algas e diminuição do oxigênio dissolvido. Os aurores supra citados asseguram ainda que, a gestão eficaz do esgoto requer investimentos em infraestrutura de tratamento, regulamentação rigorosa e conscientização pública sobre a importância da preservação dos rios e sua função vital na manutenção dos ecossistemas.

Conforme Campos (1994) e Araujo et. al (2022), a região semiárida do Nordeste brasileiro caracteriza-se pela escassez e má distribuição espacial dos recursos hídricos superficiais, em virtude das adversidades climáticas e geológicas presentes nessa localidade, tais como a irregularidade das precipitações e a elevada evapotranspiração. Essa condição resulta em períodos dramáticos de carência hídrica, impactando diretamente a população regional e acarretando disparidades sociais, econômicas, culturais e políticas. Apesar do evidente quadro problemático, observa-se uma utilização indiscriminada por parte do homem desses recursos escassos, contribuindo para sua poluição e degradação, o que intensifica os problemas ambientais já existentes na região.

Em vista do discutido, anteriormente, esse trabalho objetivou investigar o lançamento inadequado de esgotos no rio Paraíba nas zonas urbana e rural do Município de Boqueirão/PB e como este afeta do rio em questão; identificar os tipos de resíduos lançados no referido manancial e mostrar a degradação ambiental e social observados, como objetivos específicos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A importância do saneamento básico para a qualidade de vida nos centros urbanos

O saneamento básico é um conceito fundamental para a qualidade de vida da população e a preservação do meio ambiente. Ele abrange um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais que incluem abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

A Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007, conhecida como Lei do Saneamento Básico, estipula diretrizes nacionais para o saneamento básico e estabelece a Política Federal de Saneamento Básico, cujo principal objetivo é alcançar a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, contemplando tanto as áreas urbanas quanto rurais dos municípios (BRASIL, 2007). De acordo com a definição da Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento básico refere-se ao gerenciamento ou controle dos fatores físicos que possam causar danos à saúde humana, prejudicando seu bem-estar físico, mental e social.

A referida Lei define o saneamento básico no Brasil, estabelece que é um direito assegurado pela Constituição e baseia-se nos seguintes princípios, delineados no artigo segundo:

- I - universalização do acesso e efetiva prestação do serviço;
- II - integralidade, compreendida como o conjunto de atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento que propicie à população o acesso a eles em conformidade com suas necessidades e maximize a eficácia das ações e dos resultados;
- III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente;
- IV - disponibilidade, nas áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes, adequados à saúde pública, à proteção do meio ambiente e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;
- V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
- VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde, de recursos hídricos e outras de interesse social relevante, destinadas à melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;
- VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

- VIII - estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à utilização de tecnologias apropriadas, consideradas a capacidade de pagamento dos usuários, a adoção de soluções graduais e progressivas e a melhoria da qualidade com ganhos de eficiência e redução dos custos para os usuários;
- IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;
- X - controle social;
- XI - segurança, qualidade, regularidade e continuidade;
- XII - integração das infraestruturas e dos serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos;
- XIII - redução e controle das perdas de água, inclusive na distribuição de água tratada, estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética, ao reúso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva;
- XIV - prestação regionalizada dos serviços, com vistas à geração de ganhos de escala e à garantia da universalização e da viabilidade técnica e econômico-financeira dos serviços; (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)
- XV - seleção competitiva do prestador dos serviços; e
- XVI - prestação concomitante dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário (BRASIL, 2007).

Entre os princípios destacados, a universalização do acesso e a integralidade dos serviços são fundamentais para assegurar que todas as camadas da população tenham acesso aos serviços de saneamento de forma completa e adequada às suas necessidades. Além disso, o estudo ressalta a importância da realização adequada de atividades como abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais, considerando, não apenas a saúde pública, mas a conservação dos recursos naturais e a proteção do meio ambiente (OLIVEIRA; GRANZIERA, 2022).

A articulação com outras políticas públicas, como desenvolvimento urbano, habitação e proteção ambiental, é destacada como crucial para melhorar a qualidade de vida e promover a sustentabilidade. Além disso, a eficiência econômica e a sustentabilidade são enfatizadas como princípios orientadores, incentivando o uso de tecnologias apropriadas e a adoção de soluções progressivas para melhorar a qualidade dos serviços e reduzir os custos para os usuários.

A transparência, o controle social e a prestação regionalizada dos serviços visam garantir uma gestão eficiente e responsável dos recursos, além de promover ganhos de escala e viabilidade técnica e financeira. A seleção competitiva dos prestadores de serviços e a prestação concomitante de abastecimento de água e esgotamento sanitário são medidas adicionais para garantir a qualidade, regularidade e continuidade dos serviços de saneamento básico, conforme (OLIVEIRA E GRANZIERA, 2022).

Apesar da existência da lei, acesso universal ao saneamento básico é uma meta complexa e multifacetada que enfrenta uma série de desafios significativos. Dentre os obstáculos mais prementes, destacam-se a inadequação da infraestrutura existente, especialmente em áreas rurais e assentamentos informais urbanos, onde a carência de serviços como abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto, e gestão de resíduos sólidos é pronunciada.

Ademais, as limitações financeiras representam um entrave considerável, com custos de instalação e tarifas de serviço recorrentes frequentemente inacessíveis

para populações de baixa renda. Oliveira; Granziera, ainda afirmam que a falta de conscientização e educação sobre a importância do saneamento básico para a saúde pública e ambiental também constitui um desafio, influenciando diretamente as práticas de gestão de resíduos e a demanda por serviços adequados.

As desigualdades sociais e de gênero amplificam essas dificuldades, com mulheres e meninas enfrentando riscos adicionais relacionados à segurança e à carga desproporcional de trabalho doméstico associada à gestão de resíduos. Além disso, eventos climáticos extremos e desastres naturais frequentemente exacerbam os desafios existentes, destruindo ou danificando infraestruturas de saneamento básico e ampliando a lacuna de acesso em áreas afetadas (OLIVEIRA; GRANZIERA, 2022; ARAÚJO et al., 2014).

Araújo et al. (2014) sugerem que a governança inadequada e a ausência de políticas eficazes são fatores críticos que dificultam o avanço na direção da universalização do saneamento básico. Vê-se, então, que a falta de coordenação entre os atores envolvidos e a insuficiência de recursos financeiros alocados para esse fim são questões prementes que demandam atenção urgente.

2.2 Lançamento inadequado de esgotos em mananciais e suas consequências

Oliveira e Granziera (2022) afirmam que, os constituintes sólidos presentes na composição dos esgotos domésticos correspondem a aproximadamente 0,1%, porém são suficientes para desencadear problemas de contaminação e poluição. Destes sólidos, cerca de 30% são compostos inorgânicos, enquanto os restantes 70% consistem em material orgânico, como proteínas, carboidratos, gorduras, óleos, ureia, celulose proveniente do papel higiênico, detergentes, sólidos dissolvidos inorgânicos, inertes e microrganismos patogênicos, entre outros. O material sólido apresenta-se predominantemente nas formas dissolvidas, particuladas e coloidais, representando fatores limitantes no tratamento de esgotos.

O lançamento de efluentes no meio ambiente, especialmente quando não tratados adequadamente, pode ter impactos profundos e prejudiciais em diversos ecossistemas. Estes efluentes, provenientes de fontes domésticas, industriais e agrícolas, contêm uma variedade de poluentes que podem causar uma série de problemas ambientais e de saúde pública. Ainda segundo os autores supra citados, efluentes ricos em matéria orgânica podem levar à depleção de oxigênio nas massas de água receptoras. O excesso de matéria orgânica promove o crescimento de bactérias aeróbicas que consomem oxigênio durante a decomposição desses materiais. Este processo, conhecido como demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pode resultar em condições anóxicas (falta de oxigênio) em corpos d'água, levando à morte de organismos aquáticos, como peixes e invertebrados, que dependem de níveis adequados de oxigênio dissolvido.

Como os efluentes frequentemente contêm nutrientes, como nitrogênio e fósforo, existe a possibilidade de desencadear fenômenos de eutrofização em ambientes aquáticos. Barreto et al. (2013), afirmam que a eutrofização é caracterizada por um crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas, que, ao morrerem e se decomporem, aumentam ainda mais a DBO e podem resultar em zonas mortas, onde a vida aquática não se sustenta. A proliferação de algas também pode incluir espécies tóxicas, produzindo toxinas que afetam a vida aquática e podem ser prejudiciais à saúde humana se a água contaminada for utilizada para consumo ou recreação.

Microrganismos patogênicos presentes nos efluentes domésticos e agrícolas também representam um risco significativo para a saúde pública e a vida selvagem. Em seu estudo sobre o impacto do efluente da estação de tratamento de esgoto ETE-Pirajá sobre o Rio Parnaíba, os autores Marçal e Silva (2017) sugerem que patógenos como bactérias, vírus e protozoários são capazes de contaminar fontes de água potável, o que resulta em surtos de doenças infecciosas. Os efluentes, ainda levando em consideração o estudo dos autores mencionados, podem alterar as características físicas e químicas dos corpos d'água, como a turbidez, temperatura e pH, criando condições desfavoráveis para a vida aquática e alterando os habitats naturais. Esses impactos podem comprometer os serviços ecossistêmicos, como a purificação da água, a regulação do clima e a provisão de alimentos, que são essenciais para a saúde e o bem-estar humano. Isto é, o lançamento de efluentes não tratados ou inadequadamente tratados no meio ambiente pode ter grandes consequências para a biodiversidade, a saúde pública e a sustentabilidade dos recursos hídricos (OLIVEIRA; GRANZIEIRA, 2022)

Quando se trata do lançamento de efluentes em corpos d'água que são utilizados para irrigação agrícola, existem efeitos negativos nas plantações e na saúde humana e do meio ambiente. As águas contaminadas conseguem introduzir poluentes nas plantações, o que compromete a qualidade do solo, a saúde das plantas e a segurança dos produtos agrícolas.

Os nutrientes em excesso presentes nos efluentes causam um desequilíbrio nutricional no solo. Embora sejam essenciais para o crescimento das plantas, suas concentrações elevadas promovem um crescimento vegetativo excessivo à custa do desenvolvimento das raízes e da produção de frutos. Os patógenos, também presentes nos efluentes domésticos e agrícolas, como bactérias, vírus e parasitas, podem contaminar as plantações diretamente ou através do solo. A irrigação com água contaminada pode introduzir patógenos na superfície dos vegetais, especialmente em culturas consumidas cruas, como verduras e frutas. Isso aumenta o risco de surtos de doenças transmitidas por alimentos, como salmonelose, hepatite A e giardíase, afetando a saúde pública (OLIVEIRA; GRANZIEIRA, 2022; BARRETO, 2013)

Os efluentes também alteram as propriedades físicas e químicas do solo, como o pH, a salinidade e a estrutura do solo. O aumento da salinidade, por exemplo, pode prejudicar a capacidade das plantas de absorver água, resultando em estresse hídrico e redução da produtividade agrícola. A alteração do pH do solo afeta a disponibilidade de nutrientes essenciais, dificultando a absorção pelas plantas e comprometendo seu crescimento.

2.3 A importância do tratamento adequado de esgotos

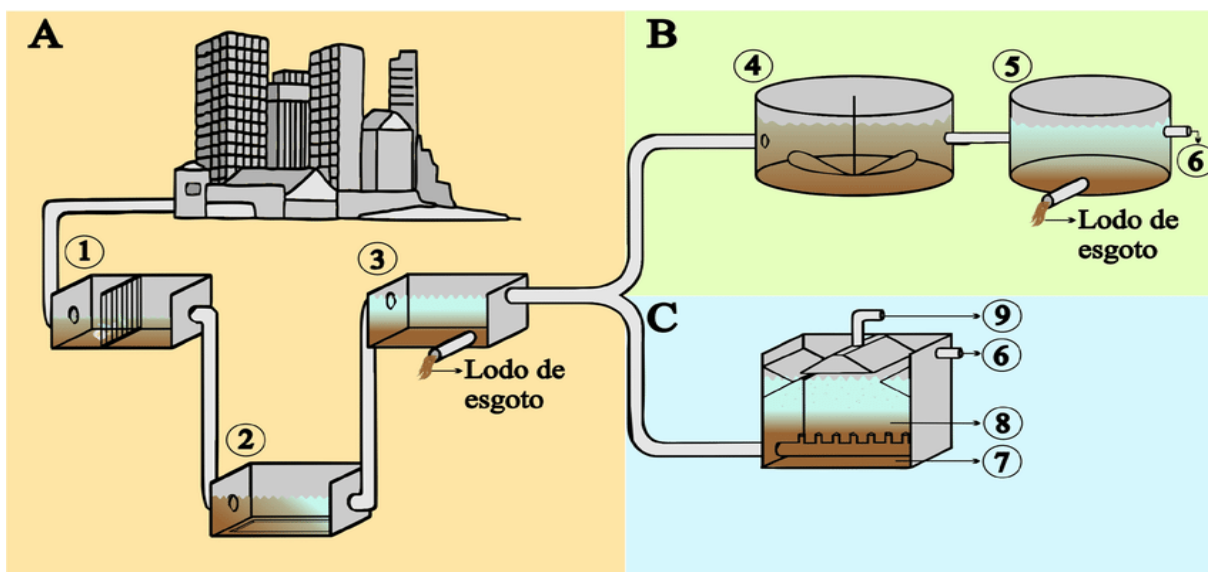
O tratamento do esgoto promove a saúde pública, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. A sua importância está em diversos fatores, que abrangem aspectos sanitários, ecológicos e socioeconômicos. Do ponto de vista sanitário, o tratamento adequado do esgoto é fundamental para a prevenção de doenças. Jordão e Pessoa (1985) afirmam que o esgoto não tratado contém uma vasta gama de patógenos, incluindo bactérias, vírus e parasitas, que causam enfermidades graves como cólera, disenteria e hepatite. A ausência de tratamento eficiente resulta, ainda segundo os autores, na contaminação das fontes de água potável, propagando doenças de veiculação hídrica e aumentando a morbidade e mortalidade entre a população, especialmente em áreas de alta densidade demográfica e de menor desenvolvimento socioeconômico.

Para Von Sperling (1996), o tratamento do esgoto é crucial para a proteção dos ecossistemas aquáticos e terrestres. A liberação de esgoto não tratado em corpos d'água pode levar à eutrofização, um processo que provoca a proliferação excessiva de algas e a subsequente depleção de oxigênio, resultando na morte de peixes e outras formas de vida aquática. Os poluentes presentes no esgoto, como metais pesados, compostos orgânicos e nutrientes em excesso, causam danos duradouros aos habitats naturais, comprometendo a biodiversidade e a qualidade da água.

Do ponto de vista socioeconômico, tanto para Von Sperling (1996) quanto para Jordão e Pessoa (1985), investir em infraestrutura de tratamento de esgoto pode trazer benefícios significativos. A melhoria da qualidade das águas incentiva atividades econômicas como a pesca, o turismo e a agricultura irrigada, promovendo o desenvolvimento regional. Há também a redução de doenças relacionadas ao saneamento inadequado. As figuras 1 e 2, abaixo, mostram dois esquemas de tratamento de água e esgotos.

Figuras 1 e 2 - Esquemas de tratamento de água e esgotos





Fonte: Souza (2016)

O tratamento do esgoto também se alinha aos objetivos de desenvolvimento sustentável delineados pelas Nações Unidas, especificamente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, que visa assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos³. A implementação de sistemas eficazes de tratamento de esgoto contribui para a realização desse objetivo, promovendo a equidade no acesso a serviços essenciais e a melhoria da qualidade de vida.

3 METODOLOGIA

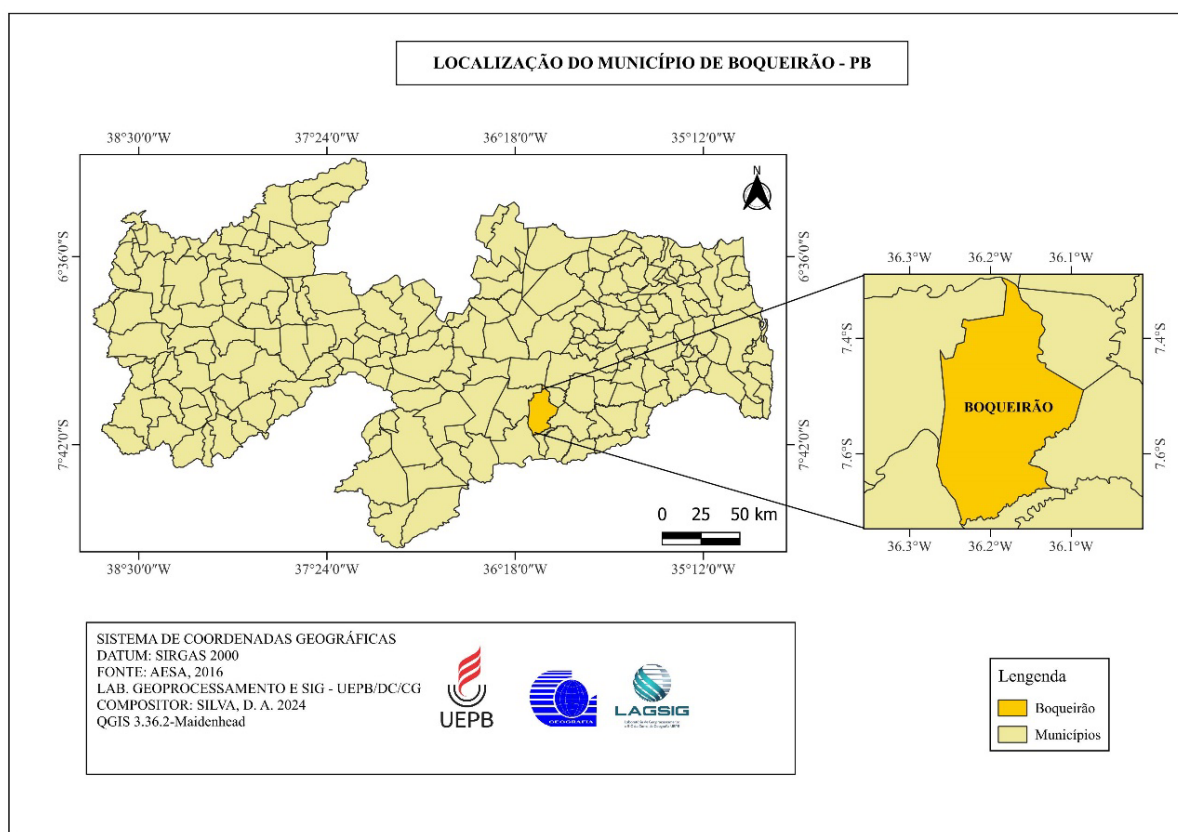
3.1 Localização Geográfica do Município de Boqueirão/PB

O município de Boqueirão (Figura 3), está situado a aproximadamente 135 km² da capital João Pessoa e está inserido na microrregião do Cariri Oriental, fazendo divisa com os municípios de Boa Vista, Serra do Monte, Cabaceiras, Caturité, Barra de Santana e Barra de São Miguel (IBGE, 2020).

Figura 3 - Localização do Geográfica do Município de Boqueirão -PB .

³ Disponível em <

<https://www.ipea.gov.br/ods/ods6.html#:~:text=At%C3%A9%202030%2C%20melhorar%20a%20qualidade,reciclagem%20e%20reutiliza%C3%A7%C3%A3o%20segura%20globalmente.>> Acesso em 08/06/2024.



Fonte: AESA, 2006. Adaptado por David Anísio.

O município tem uma população estimada em 17.598 habitantes, segundo o Censo 2022, representando um aumento de 3,99% em comparação com o Censo anterior de 2010, conforme dados do (IBGE, 2023), distribuídos em uma área territorial de 424 km². Na cidade de Boqueirão (Figura 4 e 5), o rio Paraíba foi barrado pela construção do Açude Epitácio Pessoa nos anos 1950, que abastece a própria, a segunda maior cidade do Estado da Paraíba Campina Grande e mais 19 municípios paraibanos das microrregiões do Agreste e Cariri.

Figura 4 - Vista parcial da cidade de Boqueirão.



Fonte: BRITO, Kléber (2008). Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Boqueir%C3%A3o#/media/Ficheiro:Boqueir%C3%A3o.jpg>>. Acesso em 16/07/2024.

De acordo com os critérios pluviométricos, índices de aridez e risco de seca, o Ministério da Integração Nacional determinou em 2005 que o Boqueirão está inserido na área geográfica do semiárido brasileiro. Seu clima é quente e seco, com temperaturas que variam de 16°C a 37°C. A temporada de chuvas começa em março e dura até julho. As condições climáticas afetam as atividades econômicas locais, encorajando a economia de subsistência e a agricultura de pequena escala e a pesca como meio de sobrevivência para uma parte da população.

FIGURA 5 – Açude Eptácio Pessoa

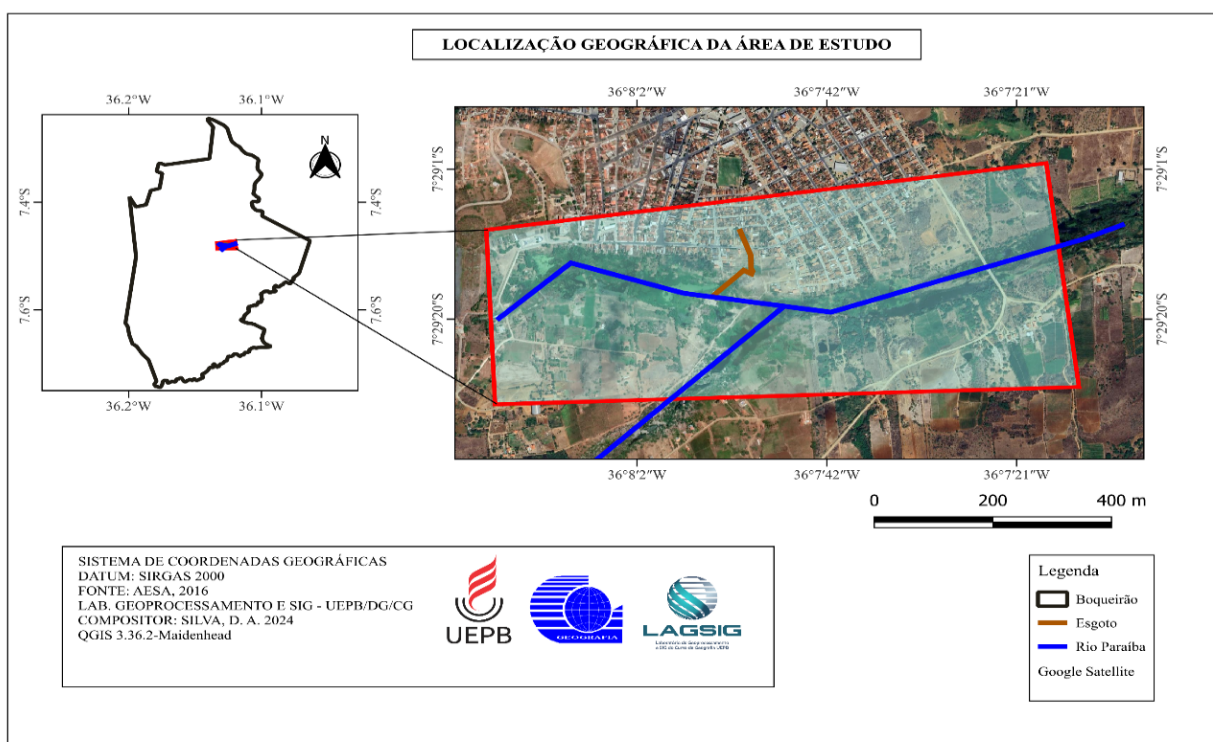


Fonte: ASSUNÇÃO, Valéria (2023). Disponível em: <<https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2023/07/05/volume-do-acude-de-boqueirao-na-pb-sobe-1-centimetro-nos-primeiros-dias-de-julho-diz-dnocs.ghtml>>. Acesso em 16/07/2024.

3.2 Caracterização da área da pesquisa

O estudo em questão se concentra no Rio Paraíba, Estado da Paraíba, especificamente, na cidade de Boqueirão. É nesse ponto que essa pesquisa mostra os efeitos ambientais nessa situação, de acordo com os tipos de resíduos encontrados e observados. A figura 6, abaixo, destaca o local exato do rio onde o esgoto está sendo lançado.

Figura 6 - Mapa da área de estudo



Fonte: AESA, 2006. Adaptado por David Anísio.

O mapa acima mostra o Rio Paraíba e o local exato do lançamento do esgoto da cidade de Boqueirão. É nesse ponto do referido rio que o esgoto in natura é despejado sem nenhum tipo de tratamento, afetando diretamente a agricultura familiar, fonte de abastecimento da população do município que mantém a diversidade de alimentos.

3.3 Métodos utilizados para a pesquisa

No que se refere ao estudo bibliográfico foi utilizado o método de GIL (2008), onde o mesmo afirma que o procedimento adotado na busca da literatura pertinente à temática, com base em livros, artigos científicos, pesquisas na Internet e outros.

Gil e Wil, (2008; 2012), ainda afirmam que, conhecimentos obtidos foram estruturados para que ocorra uma construção reflexiva a respeito do assunto estudado. Para a pesquisa de campo, esta tem a finalidade de observar fatos e fenômenos da maneira como ocorrem na realidade a partir de um recorte fiel do público estudado (MARCONI E LAKATOS, 2003).

No caso desse estudo que se trata de uma pesquisa descritiva onde segundo Vergara (2000, apud. SILVA & MENESES, 2000), a qual explica que a pesquisa descritiva expõe as características de determinada população ou fenômeno, que estabelece correlações entre variáveis e define sua natureza. A autora coloca que a pesquisa não tem o compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação (SILVA & MENESES, 2000).

3.3.1 Procedimentos metodológicos

Foram utilizados os seguintes recursos para a realização desse estudo: dados bibliográficos de várias fontes, a exemplo de autores que descrevem com a temática em questão: Alves, Lima e Farias; Campos e Araújo; OMS; Granziera; Barreto et. al; Marçal e Silva; Silva, Azevedo e Alves, dentre outros; incluindo pesquisas online, livros e publicações relacionadas ao tema e área da pesquisa, com ênfase em aspectos regionais e temáticos; apoio computacional; mapas temáticos e materiais fotográficos.

As visitas *in locus* foram realizadas em abril de 2024, com o fim de identificar os tipos de poluição e as áreas em processo de degradação na bacia do Rio Paraíba, principalmente, nas áreas circundantes à sede urbana da cidade de Boqueirão, como também em áreas agrícolas com irrigações diretamente com a água do Rio em questão, registradas por meio de fotografias.

Com base em conversas com os residentes locais e autoridades específicas em recursos hídricos da área, os vários usos desses recursos do município foram determinados. Posteriormente, foi realizada uma inspeção visual para identificar os principais responsáveis pela degradação do ecossistema, bem como os fatores que o prejudicam.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4. 1 Lançamento de efluentes no rio paraíba na cidade de Boqueirão - PB

O lançamento de efluentes, uma prática comum em sistemas de saneamento, refere-se à liberação controlada de resíduos líquidos ou semilíquidos em corpos d'água ou no solo. Estes efluentes podem ser provenientes de diversas fontes, tais como: estações de tratamento de água, estações de tratamento de esgoto, indústrias, agricultura, entre outras. Os efluentes apresentam uma variedade de substâncias químicas, incluindo contaminantes orgânicos e inorgânicos, nutrientes como nitrogênio e fósforo, metais pesados, patógenos, entre outros (VON SPERLING, 1996). Esses elementos são conhecidos por alterar a qualidade da água dos rios, afetando sua composição química, física e biológica. Por exemplo, substâncias tóxicas podem contaminar os ecossistemas aquáticos, prejudicando a vida aquática e a saúde humana quando essa água contaminada é utilizada para abastecimento público. O aumento dos nutrientes, como nitrogênio e fósforo, pode resultar em eutrofização dos corpos d'água, promovendo o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas, o que pode levar à diminuição do oxigênio dissolvido e à morte de organismos aquático (BARRETO, 2013).

Efluentes lançados nos rios também prejudicam os ecossistemas terrestres adjacentes, através da contaminação do solo e da água subterrânea. Isso compromete a saúde dos solos e a vegetação e prejudicar a fauna local. O lançamento de efluentes no Rio Paraíba na cidade de Boqueirão configura, do ponto de vista ecológico, uma situação preocupante, uma vez que não há qualquer infraestrutura para o tratamento adequado do esgoto. Nessas circunstâncias, os efluentes domésticos são direcionados diretamente para os corpos d'água próximos sem passar por processos de tratamento que possam remover poluentes e contaminantes antes da sua liberação, conforme as figuras 7 e 8:

Figura 7 - Lançamento de esgotos no Rio Paraíba



Fonte: LIMA, 2024.

Figura 8. Lançamento de esgotos no Rio Paraíba



Fonte: LIMA, 2024.

Para Barreto (2013), essa prática de lançamento direto de efluentes sem tratamento pode acarretar consequências negativas para o meio ambiente e para a saúde pública. Os resíduos orgânicos presentes em esgotos não tratados promovem o crescimento excessivo de microrganismos no ambiente aquático, resultando em sérios problemas de qualidade da água, como a proliferação de algas tóxicas e a redução do oxigênio dissolvido, prejudicando a vida aquática. A presença de contaminantes químicos, como metais pesados e substâncias tóxicas nos efluentes não tratados pode representar riscos para a saúde humana e ecossistemas aquáticos e terrestres. A contaminação do solo e da água subterrânea também é um fator a ser levado em consideração, pois afeta a agricultura e compromete a qualidade dos recursos hídricos disponíveis para consumo humano e animal.

O assoreamento dos rios é outro problema criado pelo lançamento de efluentes. Esses efluentes podem conter sedimentos, nutrientes e substâncias químicas em suspensão quando despejados nos corpos d'água. Os materiais em suspensão se depositam no leito dos rios, o que leva ao assoreamento, um processo pelo qual os sedimentos se acumulam lentamente. O assoreamento prejudica as comunidades que dependem dos recursos hídricos e os ecossistemas aquáticos, conforme sugere Silva, Azevedo e Alves (2014):

- a) O acúmulo de sedimentos reduz a capacidade do rio de transportar água, o que pode levar a inundações durante períodos de chuva intensa e à redução do fluxo de água durante períodos de seca.
- b) O assoreamento pode cobrir os habitats naturais dos organismos aquáticos, como peixes e insetos aquáticos, reduzindo a disponibilidade de alimentos e abrigo. Isso pode levar à diminuição da diversidade biológica e ao declínio das populações de espécies nativas.
- c) Os sedimentos depositados no leito do rio podem conter substâncias químicas prejudiciais, como metais pesados e agrotóxicos, que podem contaminar a água e prejudicar a saúde humana e a vida aquática.

Para reduzir a erosão do solo e a entrada de sedimentos nos rios, são necessárias medidas de controle da poluição, como o tratamento adequado dos efluentes antes do descarte e a implementação de práticas de conservação do solo e da vegetação ciliar. É fundamental aumentar a conscientização do público sobre a importância da preservação dos recursos hídricos e da adoção de métodos de uso da água sustentáveis.

Em Boqueirão, a ocorrência do fenômeno de assoreamento no Rio Paraíba, resulta em consequências significativas para o ecossistema fluvial local. O acúmulo de sedimentos no leito do rio, particularmente, evidente após a ponte (Figura 9) do referido Rio, tem como desdobramento imediato a redução do fluxo hídrico. Essa redução compromete a dinâmica natural do sistema fluvial, afetando não somente a disponibilidade quantitativa de água, mas também sua distribuição ao longo do curso do Rio.

Figura 9 - Vista da ponte sobre o Rio Paraíba em Boqueirão - PB



Fonte: Araújo, 2014. Disponível em: <
<https://www.flickr.com/photos/egbertoaraujo/14813989343>>. Acesso em 05/06/2024.

O acúmulo de sedimentos nos leitos fluviais prejudica a biodiversidade local, a qualidade e a estabilidade dos habitats aquáticos. A perda de condições de vida adequadas pode prejudicar ou mesmo expulsar espécies de animais e vegetais adaptadas às condições específicas do ecossistema fluvial de seus habitats. Além disso, a redução da quantidade de água que está associada ao assoreamento tem o potencial de intensificar esse efeito, tornando os habitats aquáticos ainda mais susceptíveis à degradação (SILVA; AZEVEDO, 2014).

Segundo a gestão ambiental da cidade e zona rural de Boqueirão, a preservação do fluxo hídrico e da qualidade ambiental dos habitats aquáticos são as principais prioridades. Para reduzir os efeitos do assoreamento, deve-se tomar medidas de manejo e conservação eficazes, como remoção de sedimentos, controle da erosão do solo e criação de práticas de conservação do ambiente fluvial. Para garantir a integridade e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos locais e para garantir a disponibilidade contínua de serviços ecossistêmicos essenciais para a comunidade local e para o equilíbrio ambiental regional, é fundamental levar em consideração esses elementos.

4.2 Consequências negativas para a agricultura familiar com o lançamento de esgotos no rio paraíba, município de Boqueirão - PB

O município de Boqueirão depende fortemente da agricultura familiar como meio de subsistência. Biardi e Alencar (2014) definem a agricultura familiar como um tipo de agricultura desenvolvida em pequenas propriedades rurais, realizada por grupos de famílias, incluindo pequenos agricultores e alguns empregados. Essa prática busca seguir o ritmo da natureza, respeitar o solo e utilizar técnicas sustentáveis.

A agricultura familiar mantém a diversidade de alimentos, preserva conhecimentos tradicionais e fortalece comunidades locais. No Brasil, cerca de 70% dos alimentos consumidos são provenientes da agricultura familiar, uma atividade que colabora para a geração de renda e emprego no campo, melhorando a sustentabilidade das atividades agrícolas. Entretanto, enfrenta desafios como a mecanização, expansão do agronegócio e desigualdades sociais. Políticas públicas, como a Lei n.º 11.326, têm buscado apoiar e fortalecer esse setor (NASCIMENTO, AQUINO, DELGROSSI, 2022).

Uma variedade de culturas, como leguminosas, frutas, hortaliças e culturas de ciclo curto, são cultivadas na agricultura familiar de Boqueirão, que é adaptada ao clima e aos recursos naturais locais. Os agricultores familiares de Boqueirão combinam técnicas tradicionais de cultivo, que foram transmitidas de geração em geração, com técnicas modernas de manejo agrícola e tecnologias apropriadas. A grande contribuição da agricultura familiar para o PIB local, a criação de empregos e a distribuição de renda entre a população mostra a importância socioeconômica da agricultura familiar em Boqueirão. Os agricultores familiares não apenas produzem alimentos para consumo e venda, mas também desempenham um papel importante na preservação da cultura local, no manejo sustentável dos recursos naturais e na preservação da biodiversidade agrícola (OLIVEIRA, 2024).

No entanto, apesar da sua importância, a agricultura familiar no município de Boqueirão enfrenta uma série de desafios que ameaçam sua sustentabilidade e

resiliência. Entre esses desafios, destacam-se a escassez de recursos hídricos, a degradação do solo, a falta de acesso a crédito e tecnologia, as flutuações de preços no mercado e as mudanças climáticas. Outro problema de extrema importância, em discussão nessa seção, é o lançamento inadequado de efluentes no Rio Paraíba. O manejo inadequado de esgotos pode comprometer a qualidade do solo, dos recursos hídricos e dos produtos agrícolas, afetando tanto a saúde humana quanto a produtividade agrícola.

O lançamento inadequado desse tipo de resíduos, para reiterar o que Silva e Azevedo (2014) discutem em seu artigo, incluindo esgoto doméstico e industrial, pode contaminar o solo e a água utilizados na agricultura, introduzindo agentes patogênicos, substâncias tóxicas e poluentes orgânicos e inorgânicos. Isso pode resultar em diversos impactos negativos, como a redução da fertilidade do solo, a contaminação de culturas e alimentos, a disseminação de doenças transmitidas pelo solo, a água e a degradação dos ecossistemas aquáticos e terrestres.

A contaminação do solo por esgotos inadequadamente tratados pode comprometer a capacidade de retenção de água, a estrutura física e química do solo e a disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas. Como resultado, a produtividade agrícola pode ser afetada negativamente, levando a perdas econômicas para os agricultores e impactos na segurança alimentar e nutricional da população (OLIVEIRA; GRANZIERA, 2022).

O lançamento de efluentes em corpos d'água utilizados para a irrigação agrícola pode acarretar sérias consequências para as plantações, comprometendo tanto a produtividade agrícola quanto a segurança alimentar. A contaminação das águas de irrigação por poluentes diversos presentes nos efluentes pode afetar a saúde do solo, a qualidade das plantas e, evidentemente, a saúde humana. A figura 10, abaixo, mostra uma plantação de feijão utilizando a irrigação proveniente da água do rio que pode ser observado ao fundo, a lâmina d'água.

Figura 10: Plantação irrigada de feijão às margens do Rio Paraíba, Boqueirão - PB



Fonte: LIMA, 2024.

Os nutrientes em excesso, especialmente, nitrogênio e fósforo, presentes nos efluentes, podem levar à eutrofização dos solos agrícolas. Embora esses nutrientes sejam essenciais para o crescimento das plantas, sua presença em concentrações excessivas pode causar um crescimento vegetativo descontrolado, prejudicando a produção de flores e frutos. Além dos nutrientes, os compostos orgânicos tóxicos, como pesticidas, herbicidas e solventes industriais presentes nos efluentes, podem ser absorvidos pelas plantas e acumular-se em seus tecidos. Esses compostos interferem nos processos bioquímicos das plantas, causando danos celulares e comprometendo a qualidade e a segurança dos produtos agrícolas. A presença de resíduos químicos nos alimentos pode ter efeitos adversos à saúde humana a longo prazo (BARRETO, 2013; OLIVEIRA; GRANZIERA, 2022).

Oliveira; Granziera (2022, ainda afirmam, que os patógenos presentes nos efluentes, como bactérias, vírus e parasitas, podem contaminar diretamente as plantações, especialmente, aquelas culturas consumidas cruas, como verduras e frutas. A irrigação com água contaminada pode introduzir microrganismos patogênicos na superfície dos vegetais, aumentando o risco de surtos de doenças transmitidas por alimentos, como salmonelose, hepatite A e giardíase. Isso representa uma ameaça à saúde pública.

Ou seja, o lançamento de efluentes em corpos d'água destinados à irrigação agrícola pode ter impactos negativos profundos nas plantações. A contaminação por metais pesados, nutrientes em excesso, compostos orgânicos tóxicos e patógenos, bem como a alteração das propriedades do solo, não só compromete a saúde e a produtividade das plantas, mas também apresenta riscos significativos à saúde humana e à segurança alimentar.

4.3 Tipos de resíduos sólidos lançados no rio paraíba e a poluição ambiental observada

Essa seção busca elucidar os diferentes tipos de resíduos sólidos encontrados no Rio Paraíba, na cidade de Boqueirão. Verificou-se a presença de resíduos domésticos (materiais orgânicos, embalagens plásticas, papel e outros detritos orgânicos e inorgânicos), são resíduos que, quando lançados em rios, contribuem para a poluição visual e ambiental (Figura 11), além de favorecer a proliferação de vetores e doenças de veiculação hídrica, como diarreias, hepatites e infecções de pele, colocando em risco a saúde pública. A decomposição desses materiais pode resultar em processos de eutrofização, reduzindo a oxigenação da água e prejudicando a vida aquática (BARRETO, 2013).

Figura 11 - Resíduos domésticos encontrados no esgoto



Fonte: Lima (2024).

Os resíduos provenientes de atividades comerciais, tais como papel, papelão, plásticos e materiais de construção que podem ser provenientes de residências, uma vez que é difícil determinar de onde vem com exatidão. As sacolas plásticas, tipo de resíduo evidenciado pela figura 11, são consideradas um dos maiores problemas ambientais devido à sua durabilidade e difícil decomposição. No Rio Paraíba, a presença significativa de sacolas plásticas contribui para o entupimento de cursos d'água, além de ser uma ameaça para a fauna aquática, que pode ingerir ou se enredar nesses materiais.

Fragmentos de vidro encontrados no leito do rio representam um risco físico tanto para os seres humanos quanto para os animais. Além de causarem lesões, os vidros não se degradam facilmente, persistindo no ambiente e contribuindo para a poluição a longo prazo (Figura 12).

Figura 12 - Fragmentos de vidros e sacolas plásticas



Fonte: Lima (2024).

A poluição visual foi observada pelo acúmulo de resíduos sólidos e construções residenciais em situação de vulnerabilidade às margens do rio, além do leito está coberto por plantas aquáticas que podem contribuir para eutrofização das águas (Figura 13). Já o acúmulo de materiais sólidos impede o fluxo natural da água, causando obstruções que podem levar a inundações durante períodos de chuvas intensas. A presença de materiais não degradáveis, como plásticos e vidros, resulta numa persistente poluição que ameaça a vida aquática e a biodiversidade de ambientes terrestres.

Figura 13 - Área degradada com construções às margens do rio



Fonte: Lima (2024)

Barreto (2013) afirma que, a decomposição de resíduos orgânicos domésticos e comerciais no rio contribui para a eutrofização das águas, um processo que resulta no aumento excessivo de nutrientes, como nitrogênio e fósforo. Esse fenômeno provoca o crescimento descontrolado de algas e plantas aquáticas, que, ao morrerem e se decomporem, consomem grandes quantidades de oxigênio dissolvido na água. A redução nos níveis de oxigênio causa a morte de peixes e outros organismos aquáticos, exacerbando ainda mais a degradação do ecossistema.

A poluição visual e funcional do rio também compromete atividades recreativas e econômicas, como a pesca e o turismo, que são fundamentais para o sustento e a qualidade de vida da população local, além de ameaçar o equilíbrio de todo ecossistema terrestre e aquático. A degradação observada no Rio Paraíba, em Boqueirão, é uma consequência direta da inadequada gestão de resíduos sólidos e líquidos. Essa situação exige ações urgentes e coordenadas de políticas públicas, educação ambiental e práticas sustentáveis de manejo de resíduos para mitigar os impactos ambientais e restaurar a saúde ecológica e a qualidade de vida da área pesquisada.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa revelou impactos significativos nas águas do Rio Paraíba e degradação ambiental e social da área estudada. A ausência de tratamento adequado do esgoto provoca um acúmulo de resíduos orgânicos e químicos no leito do rio, resultando em sérios problemas, como assoreamento e resíduos sólidos. Esse processo de assoreamento, por sua vez, vai reduzir a profundidade do rio e comprometer sua capacidade de fluxo, exacerbando os riscos de inundações e diminuindo a disponibilidade de água limpa para usos doméstico e agrícola.

As habitações próximas ao rio encontram-se em situação de vulnerabilidade. A proximidade com um corpo d'água poluído aumenta a exposição das comunidades locais a doenças de veiculação hídrica, como diarreias, hepatites e infecções de

pele, colocando em risco a saúde pública. A poluição ambiental afeta diretamente as pessoas que dependem do rio para atividades econômicas, como a pesca e a irrigação de cultivos. Esses indivíduos e suas famílias enfrentam um aumento nos riscos pessoais e na incerteza econômica, dada a deterioração da qualidade da água e a diminuição da produtividade agrícola e pesqueira.

A degradação do rio Paraíba em Boqueirão/PB destaca a urgente necessidade de políticas públicas eficazes e investimentos em infraestrutura de saneamento básico. A implementação de sistemas de tratamento de esgoto é essencial, não apenas, para a proteção do meio ambiente, mas também para a promoção da saúde e do bem-estar da população.

Os resultados indicam que os resíduos lançados nas águas do Rio Paraíba e os impactos ambientais e sociais observados dependem de um compromisso coletivo com práticas sustentáveis e a promoção de infraestrutura adequada para o tratamento de esgotos.

REFERÊNCIAS

ANA. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. 2023.

ALVES, Telma Lucia Bezerra; LIMA, Vera Lucia Antunes; FARIAS, André Aires. **Impactos ambientais no Rio Paraíba na área do município de Caraúbas-PB: região contemplada pela integração com a bacia hidrográfica do rio São Francisco**. Caminhos de Geografia, v. 13, n. 43, p. 160–173-160–173, 2012.

ARAÚJO, Maria Lírida Calou et al. **A GOVERNANÇA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO NORDESTE BRASILEIRO**. Revista da AJURIS-QUALIS A2, v. 49, n. 152, p. 239-268, 2022.

BAIARDI, Amilcar; ALENCAR, Cristina Maria Macêdo de. **Agricultura familiar, seu interesse acadêmico, sua lógica constitutiva e sua resiliência no Brasil**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 52, p. 45-62, 2014.

BARRETO, Luciano et al. **Eutrofização em rios brasileiros**. Enciclopédia biosfera, v. 9, n. 16, 2013.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em 01/04/2024.

CAMPOS, José Nilson Beserra; VIEIRA, Vicente. **Gerenciamento dos recursos hídricos: a problemática do Nordeste**. Revista de Administração Pública, v. 27, n. 2, p. 83 a 91-83 a 91, 1993.

GIL, A. C. **Metodologia do Ensino Superior**. 4ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

IBGE CIDADES. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/boqueirao/panorama>>. Acesso em 09/04/2024.

IBGE. **Boqueirão.** Disponível em <
<https://biblioteca.ibge.gov.br/?id=3868&view=detalhes>>. Acesso em 05/06/2024.
 2020.

JORDÃO, Eduardo P. e PESSÔA, Constantino A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 932p. 1995.

MARÇAL, Daniel Araújo; SILVA, Carlos Ernando. **Avaliação do impacto do efluente da estação de tratamento de esgoto ETE-Pirajá sobre o Rio Parnaíba, Teresina (PI)**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, p. 761-772, 2017.

NASCIMENTO, Carlos Alves do; AQUINO, Joacir Rufino de; DELGROSSI, Mauro Eduardo. **Tendências recentes da agricultura familiar no Brasil e o paradoxo da pluriatividade**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 60, p. e240128, 2021.

OLIVEIRA, Carlos Roberto; GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Novo marco do saneamento básico no Brasil**. Editora Foco, 2022.

OLIVEIRA, Darciley Gomes de. **ANÁLISE DAS PRÁTICAS DA AGRICULTURA APÓS A TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO NO TABOADO DE BAIXO, BOQUEIRÃO/PB**. 2024. Dissertação de Mestrado.

SILVA, Maria Betânia Rodrigues; AZEVEDO, Pedro Vieira de; ALVES, Telma Lucia Bezerra. **Análise da degradação ambiental no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. Boletim Goiano de Geografia, v. 34, n. 1, p. 35-53, 2014.

SILVA & MENESES, Maxwell. **Desenvolvimento de Pesquisa**. PUC. Rio de Janeiro, 2000.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Editora UFMG, 1996.