

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

ARLON FIGUEIREDO ALVES DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DOS PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS PARA A
FORMULAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE REESTRUTURAÇÃO DO CANAL DO
ESTREITO NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB**

Cajazeiras-PB
2025

ARLON FIGUEIREDO ALVES DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DOS PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS PARA A
FORMULAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE REESTRUTURAÇÃO DO CANAL DO
ESTREITO NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Engenheiro Civil, sob Orientação do Prof. Me. Diego Claudino de Sousa Diniz e Coorientação do Prof. Me. Emmanoel Marques da Silva.

Cajazeiras-PB
2025

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

S586d Silva, Arlon Figueiredo Alves da.
Diagnóstico dos problemas socioambientais para a formulação de estratégias de reestruturação do canal do estreito no município de Sousa-PB / Arlon Figueiredo Alves da Silva. - 2025.

28f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2025.

Orientador(a): Prof. Me. Diego Claudino de Sousa Diniz.
Co-orientador(a): Prof. Me. Emmanoel Marques da Silva.

1. Saneamento básico. 2. Esgotamento sanitário. 3. Galeria pluvial. 4. Impacto socioambiental. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.

IFPB/CZ

CDU: 628.1(043.2)

ARLON FIGUEIREDO ALVES DA SILVA

**DIAGNÓSTICO DOS PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS PARA A
FORMULAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE REESTRUTURAÇÃO DO CANAL DO
ESTREITO NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso, sob forma de artigo, submetido à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título Engenheiro Civil.

Aprovado em 28 de agosto de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **DIEGO CLAUDINO DE SOUSA DINIZ**
Data: 29/08/2025 09:36:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Diego Claudino de Sousa Diniz – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **EMMANOEL MARQUES DA SILVA**
Data: 29/08/2025 09:39:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Emmanoel Marques da Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Coorientador

Documento assinado digitalmente
 **ELIOENAI DE OLIVEIRA COSTA**
Data: 29/08/2025 18:09:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Elioenai de Oliveira Costa – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 1

ENGENHARIA CIVIL

Artigo apresentado à coordenação do curso como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

DIAGNÓSTICO DOS PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS PARA FORMULAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE REESTRUTURAÇÃO DO CANAL DO ESTREITO NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB

ARLON FIGUEIREDO ALVES DA SILVA

arlonltda2@gmail.com

EMMANOEL MARQUES DA SILVA

emmanoel.silva@ifpb.edu.br

DIEGO CLAUDINO DE SOUSA DINIZ

diego.diniz@ifpb.edu.br

RESUMO

Este artigo aborda os problemas socioambientais decorrentes do despejo de esgoto e resíduos sólidos no Canal do Estreito, localizado no município de Sousa-PB, cujas águas seguem para o Rio do Peixe. O estudo tem como objetivo identificar e compreender os principais impactos gerados por esse despejo, além de propor medidas de reestruturação desta galeria. Com base nisso, realizou-se um estudo de caráter exploratório e abordagem qualitativa, utilizando como técnicas a pesquisa bibliográfica e o estudo de campo, incluindo a observação sistemática. Por meio das visitas *in loco*, foram contabilizados cerca de 185 pontos de lançamento irregular de efluentes, presença de resíduos sólidos, odores desagradáveis, alterações estruturais ao longo da extensão da galeria e modificações na paisagem urbana. Constatou-se que o canal, projetado originalmente como galeria pluvial, opera como um sistema combinado, em desacordo com a legislação vigente. Essa condição contribui para a proliferação de vetores de doenças, degradação ambiental e o agravamento de alagamentos devido à redução da capacidade de vazão. A paralisação do projeto “Canal Vivo” e a ausência de estruturas adequadas para tratamento de esgoto evidenciam falhas no saneamento básico municipal. Diante disso, foi proposto um conjunto de medidas e diretrizes para a reestruturação do canal, com foco na recuperação de sua função hidráulica, melhoria das condições sanitárias e valorização do espaço urbano. Conclui-se que a revitalização do Canal do Estreito requer ações integradas entre o poder público, a comunidade local e iniciativas de educação ambiental, sendo urgente diante dos riscos à saúde e ao meio ambiente.

Palavras-Chave: Sousa; Canal do Estreito; impacto socioambiental; saneamento básico.

ABSTRACT

This article addresses the socio-environmental problems resulting from the discharge of sewage and solid waste into the Canal do Estreito, located in the municipality of Sousa-PB, whose waters flow into the Rio do Peixe. The study aims to identify and understand the main impacts caused by this discharge, as well as to propose restructuring measures for this channel. Based on this, an exploratory study with a qualitative approach was conducted, using bibliographic research and field study techniques, including systematic observation. During on-site visits, approximately 185 points of irregular effluent discharge were recorded, along with the presence of solid waste, unpleasant odors, structural alterations along the length of the channel, and changes in the urban landscape. It was found that the channel, originally designed as a stormwater gallery, currently operates as a combined system, in violation of current legislation. This condition contributes to the proliferation of disease vectors, environmental degradation, and the worsening of flooding due to reduced flow capacity. The

suspension of the “Canal Vivo” project and the absence of adequate sewage treatment structures highlight failures in the municipal basic sanitation system. In light of this, a set of measures and guidelines was proposed for the restructuring of the channel, focusing on restoring its hydraulic function, improving sanitary conditions, and enhancing the value of urban space. It is concluded that the revitalization of the Canal do Estreito requires integrated actions between public authorities, the local community, and environmental education initiatives, being urgent given the risks to health and the environment.

Keywords: Sousa; Canal do Estreito; socio-environmental impact; basic sanitation.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o crescimento das cidades deu-se às margens dos corpos hídricos, essencial à sobrevivência humana e organização social, orientando a estruturação das cidades em seu entorno. Em meio ao seu desenvolvimento, a zona urbana expandiu-se de forma acelerada e com planejamento inadequado, resultando em problemas de caráter socioambiental. Segmentos essenciais, como a infraestrutura, não conseguiram acompanhar o aumento populacional e as suas demandas, resultando em um sistema ineficiente de saneamento básico (Nóbrega *et al.*, 2013).

A ausência de infraestrutura e políticas eficazes resultam no descarte das águas residuárias¹ das residências, sem nenhum pré-tratamento, para os rios, córregos e lagos que margeiam os centros urbanos, contaminando esses recursos naturais. Problemas como a canalização dos cursos d’água, implantação de avenidas nas margens dos rios e até mesmo a sua ocupação ilegal, devido as baixas condições financeiras da população em ingressar no mercado imobiliário, contribuíram, em parte, para disseminar ainda mais os problemas ambientais relacionados aos corpos hídricos (Rezende; Araújo, 2016).

Ao percorrer os rios, o esgoto altera a composição química e física da água, impactando diretamente a vida aquática por meio de acúmulo da matéria orgânica, comprometendo a qualidade desse manancial. Estudos abordados por Pimentel *et al.* (2004), apontam que a exploração dos recursos naturais e a falta de práticas sustentáveis resultam na aceleração da degradação dos ecossistemas aquáticos, o que reduz a disponibilidade de água potável e afeta negativamente a saúde pública e a biodiversidade.

Na cidade de Sousa-PB não ocorreu de forma diferente. Localizada no sertão da Paraíba, a 438 km a oeste de João Pessoa, capital do estado, o município possui uma extensão territorial de 738 km², sendo 41,6 km² de área delimitada pelo perímetro urbano. De acordo

¹ Líquido que contém resíduo de atividade humana (NBR-7229, 1993, p.2).

com o último Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sousa apresenta uma população total de 67.259 habitantes, um aumento de 2,22% em comparação com o censo realizado em 2010. O número aproximado de domicílios particulares no município é de 22.551, sendo que destes 76,42% (N.º 17.233) estão conectados à rede de esgoto, enquanto 23,58% (n= 5.318) não possuem sistema de esgotamento adequado (IBGE, 2022).

É possível observar a degradação ambiental decorrente do mau uso do sistema de drenagem, que se manifesta, entre outras formas, na falta de gestão dos recursos hídricos e de esgotamento sanitário. As residências que possuem a rede coletora, tem como destino para as águas residuárias o Canal do Estreito. Esse sistema de drenagem atravessa a cidade de sul a norte, iniciando-se desde às margens da BR-230, no Bairro “Sorrilândia 1”, terminando em leito natural nas imediações do Bairro “Gato Preto”.

Construído durante o governo de Tarcísio Burity em 1982, o Canal do Estreito tinha por objetivo direcionar o escoamento das águas pluviais para o Rio do Peixe, uma vez que durante o período chuvoso havia alagamentos, já que o município sousesense situa-se em uma planície, dificultando que boa parte da drenagem seja feita por gravidade. Embora projetado com essa finalidade, esse sistema enfrenta uma série de problemas que comprometem a sua funcionalidade e a qualidade de vida dos moradores nas áreas adjacentes.

O objetivo deste trabalho é identificar e compreender os principais impactos socioambientais ocasionados pelo despejo de esgoto e resíduos sólidos no Canal do Estreito, em Sousa-PB, que tem como destino o Rio do Peixe. Como objetivo específico, foi elaborado um quadro de medidas de reestruturação do Canal do Estreito.

Dado o seu impacto significativo, a escolha do Canal do Estreito justifica-se pela sua relevância para o sistema de drenagem urbana, que contribui para a gestão hídrica do município de Sousa. A má administração dos resíduos sólidos e líquidos no entorno do Canal, revela uma situação crítica de negligência ambiental e sanitária. Diante desse cenário, torna-se evidente a relevância do tema, como também é de suma importância o seu debate pela urgência de mitigar os danos já causados por sua operação, como também de promover reflexões no tocante à preservação ambiental, da saúde pública e da infraestrutura urbana.

Por identificar os problemas ambientais decorrentes do mau uso desse receptor, esse trabalho contribui para a elaboração de medidas de gestão integrada dos recursos hídricos, controle da poluição, como também oferece um melhor modelo de gestão do esgoto municipal.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Tomando-se por base a legislação brasileira, no artigo 1º da Resolução Conama Nº 001, de 23 de janeiro de 1986, o impacto ambiental pode ser conceituado como:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

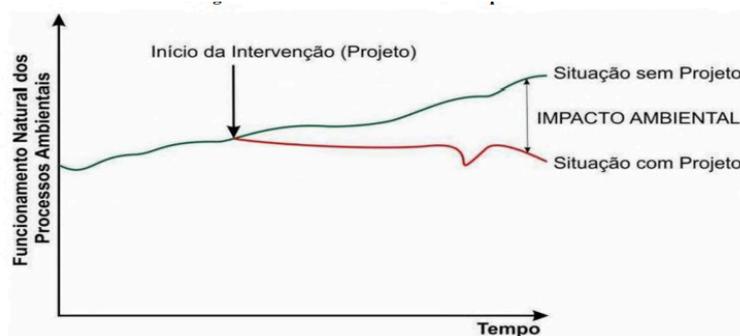
IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

(CONAMA, 1986, p. 636)

De acordo com Wathern (1988), os impactos ambientais representam uma mudança nos parâmetros ambientais, sendo resultado da atividade humana em um determinado período de tempo e espaço. Em sua análise, os impactos são percebidos a partir de um comparativo entre a situação com e sem a intervenção antrópica, ou seja, quando existe uma alteração do parâmetro naquele local com ou sem projeto de Engenharia. Esse comparativo pode ser evidenciado conforme a Figura 1.

Figura 1: Impacto ambiental.



Fonte: Sanchèz (2008)

Bellia e Bidoni (1993), afirmam que os projetos e obras de engenharia possuem, como característica intrínseca, a capacidade de provocar impactos ao meio ambiente para gerar sua produção. Esses impactos são decorrentes tanto da construção dos projetos, quanto por permitir que os recursos naturais ao redor da construção sejam usados e explorados. Já Barbisan *et al.* (2011), reforçam a existência de uma contradição entre o crescimento humano e sua intervenção no meio com a capacidade de recuperação dos recursos naturais. Os

impactos ambientais gerados pela intervenção humana também são responsáveis por alterações sociais, econômicas e visuais.

O crescimento populacional acelerado e a migração desordenada para os centros urbanos, associados ao desenvolvimento de novas tecnologias, alteraram os hábitos de consumo da população, resultando em um sistema de desequilíbrio com o meio ambiente (Ferreira; Joca; Broeto, 2019). A disposição inadequada de resíduos sólidos e líquidos, seja de forma direta ou indireta, a exemplo do esgoto doméstico, são geradores de impactos negativos ao meio socioambiental e econômico (Silva, 2018). Somado a isso, conforme Guerra e Sander (2019), a geração de resíduos domiciliares tem apresentado aumento contínuo.

Nesse contexto, além da criação das redes de abastecimento de água, gerou-se a necessidade da criação de redes de coleta, transporte e disposição final do esgoto urbano, sendo implantados os sistemas de esgotamento sanitário. Azevedo Netto *et al.* (1998), definem o sistema de esgoto sanitário como um conjunto de obras e instalações destinadas a propiciar a coleta, afastamento, condicionamento (tratamento, quando necessário) e disposição final do esgoto sanitário de uma comunidade, de forma contínua e higienicamente segura.

Segundo a NBR-9649 (1986), faz parte do conjunto de obras e instalações, os dispositivos e unidades de coleta, condução, tratamento e lançamento de esgoto de forma adequada. Os efluentes saem das edificações pelas ligações prediais e percorrem a rede coletora, passando por emissários e dispositivos acessórios que facilitam a manutenção, limpeza e fluxo. Os interceptores, estações elevatórias e de tratamento garantem que as águas residuárias sejam tratadas antes do seu lançamento no meio ambiente, protegendo a saúde pública e os recursos naturais.

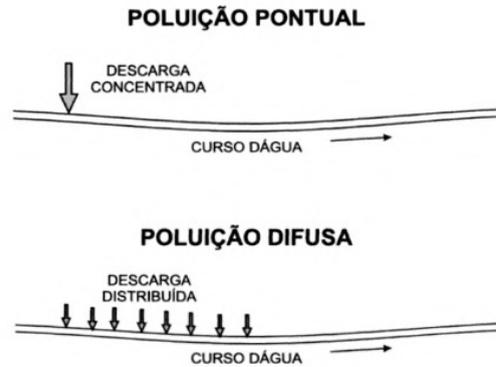
Von Sperling (1996) destaca que quando as águas residuárias não possuem um destino para a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)², acabam gerando poluição e contaminação dos solos, das águas subterrâneas e dos cursos d'água. A poluição pode atingir os cursos d'água de forma difusa e pontual, como representado pela Figura 2.

A poluição pontual é quando os poluentes atingem diretamente os cursos d'água de forma concentrada no espaço, geralmente por meio de um emissário específico. Já a poluição difusa acontece quando o curso d'água é atingido em diferentes pontos ao longo de sua

² Para adequar o lançamento do efluente em uma qualidade desejada, os níveis de tratamento para remoção de poluentes na ETE são divididas em etapas de tratamento através da remoção de partículas: preliminar - sólidos grosseiros e areia; primário - partículas sedimentáveis e parte da matéria orgânica; secundário - matéria orgânica; terciário - poluentes específicos e não suficientemente removidos na etapa secundária (Von Sperling, 1996, p. 170).

extensão, como por meio do arraste e despejamento de esgoto e resíduos sólidos pelas águas da chuva ao longo do corpo hídrico.

Figura 2: Poluição pontual e poluição difusa.



Fonte: Von Sperling (1996).

Mendonça (2018) refere que, a depender do tipo de despejo coletado, os sistemas de esgoto possuem diferentes classificações como o sistema único ou combinado, parcialmente separador e separador absoluto. Tsutiya (1999), para um melhor entendimento dos sistemas de esgoto urbano, os explica da seguinte forma:

Quadro 1: Caracterização dos tipos de sistema de esgoto urbano.

Tipo de Sistema	Descrição	Característica Principal
Sistema único, unitário ou combinado	As águas residuais, pluviais e de infiltração percorrem o mesmo sistema de condutos.	Uma única rede para todos os tipos de águas.
Sistema parcialmente separador	As águas pluviais, captadas de diferentes pontos, são conduzidas, junto com as águas residuárias e as de infiltração subterrânea, para o mesmo sistema de captação de esgotos.	Mistura parcial das águas pluviais com as águas residuais e de infiltração.
Sistema separador absoluto	As águas provenientes da chuva são direcionadas por um sistema de drenagem pluvial independente. As águas residuárias e as oriundas de infiltração, constituintes do esgoto sanitário, veiculam por outro sistema, também independente, chamado de sistema de esgotamento sanitário.	Dois sistemas totalmente separados: um para o esgoto e outro para a chuva.

Fonte: elaborado pelo autor (2025), com base em Tsutiya (1999).

O principal sistema adotado no Brasil é o Sistema Separador Absoluto que compreende dois sistemas distintos de canalização, o que permite que as águas pluviais sejam preservadas e não entrem em contato com as águas oriundas das redes de esgotamento sanitário. A escolha para o uso desse sistema deve-se ao fato do Brasil ser um país de clima tropical e em desenvolvimento, em que a quantidade de recursos é limitada e as precipitações atmosféricas são mais intensas e frequentes. Esses fatores dificultam a utilização de outros sistemas, como o sistema único ou combinado de países europeus, por exemplo.

Conforme Tsutiya (1999), o sistema separador absoluto apresenta reconhecidas vantagens, tais como:

- Redução dos custos com a utilização de materiais mais baratos (tubos de PVC; manilhas, etc.);
- Flexibilidade das etapas de construção de acordo com as prioridades;
- Redução nos custos de canalização das águas pluviais;
- Sem prejuízo aos esgotos sanitários;
- Redução da extensão de canalizações.

Tsutiya (*apud* Azevedo Netto; Botelho; Garcia, 1983), os principais aspectos que levaram à predominância da construção de sistemas de esgotos sanitários são as que seguem:

No sistema unitário, ou combinado a mistura de águas residuárias com as pluviais prejudica e onera consideravelmente o tratamento de esgotos. Torna-se necessária a construção de grandes sedimentadores para uma grande parte do caudal que deixa de sofrer a depuração biológica, enquanto que a outra parcela submetida ao tratamento secundário se apresenta com variados graus de diluição, o que é prejudicial.

(Azevedo Netto; Botelho; Garcia, 1983, p. 226-228).³

Nuvolari *et al.* (2011), destaca que esse sistema separador possui dois aspectos importantes para o seu entendimento. O primeiro deles é que, desde a sua implantação em 1912, entende-se que o sistema não admite a captação de águas pluviais, somente a coleta de esgoto sanitário. O segundo ponto está em manter ambos os condutos separados, numa tentativa de garantir o resguardo à saúde pública. Nesse sentido, as águas pluviais, que não sofreram com nenhuma descarga de esgoto, mantêm-se limpas e podem seguir diretamente para os corpos hídricos, enquanto as águas residuárias precisam passar pela ETE antes de chegar ao corpo d'água.

³ AZEVEDO NETTO, J. M.; BOTELHO, M. H. C.; GARCIA, M. A **evolução dos sistemas de esgotos**. Engenharia Sanitária, v. 22, n. 2, p. 226-228, 1983.

A concepção de sistema separador também se torna relativa a partir do momento em que a própria NBR-9648 (ABNT, 1986) inclui as águas de drenagem do sistema pluvial como parte do esgotamento sanitário. O seguinte texto da norma afirma, no tópico de definição (2.4) de esgotamento sanitário como “Despejo líquido constituído de esgotos domésticos e industriais, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária⁴” (NBR-9648, 1986, p.1).

Geralmente, essas águas não deveriam acessar o sistema de drenagem de esgoto, mas quando isso acontece, seja por fatores como instalações defeituosas, falta de fiscalização e negligência do poder público, não se deve ignorar esse problema. Segundo Nuvolari *et al.* (2011), existe um limite aceitável para a intromissão das águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário, sendo que essa contribuição ocorre principalmente sobre os interceptores⁵ e emissários da rede⁶. Essa separação das águas pluviais do esgoto permite que o sistema de tratamento de esgoto seja melhorado, já que as águas residuárias não chegam tão diluídas nas ETE, o que dificulta o processo de depuração. As etapas do processo de tratamento do esgoto sanitário estão sintetizadas na Figura 3.



Fonte: ÁGUA E EFLUENTES. *Etapas de tratamento do esgoto* (2025).

Vale ressaltar que a NBR-12207 (1992), que especifica o Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário, define que a contribuição parasitária pluvial deve ser determinada com base em medições locais. Inexistindo tais medições, pode ser adotada uma taxa cujo valor deve ser

⁴ Parcela de deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede coletora de esgoto sanitário (NBR-9648, 1986, p. 1).

⁵ Fazem parte do sistema as canalizações de grande porte, que interceptam o fluxo de coletores-tronco (Azevedo Netto *et al.*, 1998).

⁶ Tubulação que recebe esgoto exclusivamente na extremidade de montante (NBR-9649, 1986, pág. 1).

justificado e que não deve superar o valor de 6 L/s por km de coletor contribuinte ao trecho em estudo.

3 MÉTODO DA PESQUISA

A pesquisa científica elaborada por meio deste trabalho é classificada como aplicada segundo a sua natureza. Esse tipo de estudo tem como objetivo buscar soluções para problemas específicos, ou seja, a pesquisa volta-se para a utilização dos conhecimentos e resultados encontrados (Michel, 2009).

Quanto aos objetivos, é classificado como pesquisa de caráter exploratório. A pesquisa exploratória busca fazer o levantamento de informações sobre o objeto de estudo, possibilitando ao pesquisador ter uma maior familiaridade com esse objeto e permitindo a construção de hipóteses. Além disso, é possível aumentar a familiaridade do pesquisador com o ambiente, como também modificar e clarificar conceitos importantes (Gil, 2002; Lakatos, 2021).

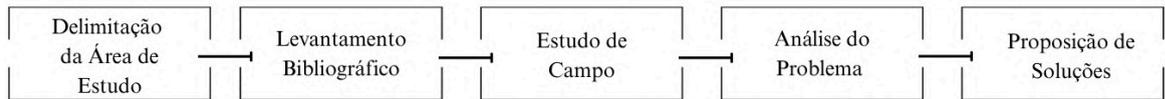
Em relação a abordagem, a pesquisa tem cunho qualitativo. Na pesquisa qualitativa considera-se que existe uma relação dinâmica entre o pesquisador e o objeto a ser estudado, levando a uma interpretação dos fenômenos que estão acontecendo à luz do contexto, do tempo e dos fatos. O pesquisador participa, compreende e interpreta os dados na pesquisa qualitativa (Michel, 2009).

Em relação às técnicas de pesquisa utilizadas, foram realizados uma pesquisa bibliográfica e um estudo de campo. A pesquisa bibliográfica consiste no levantamento de dados, sendo um apanhado geral dos principais trabalhos já realizados, capazes de fornecer dados atuais e relevantes sobre o tema. Esse tipo de pesquisa foi utilizada, principalmente, na elaboração do referencial teórico. Já o estudo de campo, caracteriza-se como uma etapa importante da pesquisa, em que é iniciada a utilização de instrumentos e técnicas a fim de fazer o levantamento de dados no próprio local onde os fenômenos acontecem (Lakatos, 2021).

Por último, a observação sistemática e participativa do pesquisador ao analisar o objeto de estudo também foi uma das técnicas utilizadas para a elaboração da pesquisa. Esse tipo de estudo se enquadra no estudo de campo, e faz uso de equipamentos, como câmeras, para capturar o que o pesquisador deseja e atribui ser de importância para sua pesquisa (Lakatos, 2021).

O percurso metodológico envolvido na elaboração do artigo é explicado de forma clara e sequencial por meio do Fluxograma 1 abaixo, facilitando a compreensão das etapas envolvidas na coleta e análise dos dados.

Fluxograma 1: Percurso metodológico da pesquisa.



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

3.1 Delimitação da Área de Estudo

Optou-se por analisar todo o Canal do Estreito, compreendido entre o trecho inicial, conforme coordenadas geográficas aproximadas $6^{\circ}46'42.23''S$ e $38^{\circ}13'58.53''O$, e trecho final com coordenadas $6^{\circ}44'52.09''S$ e $38^{\circ}12'34.42''O$, por ser uma área em constante expansão urbana, marcada por impactos ambientais e de saúde pública. A delimitação foi feita com o auxílio de ferramentas de georreferenciamento, imagens de satélite através do Google Earth, levantamento de campo e bases cartográficas públicas que permitiram um recorte coerente com o objetivo do estudo.

3.2 Levantamento Bibliográfico

As pesquisas bibliográficas foram realizadas durante a etapa inicial de desenvolvimento do trabalho, com o objetivo de fundamentar teoricamente a análise dos impactos ambientais causados pelo despejo do esgoto sanitário no município de Sousa. Para isso, foram consultadas obras de grande destaque acadêmico como livros, artigos científicos, monografias, normas técnicas vigentes, legislações que abordassem temas como saneamento básico, gestão de resíduos e impactos ambientais, além de outros documentos considerados importantes para o embasamento teórico da temática abordada.

3.3 Estudo de Campo

O estudo de campo foi essencial para definir as informações a serem consideradas para compor a análise. Essa etapa permitiu coletar os dados diretamente da área de estudo. Durante a visita técnica, foram percorridos trechos ao longo do canal para verificar e fazer registro fotográfico da presença de esgoto doméstico, alteração da paisagem natural, lançamento irregular e indicadores de poluição visível.

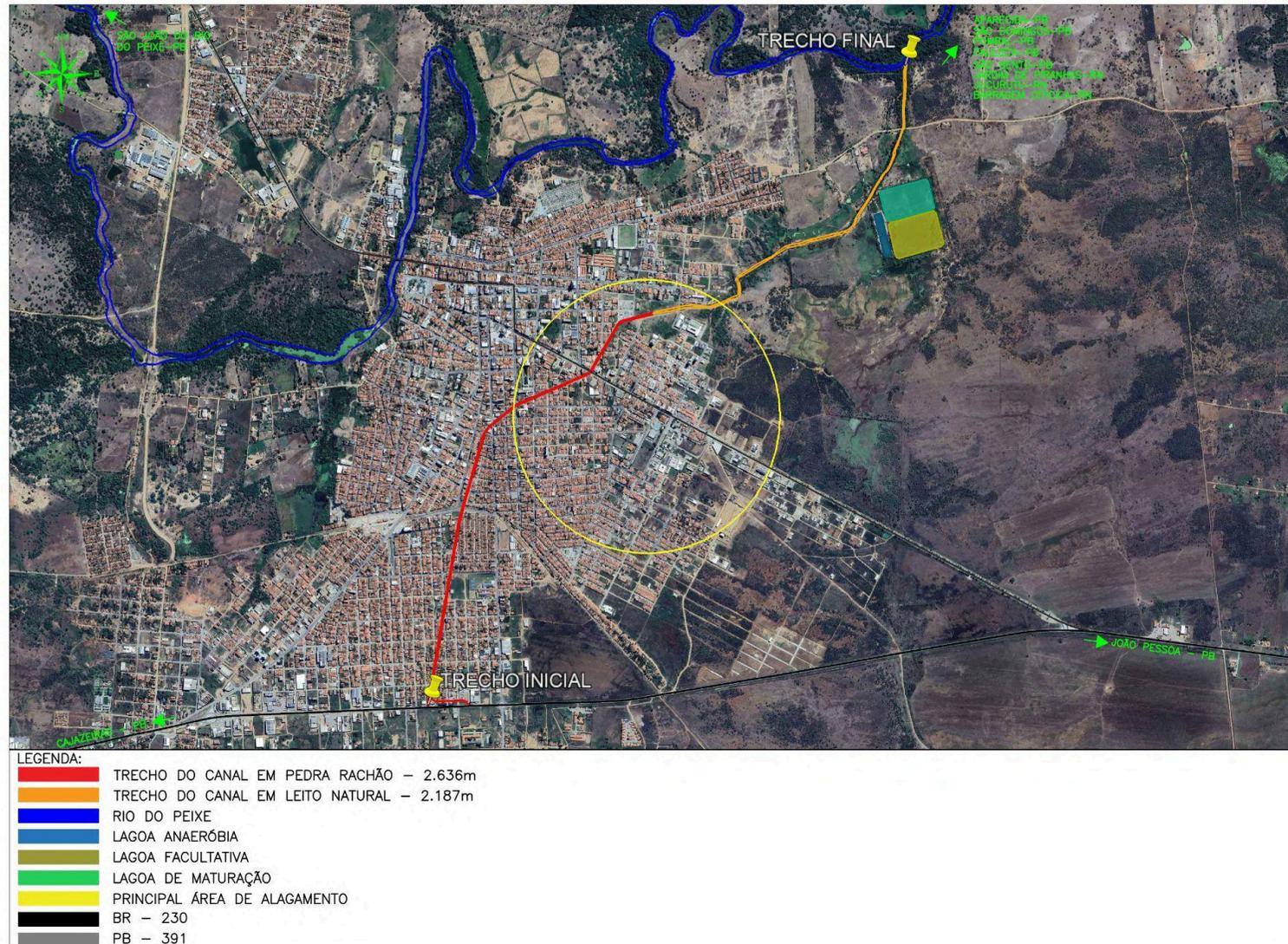
Dos procedimentos realizados, foi feito um deslocamento pelos bairros que margeiam o canal como Sorrilândia 1 e 2, Estação, Frei Damião, São José, Estreito, Centro, Assis Garrido, Bancários, Gato Preto e Jardins, com atenção à segurança e à integridade do ambiente. Com utilização das bases cartográficas do município, o canal conta com uma extensão total de 4.823m, dividindo-se em trecho 2.636m com estrutura em pedra rachão até o bairro Gato Preto, deste

ponto segue 2.187 metros por solo natural. Neste percurso encontra-se a lagoa de estabilização em fase de implantação. Essas informações podem ser observadas na Figura 4.

3.4 Análise do Problema

Para compor a análise do problema, alguns aspectos relacionados ao Canal do Estreito foram analisados: a extensão total do canal e a presença de problemas na infraestrutura; os pontos de despejo de esgoto e a quantificação de tubulações visíveis no canal; quantidade de pontes existentes sob o canal; a presença ou ausência de pontos de coleta de resíduos sólidos; presença resíduos sólidos despejados dentro do canal; identificação de emissários, estações elevatórias e outros elementos do sistema de esgotamento sanitário; as lagoas de estabilização; identificação de habitações subnormais, além de coloração e odor da água; e os principais bairros afetados por alagamentos em períodos chuvosos.

Figura 4: Mapa da extensão do Canal do Estreito, áreas de alagamentos e lagoas de estabilização.



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

4 RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 Diagnóstico

4.1.1 O Canal do Estreito

Construído no início da década de 1980, durante o governo de Tarcísio Burity, o Canal do Estreito tinha como previsão técnica ser utilizado como medida de drenagem urbana para prevenção de alagamentos na cidade de Sousa-PB. Com uma extensão total de 4,8 km, apresenta uma seção transversal de 8m de largura e 2m de profundidade. Foram identificadas 24 estruturas de pontes sobre o Canal, que podem ser observadas na Figura 5, as quais podem ser consideradas pontos nodais. Localizados de forma estratégica, esses pontos servem como elementos de conexão viária entre os bairros, interligando, por meio das principais avenidas, polos de educação, unidades de saúde e centros comerciais.

Figura 5: Pontes sobre o Canal do Estreito.



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Durante o estudo, observou-se que somente parte do município é contemplada com o sistema de esgotamento sanitário, em que uma parcela significativa da população possui um sistema de coleta de esgoto direcionada ao Canal. Nos locais onde não existe essa coleta, o descarte de resíduos pelos domicílios é feito com base em soluções paliativas tomadas pelos próprios moradores, como as fossas sépticas e valas a céu aberto. Outros domicílios presentes revelam que ainda existe um número considerável de habitações que necessitam da atenção da

gestão pública para garantir um ambiente mais saudável para a população local, o que reforça a necessidade de melhorias na infraestrutura do esgotamento sanitário municipal.

O órgão responsável pela operação, manutenção e comercialização dos serviços de água e esgoto do município é o Departamento de Águas, Esgotos e Saneamento Ambiental de Sousa (DAESA), que opera desde 2006, sendo responsável pelos serviços de captação, tratamento, distribuição, manutenção das redes, universalização do acesso à água potável pela população souseense, como também pelos serviços de coleta e tratamento de esgoto.

No entanto, os serviços de saneamento prestados pelo DAESA, em relação às diretrizes regulamentadoras, encontram-se ineficientes, uma vez que as águas residuárias estão sendo destinadas de forma inadequada, sendo lançadas diretamente no Rio do Peixe, sem tratamento prévio, gerando impactos ao curso d'água.

Já o Código de Posturas de Sousa (Lei Ordinária nº 918/1979, capítulo II - Higiene das Vias Públicas), no seu Art. 26, § 2, menciona que “É absolutamente proibido, qualquer casa, varrer lixo ou detritos sólidos de qualquer natureza para os ralos dos logradouros públicos ou galerias pluviais”, ou seja, não é lícito lançar ou despejar lixo no passeio, sarjeta ou via pública, o que inclui canais e córregos. No entanto, a aplicabilidade e fiscalização da lei não tem efetividade. Ao longo da extensão do Canal foram identificados acúmulos de resíduos sólidos, observados na Figura 6, que conseqüentemente, causam o assoreamento e reduzem a capacidade de escoamento superficial, aumentando os riscos de inundações, principalmente nos períodos de maior precipitação.

Figura 6: Resíduos sólidos no trecho em estudo.



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

4.1.2 Identificação e compreensão do despejamento de esgoto e resíduos sólidos no Canal do Estreito

Com base no estudo de campo, foram contabilizadas cerca de 185 tubulações de esgoto, fazendo despejo *in natura* em vários pontos do canal e uso contínuo como destino de efluentes domésticos, podendo esse número ser ainda maior do que o registrado. Em alguns pontos da estrutura, identifica-se que a degradação das margens, por meio das erosões, contribui para o arraste e decomposição do solo no fundo dessa galeria, ocasionando a diminuição da capacidade de vazão. O efluente alcança cotas limites até o seu transbordamento, alagando os pontos mais baixos, principalmente em épocas de maiores precipitações. Essa realidade está em consonância com o que aponta Tucci (2002), ao afirmar que a expansão urbana sem infraestrutura básica adequada é um dos principais vetores de degradação dos corpos hídricos nas cidades brasileiras, uma vez que compromete a capacidade de drenagem. Esses dados podem ser evidenciados na Figura 7.

Figura 7: Trechos do Canal do Estreito com pontos de lançamento de esgoto doméstico e problemas na infraestrutura.



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Pelas observações *in loco*, constatou-se a presença de água contaminada represada. Isso não somente prejudica o meio ambiente, como também evidencia um significativo risco à saúde pública, pois além de originar vetores de doenças, não atende aos padrões normativos de lançamento em rios. A qualidade de vida dos habitantes é frequentemente afetada pela degradação visual e odores fétidos promovidos pela liberação de gases tóxicos, como o

sulfeto de hidrogênio (H₂S) e outros produtos da decomposição da matéria orgânica. A coloração, conforme os parâmetros indiretos de qualidade dos esgotos domésticos, apresenta-se ligeiramente cinza em trechos onde o esgoto fresco é lançado na galeria.

Essa galeria pluvial também apresenta processos avançados de eutrofização em toda sua extensão. Isso ocorre por receber diariamente uma grande vazão de efluentes com alta concentração de nutrientes, principalmente o fósforo e o nitrogênio. Devido a infiltração em leito natural no bairro Gato Preto, esses poluentes contaminam o lençol freático, importante fonte de abastecimento por água subterrânea, fazendo com que essa sinergia comprometa a qualidade de vida dos moradores nas áreas adjacentes.

Conforme explica Von Sperling (1996), quanto à forma como as cargas poluentes atingem os corpos hídricos, o Canal do Estreito representa um tipo de poluição pontual, em que a descarga de águas residuárias segue uma única direção e atinge, em um único ponto do espaço, as águas do Rio do Peixe. Além disso, segundo a classificação quanto aos tipos de sistema de esgotamento, na prática, o canal tem operado como um sistema único ou combinado, contrariando o modelo preconizado pelas diretrizes nacionais. Essa situação se agrava durante os períodos chuvosos quando parte das águas pluviais são direcionadas para o canal, levando ao encontro das águas residuárias com as águas parasitárias pluviais.

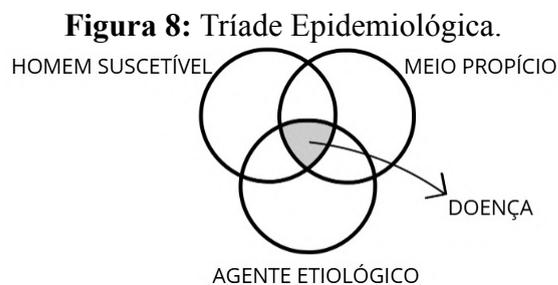
4.1.2 Saúde e a veiculação hídrica

O crescimento urbano da cidade sousense pressionou as margens do canal, tornando um caminho conveniente para o esgotamento. No entanto, juntamente à proximidade de moradias ao canal e construções subnormais, surgiram efeitos de saneamento precários, aumentando o risco de doenças de veiculação hídrica. De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (Funasa) e o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), as Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (Drsai) estão relacionadas a um sistema ineficiente de tratamento de água, a ausência de coleta e tratamento de esgoto, a condições precárias de moradia e a contaminação por resíduos sólidos, sendo divididas em cinco categorias:

- Doenças de transmissão oral-fecal – diarreias, febres entéricas e hepatite A;
- Doenças transmitidas pelo inseto vetor – dengue, febre amarela, leishmaniose, malária, doença de chagas, filariose linfática;
- Doenças transmitidas através do contato com a água – esquistossomose e leptospirose;

- Doenças relacionadas com a higiene – doenças dos olhos, tracoma, conjuntivite, doenças da pele e micoses superficiais;
- Geo-helmintoses e teníases – helmintíases e teníases.

O cenário observado no Canal do Estreito reflete a existência do triângulo epidemiológico, conforme Figura 8, um modelo que possibilita a compreensão das doenças infecciosas através da relação entre três fatores: agente etiológico, meio propício e um hospedeiro suscetível. Barbosa *et al.* (2010), explica que o meio propício refere-se às condições ambientais que influenciam a transmissão. O agente etiológico é o fator de causa da doença, podendo ser um organismo vivo como o vírus, bactéria ou um fator de substância físico-química. O homem suscetível é o hospedeiro do agente.



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Numa tentativa de melhorar a gestão das águas residuárias, foi proposto pelo poder público municipal a construção de uma nova rede de coleta, projeto intitulado “Canal Vivo”. O objetivo do projeto é direcionar o esgoto para uma ETE, por meio de componentes da rede coletora como a estação elevatória (EE), interceptor, emissário final e direcionar para lagoas de estabilização. No entanto, o projeto apresenta limitações quanto à efetiva resolução do problema do despejo de esgoto doméstico na galeria, pois não contempla a conversão do sistema combinado em um sistema separador absoluto, além de manter condições insalubres de moradia para a população residente nas áreas adjacentes.

Em visita técnica ao local de implantação da Lagoa de Estabilização, localizada ao norte da cidade e a 651m do corpo receptor, nota-se a existência da concepção de quatro lagoas, sendo duas lagoas anaeróbias, uma lagoa facultativa e outra de maturação, que estão com obras paralisadas. A área de destino dos efluentes apresenta sérios sinais de descontinuação, com problemas estruturais como assoreamento, erosão nos taludes, animais domésticos e não domésticos, e vegetação excessiva. A função principal está em descumprimento por não funcionar na retenção do efluente por um período suficiente para os

processos naturais de estabilização da matéria orgânica e posterior lançamento no Rio do peixe.

Atuando como tratamento primário, de forma geral, a lagoa anaeróbia opera na ausência de oxigênio molecular, promovendo a remoção primária de matéria orgânica e caracteriza-se por serem mais profundas, 2m a 5m, sendo necessário para diminuir a incidência de raios solares durante a detenção de 1 a 5 dias. A lagoa facultativa opera como tratamento secundário, combinando processos aeróbicos na superfície e anaeróbios no fundo, se tratando de um tratamento complementar ao anterior, reduz ainda mais a matéria orgânica. Por último, a lagoa de maturação tem a função de remover patógenos e sólidos suspensos ainda existentes, melhorando a qualidade final do efluente.

É indiscutível que se o município de Sousa-PB investir em saneamento básico, reduzirá custos com o sistema de saúde. Intervir com soluções suficientes é a forma mais eficaz de produzir resultados pautados em qualidade de vida e economia. As intervenções são ações voltadas para modificação do ambiente que favorecem a transmissão da patologia. Assim, a tríade epidemiológica não estando completa, reduz as condições infectológicas.

Podemos observar na Tabela 1, exemplos de estados nordestinos que obtiveram grandes resultados ao adotarem mudanças no meio propício. Estados como Ceará, Sergipe e Alagoas demonstraram que os investimentos em saneamento básico resultam em economia para o sistema de saúde, valorização urbana e melhora dos indicadores sociais.

Tabela 1: Benefícios da Expansão do Saneamento Básico entre 2003 e 2022.

Local	Investido no Sistema Sanitário (R\$)	Principais ações	Benefícios(R\$)
Ceará	R\$ 32,0 bilhões	<ul style="list-style-type: none"> - Redes de Esgoto composta por sistema de coleta, condução e tratamento (Lagoas de estabilização). - Ampliação e manutenção dos serviços de tratamento de água e esgoto. - Macro e micro drenagem urbana. - Reforma civil e manutenção eletromecânica em elevatórias e linhas de recalque existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> - R\$ 2,4 bilhões de economia total em saúde. - Redução de 6,8% ao ano no número de internações. - Realocação da economia gerada. - Valorização imobiliária e turismo local. - Melhora no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). - Geração de emprego e renda.
Sergipe	R\$ 26,972 bilhões	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de lançamentos irregulares. - Implantação de redes coletoras 	<ul style="list-style-type: none"> - R\$ 926,065 milhões de economia total em saúde. - Redução de 3,7% ao ano no

		de esgoto. - Construção de estações elevatórias de esgoto (EEEs).	número de internações. - Valorização imobiliária e turismo local. - Melhora no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) - Geração de emprego e renda.
Alagoas	R\$ 13,998 bilhões	- Construção de redes coletoras de esgoto, EEEs, linhas de recalque. - Construção de ETE. - Criação de um sistema de separação das águas residuais e pluviais.	- R\$ 925,900 milhões de economia em saúde. - Redução de 7,9% ao ano no número de internações. - Melhora no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). - Geração de emprego e renda.

Fonte: elaborado pelo autor (2025), com base em dados do Instituto Trata Brasil e Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).

De acordo com a Funasa (2010), a cada R\$1,00 investido em tratamento de esgoto representa uma economia de R\$4,00 em despesas com medicina curativa. Além disso, Chaves (2023) ao avaliar a sustentabilidade de uma ETE em Flecheiras, Ceará, demonstrou que os impactos ambientais da implantação da estação foram, a curto, médio e longo prazo, 85% menos significativos do que os que seriam causados pelo despejo de esgotamento sanitário sem tratamento.

Diante desse cenário, a implementação de sistemas de tratamento de esgoto, considerados componentes infraestruturais essenciais para a prestação de serviços de saneamento básico, visa mitigar os impactos relacionados ao descarte incorreto de resíduos sólidos e líquidos (esgoto) e o seu lançamento em corpos d'água naturais, como os rios.

Juntamente com a Engenharia Civil, área que desempenha importante papel na construção e manutenção dessas infraestruturas, fazendo uso de componentes técnicos e científicos, pode trazer soluções eficazes para esses problemas. Logo, a integração das práticas de engenharia com as políticas públicas ambientais, pode garantir a manutenção da qualidade de vida da população sousense e a proteção do meio ambiente.

4.3 Proposta de diretrizes de reestruturação do Canal do Estreito

Para que as propostas e diretrizes de reestruturação e revitalização do Canal do Estreito possam ser desenvolvidas, é preciso que haja uma abordagem integrada que envolva os aspectos técnicos, sociais e ambientais, focando na redução da poluição, melhoria e qualidade da água, e recuperação do ecossistema local. Isso envolve a implantação de

sistemas de tratamento de esgoto eficientes para a recuperação das águas degradadas, a conscientização da população sobre a preservação do meio e soluções baseadas na natureza. Tais propostas foram sintetizadas no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2: Propostas de Reestruturação do Canal do Estreito e Lagoas de Estabilização.

Intervenção	Objetivos
Curto prazo	
<ul style="list-style-type: none"> - Manutenção e limpeza do canal. - Educação ambiental nas escolas. - Instalação de pontos de coleta de resíduos sólidos próximos ao Canal do Estreito. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzir o descarte incorreto de resíduos sólidos e a poluição visual e hídrica. - Melhorar o grau de escoamento, aumentar a vazão e controlar os processos erosivos. - Promover a conscientização da população, estimulando o protagonismo comunitário.
Médio/Longo prazo	
<ul style="list-style-type: none"> - Implantação do sistema de tratamento de esgoto. - Instalação do sistema de esgoto sanitário fora do canal. - Remanejamento dos moradores em condições subnormais. - Recuperação das áreas degradadas. - Requalificação urbanística das margens, com a implantação de áreas verdes e parque linear, com função ambiental, educativa e de lazer. - Controle de vazamentos e regularização de ligações clandestinas. - Implantação de jardins de chuva ou sistemas de biorretenção nas áreas alagáveis. - Utilização de pavimentos permeáveis ou porosos nas áreas alagáveis. - Adicionar ao Código de Obras a exigência de área mínima de parte do lote para área permeável. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzir drasticamente a carga poluidora lançada no Canal do Estreito e, conseqüentemente, no Rio do Peixe. - Garantir um sistema sanitário eficiente conforme normas técnicas. - Garantir habitação seguras, reduzindo a exposição da população ao esgoto a céu aberto e condições insalubres de moradia. - Controlar a erosão, e permitir sombreamento e abrigo da fauna. - Formação de um espaço público livre e composto de vegetação, que permita integrar a população ao espaço urbano de forma saudável e segura. - Desacoplar o escoamento das redes de drenagem tradicionais, promovendo soluções baseadas na natureza. - Eliminar pontos ilegais de poluição e garantir inclusão no sistema de saneamento. - Valorização imobiliária. - Aumentar a capacidade de retenção das águas pluviais no lote. - Contribuir para o cumprimento do Marco Legal do Saneamento Básico.⁷

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Apesar das condições ambientais estarem em constante ajuste em resposta às ações antrópicas diárias, observa-se que a capacidade de regeneração do meio natural é lenta. Isso

⁷ Instituído pela Lei nº 14.026/2020 que visa estabelecer a universalização dos serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto até 2033 (D.O.U de 16/07/2020, p. 1).

impede que a natureza normalize suas condições em um ritmo adequado, acelerando o processo de degradação ambiental. Em relação aos recursos hídricos, mesmo sendo um elemento natural renovável, a velocidade de degradação ambiental é significativamente maior do que a taxa de renovação do meio. Isso mostra a urgência de reestruturar o saneamento básico de Sousa-PB.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise diagnóstica do Canal do Estreito, em Sousa-PB, revela um cenário de comprometimento ambiental, sanitário e estrutural, que desvirtua a função original desta galeria pluvial e evidencia a necessidade urgente de reestruturação do sistema de esgotamento sanitário municipal. A quantificação média da presença de 185 pontos de lançamento irregular e contínuo de efluentes, observados ao longo dos seus 4,8km de extensão, demonstra a gravidade situacional, o que contribui para a degradação ambiental, assoreamento, erosão, além de comprometer a infraestrutura da galeria.

A inadequação do sistema atual, que opera como sistema combinado, contrário ao que é instituído pelas diretrizes vigentes, potencializa, principalmente durante os períodos de grande precipitação, os impactos negativos sobre o meio urbano. Além disso, a sobrecarga de nutrientes provoca eutrofização ao longo de sua extensão, como também existe a contaminação do lençol freático pela infiltração das águas contaminadas em leito natural. Isso agrava a situação dos moradores adjacentes, com prejuízos evidentes à saúde pública local, já que o canal contribui para a proliferação de insetos, além de outros animais que funcionam como vetores de doenças.

A paralisação das obras do projeto “Canal Vivo” impede a operacionalização das lagoas de estabilização, componentes importantes das estações de tratamento de esgoto, o que poderia mitigar, em parte, os problemas advindos do Canal, porém não resolve de maneira significativa o despejo de efluentes dentro da galeria.

Diante desse panorama, ao identificar as possíveis soluções que intervêm com resolutivas para a situação analisada, observa-se que foi possível chegar ao objetivo inicial do trabalho, restaurando a funcionalidade do objeto de estudo. As propostas de reestruturação e revitalização do Canal do Estreito, organizadas por meio de diretrizes técnicas, visam não apenas recuperar a funcionalidade hidráulica e ambiental do canal, mas também promover melhora da qualidade de vida dos habitantes da cidade sousense, promovendo justiça

socioambiental. A integração dessas ações a curto, médio e longo prazo, associadas a integração entre comunidade, poder público e educação ambiental, são essenciais para transformar o canal de vetor de degradação e meio de veiculação de doenças, para um elemento estruturador de um ambiente urbano saudável. Logo, conclui-se que o enfrentamento desses problemas relacionados ao Canal do Estreito devem ser tratados como pautas urgentes pelo poder público municipal.

REFERÊNCIAS

- ÁGUA E EFLUENTES. **Etapas de tratamento do esgoto**. Disponível em: <https://www.aguaefluentes.com.br/post/etapas-de-tratamento-do-esgoto>. Acesso em: 5 jul. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 9648**: Estudos de concepção de sistemas de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário - Procedimento. Rio de Janeiro, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.
- AZEVEDO NETTO, José Martiniano de *et al.* **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 1998. 669 p.
- BARBISAN, Ailson Oldair et al. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência-ACSA**, v. 2, n. 2, p. 173-180, 2011.
- BELLIA, V.; BIDONE, E. D. **Rodovias, Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: EDUFF, 1993.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 001, de 23 janeiro de 1986. Dispõe sobre as diretrizes gerais para uso e implementação de Avaliação de Impacto Ambiental. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 17 fev. 1986.
- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/14026.htm. Acesso em: 29 jul. 2025.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Impactos na saúde e no Sistema Único de Saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado. Brasília: **Fundação Nacional de Saúde**, 2010. 246 p. Disponível em: https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/impactos_saude_SUS_decorrentes_agravos_saneamento_ambiental_relatorio_final.pdf. Acesso em: 05 ago. 2025.

CHAVES, Glauce Lene Rufino. **Avaliação da sustentabilidade de uma estação de tratamento de esgoto em área turística no litoral do Ceará**: estudo de caso ETE de Flecheiras. 2023. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2023.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ-CAGECE. **Apresentação – Audiência Pública (14-01-2022) – PPP Esgoto**. Fortaleza, 14 jan. 2022. Disponível em: https://www.cagece.com.br/wp-content/uploads/2022/01/Cagece-Apresentacao-PPP_Esgoto_Audiencia_Publica_14-01-22.pdf. Acesso em: 13 jul. 2025.

FERREIRA, T. C., JOCA, T. A. C., BROETTO, F. 2019. Impactos ambientais da disposição dos resíduos sólidos urbanos. In: ZABOTTO, A. R. (Org.). **Estudos sobre impactos ambientais**: uma abordagem contemporânea. FEPAF. Botucatu, Brasil. p. 1-10.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUERRA, K. S. da.; SANDER, A. Os reflexos da vigência política nacional de resíduos sólidos na cidade de Porto Alegre. **Revista Metodista de Administração do Sul**, Porto Alegre, v. 4, n. 5, p. 411–437, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Panorama do Censo 2022**. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/?utm_source=ibge&utm_medium=home&utm_campaign=portal. Acesso em: 06 jun. 2024

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos da expansão do saneamento em Alagoas, 2025**. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/beneficios-economicos-da-expansao-do-saneamento-em-alagoas/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos da expansão do saneamento em Sergipe, 2024**. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/beneficios-economicos-da-expansao-do-saneamento-em-sergipe/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios econômicos da expansão do saneamento no Ceará, 2023**. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/beneficios-economicos-da-expansao-do-saneamento-no-ceara/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2021. E-book. ISBN 9788597026580. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597026580/>. Acesso em: 27 jul. 2024.

MENDONÇA, Sérgio Rolim; MENDONÇA, Luciana Coêlho. **Sistemas sustentáveis de esgotos**. Editora Blucher, São Paulo, 2018.

MICHEL, M. H. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**: um guia prático para acompanhamento da disciplina e elaboração de trabalhos monográficos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

NÓBREGA, Fábio Augusto Rodrigues; VIEIRA FILHO, Diogenes Souza; DA SILVA, Fabíola Barreto; VERAS, Rafael Lincoln Océa de Menezes. Infraestrutura Urbana: infraestrutura e o crescimento populacional no Brasil. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas (UNIT - SERGIPE)** [S. l.], v. 1, n. 2, p. 19–25, 2013. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/304>. Acesso em: 02 abr. 2024.

NUVOLARI, Ariovaldo *et al.* **Esgoto sanitário coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 562 p.

OLIVEIRA, Paulo Abrantes de. **A municipalização dos serviços de saneamento**: uma análise jurídico-hídrica do gerenciamento em Sousa-PB, adotado pelo Departamento de Águas, Esgotos e Saneamento Ambiental - DAESA. 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Centro de Tecnologia em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 2015. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/13183>. Acesso em: 28 jun. 2024.

PIMENTEL, David *et al.* Water resources: agricultural and environmental issues. **BioScience**, v. 54, n. 10, p. 909-918, 2004.

REZENDE, Greyce Bernardes de Mello; ARAÚJO, Sergio Murilo Santos de. As cidades e as águas: ocupações urbanas nas margens de rios. **Revista de Geografia (Recife)**, [S. l.], v. 33, n. 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/229173>. Acesso em: 28 jun. 2024.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, p. 29-35, 2013. Disponível em: <http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Avaliacao-de-impacto-ambiental-2ed-DEG.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2024.

SILVA, Carlos Sérgio de Oliveira. **Análise dos impactos ambientais provocados pelo descarte de esgoto doméstico na cidade de Arapiraca - AL**. 2018. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Alagoas, Unidade Delmiro Gouveia-Campus do Sertão, Delmiro Gouveia, 2018.

SOUSA. **Lei nº 918, de 23 de abril de 1979**. Institui o Código de Postura do Município e dá outras providências. Sousa: Câmara Municipal, [1979]. Disponível em: <https://www.camarasousa.pb.gov.br/leis/2010>. Acesso em: 09 jul. 2025.

TUCCI, C. E. M. Gestão de recursos hídricos no meio urbano. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 45, p. 97-116, 2002.

TSUTIYA, M. T. *et al.* **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000. 547p.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

WATHERN, P. An introduction guide to environmental impact assessment. In: WATHERN, P (Org.) **Environmental Impact Assessment: theory and practice**. Unwin Hyman, London, p.3-30, 1988.

MATERIAL COMPLEMENTAR

▪ FIGURAS ADICIONAIS

As imagens contidas no drive, obtidas por meio do estudo de campo, retratam diferentes trechos do Canal do Estreito, permitindo a documentação das condições ambientais e urbanísticas da área e evidenciando componentes do sistema de esgotamento sanitário, como emissários, estações elevatórias, bem como as lagoas de estabilização existentes.



	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Cajazeiras - Código INEP: 25008978
	Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CEP 58.900-000, Cajazeiras (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0005-07 - Telefone: (83) 3532-4100

Documento Digitalizado Restrito

Entrega de TCC

Assunto:	Entrega de TCC
Assinado por:	Arlon Figueiredo
Tipo do Documento:	Dissertação
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Restrito
Hipótese Legal:	Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011)
Tipo da Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Arlon Figueiredo Alves da Silva, ALUNO (202012200043) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - CAJAZEIRAS**, em 29/08/2025 20:31:48.

Este documento foi armazenado no SUAP em 29/08/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1591349

Código de Autenticação: e590d64f27

