



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES  
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA  
UNIDADE ACADÊMICA DE GEOGRAFIA**

**NATALIA DA SILVA NOGUEIRA ROCHA**

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DECORRENTES DA AUSÊNCIA DO SISTEMA  
DE TRATAMENTO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA CIDADE DE LAVRAS DA  
MANGABEIRA-CE**

**CAJAZEIRAS-PB  
2025**

NATALIADASILVA NOGUEIRA ROCHA

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DECORRENTES DAAUSÊNCIA DO SISTEMA  
DE TRATAMENTO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA CIDADE DE LAVRAS DA  
MANGABEIRA-CE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Licenciatura plena em Geografia da  
Universidade Federal de Campina Grande, Campus  
de Cajazeiras, como parte dos requisitos necessários  
para obtenção do título de Licenciada em Geografia.

**Orientador:** Prof. Dr. Marcelo Henrique de Melo  
Brandão.

**CAJAZEIRAS-PB  
2025**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação -(CIP)

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R672i | <p>Rocha, Natália da Silva Nogueira.</p> <p>Impactos socioambientais decorrentes da ausência do sistema de tratamento de esgotamento sanitário na cidade de Lavras da Mangabeira-CE / Natália da Silva Nogueira Rocha. - Cajazeiras, 2025.</p> <p>61f. : il. color.</p> <p>Bibliografia.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Marcelo Henrique de Melo Brandão.</p> <p>Monografia (Licenciatura em Geografia) UFCG/CFP/2025.</p> <p>1. Saneamento básico - Lavras da Mangabeira - Município - Ceará.<br/>2. Saúde pública. 3. Impactos ambientais. 4. Lavras da Mangabeira - Município - Ceará - esgotamento sanitário. I. Brandão, Marcelo Henrique de Melo. II. Título.</p> <p>UFCG/CFP/BS</p> <p>CDU – 628(813.1)</p> |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Denize Santos Saraiva Lourenço CRB/15-046

NATALIA DA SILVA NOGUEIRA ROCHA

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DECORRENTES DA AUSÊNCIA DO  
SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA CIDADE  
DE LAVRAS DA MANGABEIRA-CE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Licenciatura plena  
em Geografia da Universidade Federal de  
Campina Grande, Campus de Cajazeiras,  
como parte dos requisitos necessários para  
obtenção do título de Licenciada em  
Geografia.

Aprovada em: 28/04/2025

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **MARCELO HENRIQUE DE MELO BRANDÃO**  
Data: 29/04/2025 16:22:36-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Prof. Dr. Marcelo Henrique de Melo Brandão – Orientador  
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG-CFP

Documento assinado digitalmente  
 **CICERA CECÍLIA ESMERALDO ALVES**  
Data: 29/04/2025 20:45:23-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Profa. Dra. Cícera Cecília Esmeraldo Alves - Examinador  
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG-CFP

Documento assinado digitalmente  
 **MARCOS ASSIS PEREIRA DE SOUZA**  
Data: 29/04/2025 17:12:28-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Prof. Ms. Marcos Assis Pereira de Souza – Examinador  
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG-CFP

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que sempre me deu discernimento e sabedoria nessa trajetória da minha vida; a meu esposo por todo seu apoio; e à minha filha, razão por sempre está determinada a realizar esse sonho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha existência, por me dar força, determinação e confiança para realizar esse trabalho, principal razão pela qual concluo uma etapa de grande importância em minha vida.

Ao meu esposo Felipe, por todo apoio, sempre me incentivando ao longo do curso.

À minha filha Maria Laura, que, apesar das dificuldades de conciliar a vida acadêmica e a maternidade no final do curso, foi um dos motivos para continuar a ter força e perseverança para buscar concluir a graduação.

À minha mãe, pois sem ela não seria possível ter iniciado a graduação, devido aos problemas financeiros com custo de transporte para meu deslocamento até à universidade, no início da graduação.

Ao meu pai (in memoriam), que estaria feliz pela realização dessa etapa da minha vida.

Aos meus irmãos Raimundo, Vitorino, Rafael, José, Eduardo e minhas irmãs Francisca, Cícera, Maria, Vicência, Fatima e Damiana.

Ao meu sogro José e minha sogra Silva, minhas cunhadas Fabíola, Fabrícia, Rayane e meu cunhado Marcos por cuidarem da minha filha enquanto eu estudava, sou imensamente grata.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Henrique, por toda dedicação, paciência e orientação para a produção desse trabalho.

À minha banca examinadora, composta por Cícera Cecília e Marcos Assis, por todas as contribuições e conhecimento compartilhado.

Aos meus colegas de curso Talyta, Yara e Matheus, por todos os momentos de alegria, risos e distrações que, diante das responsabilidades acadêmicas, tornou esse processo mais leve e satisfatório.

A todos os docentes do Centro de Formação de Professores do Curso de licenciatura em Geografia por todo o conhecimento compartilhado.

Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês”, diz o Senhor, “planos de fazê-los prosperar e não de lhes causar dano, planos de dar-lhes esperança e um futuro.  
Jeremias 29:11.

## RESUMO

O saneamento básico é um fator essencial para o desenvolvimento das cidades brasileiras, que busca o desenvolvimento socioambiental, econômico e sanitário. No entanto os serviços que compreende o saneamento básico têm enfrentado dificuldades de universalização ao longo dos anos decorrentes de diversos fatores como falta de investimentos financeiros suficientes que atenda a demanda populacional acompanhando o processo da urbanização. O objetivo geral do trabalho busca analisar o saneamento básico da cidade de Lavras da Mangabeira-CE, especificamente relacionado ao serviço do esgotamento sanitário, identificando os impactos socioambientais decorrentes da ausência de saneamento básico. A metodologia utilizada para o trabalho foi através do método dedutivo, com levantamento bibliográfico e documental, estudo de campo com visitas à algumas áreas afetadas pela falta de saneamento para análise e registros fotográficos, além da utilização de técnicas cartográficas a partir do software Qgis para confeccionar o mapa de localização da área de estudo, além da utilização do Google Earth para identificar a cidade em estudo, o principal reservatório para abastecimento de água e a Estação de Tratamento de Água. A precarização dos serviços de saneamento básico da Cidade principalmente o déficit em serviços de esgotamento sanitário mostra a contribuição para a geração de impactos adversos a saúde pública, ao solo e aos recursos hídricos a exemplo o Rio Salgado drenagem principal que perpassa pela cidade, o mesmo é receptor de efluentes domésticos e comerciais sem nenhum tipo de tratamento prévio de efluentes. Ainda a cidade conta com diversos bairros que ocorre esgoto a céu aberto entorno das residências, essa problemática provoca impactos negativos ao meio ambiente e a população. No entanto algumas medidas podem ser apresentadas para amenizar os impactos identificados, sendo de suma importância a atuação do poder público municipal em promover os serviços de saneamento básico de qualidade a toda população. Diante disso foi possível concluir que é fundamental a implementação do saneamento básico, especificamente ao esgotamento sanitário, a fim de propiciar medidas que minimize os impactos socioambientais decorrentes da ausência de saneamento básico.

Palavras-chave: Saneamento Básico; Impactos ambientais; Esgotamento sanitário; Saúde Pública.

## **ABSTRACT**

Basic sanitation is an essential factor for the development of Brazilian cities, which seeks socio-environmental, economic and health development. However, the services that comprise basic sanitation have faced universalization difficulties over the years due to various factors, such as a lack of sufficient financial investment to meet the population's demand and the process of urbanization. The general objective of this study is to analyze basic sanitation in the city of Lavras da Mangabeira-CE, specifically in relation to the sewage service, identifying the socio-environmental impacts resulting from the lack of basic sanitation. The methodology used for the work was the deductive method, with a bibliographic and documentary survey, a field study with visits to some areas affected by the lack of sanitation for analysis and photographic records, as well as the use of cartographic techniques using Qgis software to create a location map of the study area, and the use of Google Earth to identify the city under study, the main reservoir for water supply and the Water Treatment Plant. The precariousness of the city's basic sanitation services, especially the deficit in sewage services, has contributed to the generation of adverse impacts on public health, the soil and water resources, such as the Salgado River, the main drain that runs through the city, which receives domestic and commercial effluent without any kind of prior effluent treatment. In addition, the city has several neighborhoods where open sewage flows around homes, causing negative impacts on the environment and the population. However, some measures can be taken to mitigate the impacts identified, and it is of the utmost importance for the municipal government to promote quality basic sanitation services for the entire population. It was therefore possible to conclude that it is essential to implement basic sanitation, specifically sewage disposal, in order to provide measures that minimize the socio-environmental impacts resulting from the lack of basic sanitation.

**Keywords:** Basic sanitation; Environmental impacts; Sewage disposal; Public health.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

### **Figuras**

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 01- Localização do município de Lavras da Mangabeira em relação aos domínios sedimentares e cristalinos do Estado do Ceará ..... | 34 |
| Figura 02- Relevo de Lavras da Mangabeira .....                                                                                         | 36 |
| Figura 03- Percurso do Rio Salgado no perímetro urbano de Lavras da Mangabeira-CE .....                                                 | 38 |
| Figura 04- Lançamento de esgotos a céu aberto no bairro Vila Bancária .....                                                             | 40 |
| Figura 05- Esgoto a céu aberto no Bairro Cruzeiro lançado em via pública.....                                                           | 40 |
| Figura 06- Esgotos a céu aberto no bairro Vila Monteiro. ....                                                                           | 41 |
| Figura 07- Lançamento de esgoto no Rio Salgado. ....                                                                                    | 43 |
| Figura 08- Lavras da Mangabeira durante a enchente de 2008.....                                                                         | 44 |
| Figura 09- Resíduos sólidos depositados às margens do Rio Salgado.....                                                                  | 45 |

### **Tabelas**

|                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 01- Doenças relacionadas com os coliformes fecais .....                                                                                 | 23 |
| Tabela 02- Caracterização do atendimento adequado ao acesso de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos ..... | 47 |

### **Gráficos**

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 01- Tipo de esgotamento sanitário no município de Lavras da Mangabeira..... | 30 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|

### **Mapas**

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Mapa 01- Mapa de localização do Município de Lavras da Mangabeira-CE .....                                                     | 27 |
| Mapa 02- Localização da Estação de Tratamento de Água (ETA) e do Açude do Rosário no município de Lavras da Mangabeira-CE..... | 28 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANA- Agência Nacional de Águas  
BNH- Banco Nacional da Habitação  
CAGECE- Companhia de Água e Esgoto do Ceará  
CBHS- Comitê da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Salgado  
CONAMA- Conselho Nacional de Meio Ambiente  
CPRM- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
DRSAI- Doenças Relacionadas ao Saneamento Básico Inadequado  
ETA- Estação de Tratamento de Água  
ETE- Estação de Tratamento de Esgoto  
FEAM- Fundação Estadual de Meio Ambiente  
FUNASA- Fundação Nacional de Saúde  
IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDHM- Índice de Desenvolvimento Humano  
IPECE- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará  
IPLANCE- Fundação Instituto de Planejamento do Ceará  
MMA- Ministério do Meio Ambiente  
NBR- Normas Brasileiras Regulamentadoras  
OMS- Organização Mundial da Saúde  
PAC- Plano de Aceleração de Crescimento  
PDDU- Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano  
PLANASA- Plano Nacional de Saneamento  
PLANSAB- Plano Nacional de Saneamento Básico  
PMSB- Plano Municipal de Saneamento Básico  
PNRS- Política Nacional de Resíduos Sólidos  
PNSB- Política Nacional de Saneamento Básico  
QGIS- Quantum GIS  
SNIS- Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento  
UFCG- Universidade Federal de Campina Grande

## SUMÁRIO

|                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                                                     | <b>11</b> |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO.....</b>                                               | <b>13</b> |
| 2.1 REFERENCIAL TEÓRICO.....                                                                 | 13        |
| 2.1.1 Definição de saneamento básico.....                                                    | 14        |
| 2.1.2 Breve histórico do saneamento básico no Brasil.....                                    | 16        |
| 2.1.3 Impactos Ambientais.....                                                               | 20        |
| 2.1.4 Esgotamento sanitário.....                                                             | 21        |
| 2.1.5 Doenças de veiculação hídrica relacionada a falta de esgoto sanitário.....             | 23        |
| 2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....                                                         | 25        |
| <b>3 LAVRAS DA MANGABEIRA E O ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....</b>                                 | <b>27</b> |
| 3.1 HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA CIDADE DE LAVRAS DA MANGABEIRA - CE...                          | 32        |
| 3.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA CIDADE DE LAVRAS DA MANGABEIRA – CE.....                     | 32        |
| 3.3 ASPECTOS DO QUADRO NATURAL DE LAVRAS DA MANGABEIRA-CE.....                               | 33        |
| 3.3.1 Clima.....                                                                             | 33        |
| 3.3.2 Geologia e Pedologia.....                                                              | 34        |
| 3.3.3 Relevô.....                                                                            | 35        |
| 3.3.4 Vegetação.....                                                                         | 36        |
| 3.3.5 Hidrografia.....                                                                       | 37        |
| 3.4 ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM LAVRAS DA MANGABEIRA.....                                       | 38        |
| <b>4 FORMAS DE MINIMIZAR OS PROBLEMAS PROVENIENTES DA AUSÊNCIA DE SANEAMENTO BÁSICO.....</b> | <b>47</b> |
| 4.1 IMPLEMENTAÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTO.....                                            | 48        |
| 4.2 IMPLEMENTAÇÃO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO.....                                    | 49        |
| 4.3 DRENAGEM URBANA.....                                                                     | 51        |
| 4.4 COLETA DE LIXO.....                                                                      | 52        |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                           | <b>54</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                      | <b>56</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o mundo passou por diversas transformações. O crescimento populacional e a industrialização possibilitaram o aumento no consumo de produtos pela população e, conseqüentemente, a geração de resíduos sólidos e líquidos. Com isso, a população passou a usufruir de um padrão de vida consumista, acarretando impactos negativos para a saúde e o meio ambiente como um todo.

O processo de urbanização, impulsionado pela industrialização, promoveu uma alta concentração populacional na zona urbana, sendo necessária uma maior demanda para atender as condições sanitárias nas cidades, tais fatores contribuirão significativamente para alterar as condições do meio ambiente.

É notório que a falta do saneamento básico adequado está relacionada com a falta de planejamento urbano dos poderes públicos governamentais, constituídos pela União, Estado, Distrito Federal e Municípios. Sabe-se ainda que, a falta de conhecimento por parte da população dos seus direitos ao acesso às condições sanitárias adequadas, também contribui para intensificar os problemas relacionados aos serviços de saneamento básico precário, em especial o serviço de esgotamento sanitário, que requer investimentos maiores em obras de infraestruturas e instalações.

Todavia, o que se observa no decorrer dos anos é um processo lento e gradual da implantação do saneamento básico nas cidades brasileiras.

Dessa forma, a existência de um sistema de coleta e tratamento de esgotamento sanitário nas cidades é fundamental para melhorar as condições ambientais, conservando os recursos naturais como os mananciais, os solos e o meio ambiente como um todo, eliminando focos de poluição e contaminação desses recursos naturais, reduzindo os índices de doenças por veiculação hídrica, além de promover o desenvolvimento econômico e social.

Diante disso, a importância desse trabalho justifica-se para compreender o saneamento básico da cidade de Lavras da Mangabeira-CE, mais precisamente em relação ao esgotamento sanitário que se apresenta inadequado, causando problemas ao Rio Salgado, corpo hídrico que recebe parte do esgoto da cidade, e em outras áreas onde existe esgoto a céu aberto, além de incentivar o Governo Municipal a implantar um sistema de esgotamento sanitário adequado na cidade de Lavras da Mangabeira-CE, a fim de proporcionar condições sanitárias adequadas para a população, e uma melhor qualidade ambiental.

O presente trabalho tem como objetivo geral identificar os impactos socioambientais causados pela falta de esgotamento sanitário na cidade de Lavras da Mangabeira-CE. Os

objetivos específicos deste trabalho são: analisar os impactos ambientais causados pelo lançamento dos efluentes no Rio Salgado e em outras áreas onde existe esgoto a céu aberto; entender a importância do saneamento básico para a saúde pública; apontar as possíveis doenças que possam comprometer a saúde e a qualidade de vida da população da cidade em estudo; apresentar formas de minimizar os impactos socioambientais causados pela ausência de saneamento básico.

Este trabalho dispõe de uma estruturação sistematizada em cinco capítulos, a fim de obter uma melhor compreensão da temática em estudo.

O primeiro capítulo aborda a parte introdutória do trabalho, demonstrando a estruturação final do trabalho.

O segundo capítulo refere-se ao referencial teórico, que propõe uma abordagem teórica com os principais conceitos sobre a temática, para fundamentar a argumentação da pesquisa nesse trabalho. Ainda no segundo capítulo, apresentam-se os procedimentos metodológicos utilizados na confecção do trabalho; utilizou-se de levantamentos bibliográficos, pesquisas documentais, estudo de campo e a utilização de técnicas de geoprocessamento a partir do software Qgis para a elaboração do mapa de localização do município em estudo.

O terceiro capítulo refere-se às características relacionadas à cobertura de esgotamento sanitário da cidade, bem como seus impactos socioambientais que ocorrem em função da ausência de um sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário adequado.

O quarto capítulo discorre sobre as formas de minimizar os impactos causados pela ausência de saneamento básico na cidade de Lavras da Mangabeira-CE, com a proposta de implantação de um sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário.

Por fim, têm-se as considerações finais, sintetizando as informações presentes em todo o trabalho, expondo as conclusões sobre a temática trabalhada.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

### 2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

A degradação ambiental tem sido uma problemática frequentemente discutida no mundo contemporâneo. Em função dos problemas socioambientais presentes, se faz urgente uma atenção maior à questão ambiental. A água é um elemento natural indispensável para o meio ambiente, a vida e para a realização das atividades humanas, porém é fundamental que esse elemento seja utilizado de forma consciente, preservando e economizando, pois, apesar de ser um recurso abundante, também é finito. Conforme destaca Bisogini *et al.* (2017), “A água é uma substância finita e de vital importância para a vida no Planeta, portanto sua disponibilidade deve ser garantida em quantidade e qualidade compatíveis para satisfazer as necessidades de todos os seres vivos”.

Logo, a poluição hídrica causada pelas ações antrópicas e pela flexibilização das leis de controle ambiental é um dos fatores que tem provocado a escassez da água potável no mundo, resultando nas crises hídricas nos últimos anos. Nesse sentido,

A escassez dos recursos hídricos está relacionada à intensa poluição das águas, tanto por detritos de origem doméstica quanto por resíduos de origem industrial, além da má conservação dos mananciais e pelo uso inadequado, caracterizando um vasto desperdício[...] E, embora haja políticas públicas para o monitoramento e fiscalização sobre a qualidade das águas, observa-se nos últimos anos a grande flexibilização das leis de controle ambiental, reduzindo os parâmetros que caracterizam o nível de degradação ambiental dos corpos hídricos. (De Miranda *et al.*, 2021 *apud* Machado; Sousa; Silva 2022, p.1).

Todavia, a indisponibilidade de água dificulta o acesso ao saneamento ambiental, e reduz a qualidade de vida e a saúde da população.

Com isso, o saneamento básico é uma das formas que auxilia no controle da escassez hídrica, por meio da recuperação e controle da qualidade da água dos recursos naturais. Porém, é imprescindível que haja investimentos para obras e infraestruturas de saneamento básico, especificamente para o tratamento de efluentes, que promovem a redução da carga poluidora depositada nos mananciais, minimizando os impactos nos corpos hídricos. Sendo assim, Leonetti (2011, p. 333) coloca que:

Uma solução para a preservação dessas águas é o investimento em saneamento e no tratamento do esgoto sanitário, que é realizado por meio de estações de tratamento de esgoto que reproduzem, em um menor espaço e tempo, a capacidade de autodepuração dos cursos d'água.

No entanto, a falta de saneamento básico, além de promover a degradação ambiental e a perda da qualidade de vida, também traz expressivas implicações negativas no processo do desenvolvimento econômico e educacional local.

Dessa forma, é essencial salientar a relevância da sensibilização da sociedade para o uso racional da água e a preservação e conservação dos recursos hídricos, com a rigorosidade das leis de controle ambiental. Porém, é uma relação entre a natureza e a sociedade na atualidade, que não vem ocorrendo de forma harmoniosa, e que tem causado impactos negativos tanto para a população como para o meio ambiente.

### **2.1.1 Definição de saneamento básico**

O conceito de saneamento básico vem sendo construído desde a história da humanidade. Com os avanços tecnológicos e a expansão da urbanização, o saneamento passou por várias definições para atender as necessidades da sociedade. Com isso, a definição de saneamento básico “[...] vem sendo socialmente construído ao longo da história da humanidade, em função das condições materiais e sociais de cada época, do avanço do conhecimento e da sua apropriação pela população”. (Moraes; Borja, 2014, p. 5).

De acordo com a Organização Mundial da saúde (OMS), “saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou pode exercer efeito deletério sobre o bem-estar físico, mental ou social”. Sob essa definição clássica, fica evidente que o conceito de saneamento básico, articulado aos fatores físicos do meio ambiente, dá ênfase à prevenção dos efeitos deletérios à saúde física e mental da humanidade.

Para o Instituto Trata Brasil (2012), o saneamento básico é um conjunto de ações que pretende preservar ou alterar as condições do meio ambiente, com o intuito de prevenir enfermidades, promover a saúde pública, melhorar a qualidade de vida da população, além de contribuir para a produtividade do indivíduo e auxiliar no desenvolvimento das atividades econômicas.

O saneamento básico no Brasil é um direito assegurado a toda população pela Constituição Federal de 1988; porém, grande parcela da população não usufrui dos serviços de saneamento básico no Brasil, expondo a população a diversos riscos à saúde humana. De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, no artigo 2º considera-se saneamento básico: Conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) Abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas. (Brasil, 2007, p. 2)

Mas o que ocorre sobre esses serviços, garantidos pela Constituição Federal à população, é que parte dos mesmos não atende a toda sociedade, e quando atende grande parte dos serviços são prestados de forma inadequada à população.

Logo, os municípios têm o dever de garantir um saneamento básico de qualidade para proporcionar qualidade de vida à população, saúde e desenvolvimento econômico e educacional em âmbito local. Ademais, grande parte dos municípios brasileiros não possuem um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), um documento essencial para que haja uma gestão municipal eficiente, que busque obter recursos financeiros advindos do governo federal para investir em programas e projetos de saneamento básico.

Desse modo, sobre o desenvolvimento do Plano Municipal de Saneamento Básico Bovolato (2010) enfatiza que é de grande relevância, principalmente no que se refere ao andamento de medidas práticas do saneamento básico nas cidades, no qual um dos objetivos é a criação de um Conselho Municipal de Saneamento Básico, o qual prevê a criação de políticas públicas de caráter participativo, visando a participação não apenas de representantes políticos, mas também da comunidade vigente e de profissionais especializados no assunto.

Os investimentos, gradativamente destinados ao setor de saneamento básico no Brasil, têm sido um dos grandes desafios para a universalização dos serviços, principalmente no que se refere aos serviços de coleta e tratamento de esgoto sanitário, que requer maiores investimentos destinados para obras de infraestruturas e instalações de esgotamento sanitário adequado. Com isso, Leonetti (2011, p. 332) destaca que:

Desde a década de 1950 até o final do século passado, o investimento em saneamento básico no Brasil ocorreu pontualmente em alguns períodos específicos, com um destaque para as décadas de 1970 e 1980. Em decorrência disso, o Brasil ainda está marcado por uma grande desigualdade e déficit ao acesso, principalmente em relação à coleta e tratamento de esgoto.

Assim, a cobertura ao saneamento básico é um dos princípios fundamentais para harmonizar a relação sociedade/natureza, a fim de solucionar a resolução de problemas de ordem social, ambiental e econômica.

### **2.1.2 Breve histórico do saneamento básico no Brasil**

Desde a antiguidade, já havia uma preocupação em sanear as necessidades básicas da população como cavar poços para o fornecimento de água e a necessidade de dar um destino aos dejetos humanos. O Brasil, durante muitos anos, foi um país habitado apenas por tribos indígenas, onde a sua única preocupação era sanear as suas necessidades básicas; não havia preocupação com o saneamento devido seu vasto território. O consumo da água pura e os hábitos salutareos que os índios possuíam proporcionavam saúde estável aos nativos. (Rezende; Heller, 2002 *apud* Díaz; Nunes, 2020).

Com isso, a chegada dos portugueses ao Brasil promoveu a disseminação de enfermidades aos povos indígenas. Sobre a chegada dos portugueses e dos negros africanos ao Brasil, Calvinatto (1996) salienta que, “com a chegada dos colonizadores europeus e a mão de obra escrava, houve a disseminação de várias enfermidades contra as quais os nativos não possuíam defesas naturais no organismo”.

Então, com a chegada desses colonizadores e negros africanos, com a proliferação de doenças, surgiu a preocupação com as questões sanitárias, sendo necessária a limpeza das ruas, a construção de chafarizes para o abastecimento de água para a população que era transportada pelos escravos.

O início do desenvolvimento do saneamento básico no Brasil deu-se em 1561, quando Estácio de Sá foi o responsável por mandar construir, no Rio de Janeiro, o primeiro poço para abastecer a cidade. Em 1673, iniciou-se a construção do primeiro aqueduto do País, que ficou pronto em 1723, distribuindo águas do rio Carioca em direção ao chafariz, conhecido atualmente como Arcos da Lapa. Já na capital de São Paulo, o primeiro chafariz foi construído em 1744, e em 1842 já haviam cinco chafarizes. Neste período, o saneamento era realizado de forma individual, resumindo a drenagem de terrenos e instalações de chafarizes. (Barros, 2014).

Na história do saneamento no Brasil, é importante destacar o Engenheiro Saturino de Brito, considerado o Patrono da engenharia Sanitária e Ambiental, pois realizou diversas obras de saneamento básico nas capitais do País, como sistemas de distribuição de águas e coleta de esgotos, com ênfase para os canais de drenagem de Santos, criados em 1907, com o intuito de

prevenir a proliferação de insetos em áreas alagadas (Ribeiro; Rooke, 2010 *apud* Díaz; Nunez, 2020).

Apesar de terem sido construídas obras de abastecimento de água e esgotamento sanitário, elas não eram suficientes, pois abrangiam apenas os grandes centros urbanos. Devido à ausência de serviços para pequena parte da população, os serviços de infraestrutura passaram a ser concedidos pela iniciativa privada, bem como os serviços de água e esgoto. (Silva, 1998 *apud* Santos; Santos; Sá, 2023).

No entanto, o que se observou durante muitas décadas, desde o início da implantação do saneamento, foi um acesso de forma lenta e gradual dos serviços de saneamento pela população, acarretando o surgimento de doenças infecciosas e parasitárias. De acordo com Borja (2014), apesar da relevância do saneamento básico para a saúde pública e para a preservação ambiental ser uma das mais ponderáveis, a universalização dos serviços ainda é uma meta a ser alcançada no Brasil.

Na metade do século XIX, houve o aumento da urbanização decorrente dos movimentos migratórios do campo para a cidade, iniciou a ocupação das áreas insalubres que propiciaram a proliferação de enfermidades e a perda da qualidade de vida da população. Com isso, Turolla (2002, p. 11) salienta que “O ritmo de urbanização da economia brasileira impunha uma pressão que se avolumava sobre os sistemas de saneamento básico. A urbanização causava uma deterioração contínua dos índices de cobertura dos serviços de água e esgoto”.

Logo, as ações governamentais frente ao processo de urbanização foram insuficientes e ineficazes, o investimento destinado para a área do saneamento básico não atendia a mesma demanda do ritmo acelerado da urbanização. Na década de 60, os investimentos em saneamento básico continuavam reprimidos, no que se refere a essa década, de acordo com dados do Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o índice de atendimento ao abastecimento de água e à rede de esgoto era baixo, apenas 43,4% dos domicílios urbanos eram ligados à rede de água, e 27,6% estava ligado à rede de esgoto.

A partir da década de 1970, mais precisamente na década de 1971, ocorreu a criação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), que tinha como objetivo o financiamento do setor por meio de recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), concedendo os serviços às companhias estaduais de saneamento (Bovolato, 2010). Conforme Santos *et al.* (2018, p. 243), é importante ressaltar que:

somente após a criação destas instituições é possível falar de uma política nacional de abastecimento de água e esgoto no Brasil, visto que anteriormente a questão era

tratada de modo descentralizado e apresentava condições relativamente precárias nas diversas regiões do país.

Tal situação acarretou exclusão parcial dos municípios na participação efetiva na prestação dos serviços no setor, o PLANASA incentivou os municípios a concederem os serviços às companhias estaduais, com acesso aos empréstimos do Banco Nacional de Habitação (BNH). Na década de 1980, o PLANASA entra em crise, com a extinção do BNH em 1986, e a Caixa Econômica Federal assumiu os antigos papéis do banco e recebeu o sistema financeiro do saneamento básico (Turolla, 2002).

Ainda segundo o autor supracitado, após o colapso do PLANASA, durante toda a década de 1990 a política nacional de saneamento básico ficou sem regulamentação. Tal situação contribuiu para uma queda no acesso ao saneamento básico; metade da população brasileira não tinha acesso ao saneamento básico. Segundo dados do IBGE, em 1990, apenas 70% da população tinha acesso à água, e 53% da população morava em domicílios com rede de esgoto ou fossa séptica.

Logo, a mobilização da sociedade em busca dos seus direitos sociais e ambientais foi fundamental para o advento da Constituição Federal promulgada em 1988, que assegurou os direitos da população de usufruir de uma vida digna, com condições habitacionais e sanitárias adequadas. No entanto, não havia regras institucionais direcionadas especificamente ao âmbito do saneamento ambiental. Sobre essa perspectiva, Menicucci e D'Albuquerque (2018, p. 15) enfatizam que:

Enfim, as regras constitucionais não produziram impulso para a construção de um novo arranjo institucional para a área de saneamento, não estabeleceu imposições ou garantias, e nem mesmo inseriu princípios e diretrizes. A construção de uma política de saneamento permaneceu como algo a ser construído a partir de definições muito genéricas, o que expressa tanto a ausência (ou fragilidade) de redes societárias que atuassem como advocacies do setor, como à relativa fragilidade institucional prévia do saneamento enquanto política pública.

Desse modo, surgiu a promulgação da Lei nº 11.445/2007 instituindo a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), estabelecendo que os serviços públicos de saneamento fossem prestados com foco nos princípios fundamentais, priorizando a universalização do acesso aos serviços à população, caracterizada por um grande marco no saneamento, trazendo avanços no setor do saneamento que se manteve estagnado desde a década de 1990.

No mesmo ano da Lei nº 11.445/2007, o Governo Federal lançou o Plano de Aceleração de Crescimento (PAC), iniciativa que caracterizou um marco na retomada da política de

financiamento dos prestadores de serviços públicos, dos Estados e Municípios, que previu investimentos elevados no campo de habitação e saneamento básico com base na universalização do acesso ao saneamento. (Menicucci; D’Albuquerque, 2018).

É importante ressaltar que a implementação dos planos de investimentos e as leis são deveres do Estado, fundamentais para um desenvolvimento eficaz e de qualidade do saneamento, visto que o saneamento se constitui num mecanismo primordial, que assegura condições ambientais e sanitárias favoráveis à sociedade, e propicia a qualidade de vida, saúde e o bem-estar da população, além de contribuir para o desenvolvimento econômico.

Uma das mais recentes leis que surgiu foi o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), que teve sua elaboração prevista na Lei nº 11.445/2007, que consiste no Planejamento integrado do saneamento básico considerando seus quatro componentes: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, coleta de lixo e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo das águas pluviais. Sobre o processo de elaboração do PLANSAB, Borma *et al.* (2022, p. 7) destacam que:

O processo de elaboração do PLANSAB passou por levantamentos e consultas públicas, além de contar com a participação de universidades federais, combinando o enfoque técnico com o processo amplamente participativo. Apoiou-se em uma visão estratégica de futuro, projetada para diferentes cenários considerados em razão das incertezas incidentes e respaldada no diagnóstico da situação atual e pregressa. Seu horizonte de atuação foi estabelecido em 20 anos (2012 a 2033), com revisões periódicas previstas a cada 4 anos.

Logo, o PLANSAB, apesar de instituir metas para universalização do saneamento básico no Brasil até o ano de 2033, observam-se muitos entraves e desafios para universalizar os serviços, especificamente em relação ao esgotamento sanitário. Desse modo, surge o novo marco legal do saneamento básico, a Lei 14.26/2020, com o intuito de melhorar o setor do saneamento, especificamente dos serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto, com a participação do setor privado.

O novo marco legal promoveu grandes mudanças na Lei nº 11.445/2007, com foco na meta de universalização do abastecimento de água e esgoto até 2033, proposto pelo PLANSAB. É relevante ressaltar que o marco regulatório também trouxe mudanças no papel da Agência Nacional de Águas (ANA), sendo a responsável por estabelecer normas de referência para a regulação dos serviços de saneamento básico, além da função na realização da Política Nacional de Recursos Hídricos (Gadhela; Gondim; Godoy, 2024).

Atualmente, o setor de saneamento básico relacionado ao acesso de esgotamento sanitário, tem recebido uma maior atenção dos governantes quanto ao alcance da sua

universalização, porém, apesar das metas de universalização traçadas pelas instituições responsáveis pela cobertura desses serviços, ainda se encontra de forma incipiente e desigual nas regiões brasileiras. Com base nos dados do Censo do IBGE (2022), 24,3% da população vive em domicílios com condições de esgotamento sanitário precárias. Esses dados revelam que ainda há grande parte da população carente de condições sanitárias adequadas para uma qualidade de vida digna.

Todavia, a desigualdade do acesso ao saneamento nas regiões brasileiras também envolve um fator de ordem racial, conforme o Instituto Trata Brasil, as restrições de acesso ao saneamento básico eram maiores entre jovens, pretos, pardos e indígenas. Com isso, fica evidente a efetivação de políticas públicas do setor de saneamento por parte dos governantes que vise atender à população com equidade.

Portanto, é dever do Estado propiciar o acesso ao saneamento básico à população, visto que é um direito de todos, garantido por Leis Federais, a fim de corroborar para o bem-estar da população, saúde pública e a salubridade ambiental, além de contribuir para o desenvolvimento econômico e social.

### **2.1.3 Impactos Ambientais**

O meio ambiente é um conjunto de fatores físicos, químicos e biológicos fundamental para a sobrevivência da humanidade. Segundo a Funasa (2019, p.19), “Meio ambiente é um conjunto de fatores exteriores que agem de forma permanente sobre os seres vivos, os quais os organismos devem se adaptar e com os quais têm de interagir para sobreviver”. Contudo, o meio ambiente vem sofrendo frequentemente com as ações antrópicas decorrentes do crescimento populacional, a urbanização, o desenvolvimento tecnológico e industrial, processos que têm corroborado para o aumento dos impactos ambientais. Sob essa perspectiva, faz-se indispensável abordar o termo impacto ambiental, que não está associado apenas a situações negativas.

Conforme Sánchez (2008, p.42), impacto ambiental consiste na “alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana”. De acordo com o autor, esse conceito coloca a ação humana como agente modificador do meio ambiente, que pode provocar impactos benéficos ou adversos. Para a Resolução do Conama nº 001 de 1986, a definição de impacto ambiental:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetem:

- a) - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b)- as atividades sociais e econômicas;
- c) - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- d) - a qualidade dos recursos ambientais.

Sob esse ponto de vista, o trecho citado acima, referente a impacto ambiental, possui uma conceituação mais ampla de efeito negativo ao meio natural e à humanidade.

A falta de saneamento básico é um dos fatores que tem provocado a degradação ambiental de recursos hídricos brasileiros, principalmente aqueles localizados nas grandes metrópoles brasileiras. A falta desse serviço tem permitido a disseminação de doenças de veiculação hídrica, com impactos negativos no campo da educação, biodiversidade e na disponibilidade hídrica (Ferreira; Garcia, 2017).

De acordo com Mendonça, Petreca e Souza (2020), o lançamento de efluentes domésticos lançados nos mananciais sem tratamento é um dos maiores problemas de poluição em sistemas aquáticos naturais no Brasil, onde parte dos municípios brasileiros não possuem tratamento de esgoto doméstico ou são de grande precariedade.

Desse modo, esse trabalho discorre sobre impactos ambientais negativos ao meio ambiente e à população, causados pela ausência de saneamento básico adequado, especificamente no que se refere ao sistema de esgotamento sanitário inapropriado. O saneamento básico é um serviço fundamental para propiciar a saúde pública e a qualidade de vida da população, além da conservação do meio ambiente, que tem sido impactada negativamente pela falta de saneamento básico e pelas ações humanas relacionadas à falta de educação ambiental por parte da população.

#### **2.1.4 Esgotamento sanitário**

O crescimento populacional é o principal fator para o aumento dos resíduos líquidos, pois, a partir da utilização da água utilizada nas atividades humanas, contribui para a geração dos esgotos sanitários, sejam domésticos ou industriais. Segundo o Marco Legal do Saneamento Básico, estabelecido pela Lei Federal nº 14.00026, de 15 de julho de 2020, define esgotamento sanitário como um conjunto de atividades, manutenção de infraestruturas e instalações operacionais para a coleta, transporte, tratamento, e disposição final adequada dos esgotos sanitários, desde as residências à sua destinação final, para produção de água de reuso ou seu lançamento adequado na natureza (Brasil, 2020).

Logo, é fundamental o afastamento dessas águas prediais de forma adequada no meio ambiente, a fim de minimizar problemas socioambientais futuros. No que se refere à importância do afastamento dos esgotos sanitários, a FUNASA (2019, p. 152) coloca que:

No aspecto, o destino adequado dos esgotos é essencial para a saúde pública, objetivando o controle e a prevenção de doenças relacionadas por meio de soluções que busquem eliminar focos de contaminação e poluição. Desta maneira, seriam evitadas a poluição do solo e a degradação dos mananciais de abastecimento de água e o contato de vetores com as fezes; seriam melhoradas as condições sanitárias locais e reduzidos os gastos públicos com campanhas de imunização e/ou erradicação de moléstias endêmicas ou epidêmicas.

Em relação ao sistema de esgotamento sanitário do Brasil, é utilizado o sistema separador absoluto para as águas pluviais e para o esgoto sanitário. Conforme destaca Von Sperling (1996, p. 51), “No Brasil adota-se predominantemente o sistema separador de esgotamento sanitário, o qual separa as águas pluviais em linhas de drenagens independentes e que não contribuem à ETE”.

É válido ressaltar que a destinação final dos esgotos sanitários, de forma adequada, proporciona um ambiente salubre, saúde pública e qualidade de vida para a população. Com isso, a estação de tratamento de esgoto é um dos sistemas fundamentais para tratar os efluentes para retornar com mínimos impactos à natureza.

Segundo a norma brasileira NBR 12209 define a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) como sendo um conjunto de técnicas associadas a unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades, cuja finalidade é minimizar as cargas poluidoras dos esgotos sanitários e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento.

É necessário tratar as águas lançadas nos rios para maior qualidade de água para o consumo, este recurso natural deve passar por processo de tratamento de água, garantindo o bem-estar do meio ambiente e da saúde pública. É notório que a maior dificuldade está associada ao elevado custo de implantação e conscientização por parte da população (Dercali; Elesbão, 2018).

Portanto, a coleta e tratamento do esgotamento sanitário no Brasil têm sido uma demanda urgente, que desde sua implantação até os dias atuais vêm sendo lentamente atendida, devido à ineficiência ou à falta de recursos financeiros destinados para o setor, visto que este se constitui como um dos serviços primordiais para propiciar qualidade de vida à população e salubridade ambiental.

### 2.1.5 Doenças de veiculação hídrica relacionada à falta de esgoto sanitário

O saneamento básico é um mecanismo fundamental para prevenir as doenças por veiculação hídrica, pois a precariedade e a falta do saneamento degradam o meio ambiente e, conseqüentemente, corrobora para o surgimento de doenças, conforme destaca Silva (2020, p. 16).

A falta ou carência de um serviço completo de saneamento básico provoca sérios problemas relacionados à saúde pública, uma vez que torna determinado ambiente passível à proliferação de vetores de diversas doenças, além de poluírem o ar, do solo e das águas.

Os mananciais são uns dos principais recursos naturais que proporcionam o abastecimento de água para a população, mas o que ocorre em grande parte dos recursos hídricos é a degradação do mesmo, impossibilitando a utilização da água pela população; os esgotos lançados nos rios sem tratamento são uns dos principais fatores de contaminação das águas; os coliformes fecais são um dos principais contaminantes da água, o destino inadequado dos dejetos humanos causa doenças e problemas na saúde pública. A seguir a tabela mostra as doenças relacionadas com os coliformes fecais.

Tabela 1- Doenças relacionadas com os coliformes fecais.

| <b>Grupo de doenças</b>            | <b>Formas de transmissão</b>                                                                                                         | <b>Principais doenças</b>                                                             | <b>Formas de prevenção</b>                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Feco-orais (não bacterianas)       | Contato de pessoa para pessoa, quando não se tem higiene pessoal doméstica adequada.                                                 | Poliomielite; Hepatite tipo A; giardíase; disenteria amebiana; diarreia por vírus.    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantar sistema de abastecimento de água;</li> <li>• Melhorar as moradias e as instalações sanitárias.</li> </ul>                                           |
| Feco-orais (bacterianas)           | Contato de pessoa para pessoa, ingestão e contato com alimentos contaminados e contato com fontes de águas contaminadas pelas fezes. | Febre tifoide; febre paratifoide; diarreias e disenterias bacterianas, como a cólera. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantar sistema de abastecimento de água;</li> <li>• Melhorar as moradias e as instalações sanitárias;</li> <li>• Promover a educação sanitária.</li> </ul> |
| Helminthos transmitidos pelo solo. | Ingestão de alimentos contaminados e contato da pele com o solo.                                                                     | Ascaridíase (lombriga); tricuriase; ancilostomíase (amarelão).                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir e manter limpas as instalações sanitárias;</li> <li>• Tratar os esgotos antes da</li> </ul>                                                         |

|                                                 |                                                         |                          |                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 |                                                         |                          | disposição no solo.                                                                                                                                       |
| Tênias (solitárias) na carne de boi e de porco. | Ingestão de carne mal cozida de animais infectados.     | Teníase; cisticercose.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir instalações sanitárias adequadas;</li> <li>• Tratar os esgotos antes da disposição no solo.</li> </ul> |
| Helmintos associados à água.                    | Contato da pele com água contaminada.                   | Esquistossomose.         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir instalações sanitárias adequadas;</li> <li>• Controlar os caramujos.</li> </ul>                        |
| Insetos vetores relacionados com as fezes       | Procriação de insetos em locais contaminados por fezes. | Filariose (elefantíase). | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Combater os insetos transmissores;</li> <li>• Eliminar condições que possam favorecer criadouros.</li> </ul>     |

Fonte: Barros *et al.*, (1995) *apud* Costa *et al.*, (2022)

Segundo Vila Nova e Tenório (2019), a degradação dos mananciais com a poluição das águas, pode corroborar em doenças como diarreia infecciosa, hepatite, dengue, entre outras, com efeitos na qualidade de vida e saúde das populações humanas. Com isso, a coleta e tratamento do esgoto sanitário é um dos serviços do saneamento básico fundamental que contribui na melhoria da saúde pública e na salubridade ambiental.

Sabe-se que a insuficiência e a ausência de serviços de saneamento básico em grande parte das regiões brasileiras, principalmente nas regiões mais carentes, acaba provocando o lançamento in natura de dejetos nos corpos hídricos, comprometendo a qualidade da água que abastece a população e favorecendo para o surgimento de doenças relacionadas com a água (Silva, 2020).

Portanto, o saneamento básico adequado melhora as condições sanitárias e ambientais, a qualidade de vida da população e a saúde pública, que constituem fatores primordiais para o desenvolvimento do País, reduzindo os gastos com a saúde pública. De acordo com dados divulgados pelo Ministério da Saúde, a cada R\$ 1,00 (um real) investido em saneamento básico, economiza-se R\$ 4,00 (quatro reais) na área de medicina curativa (Maciel *et al.*, 2015).

## 2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa se baseia na utilização do método dedutivo, que consiste no levantamento de teorias gerais para possíveis conclusões. Segundo Gil (2008, p. 9):

O método dedutivo, de acordo com aceção clássica, é o método que parte do geral e, a seguir desce ao particular. Parte de princípios reconhecidos como verdadeiras e indiscutíveis, e possibilita chegar a conclusões de maneira puramente formal, isto é, em virtude unicamente de sua lógica.

A pesquisa possui uma abordagem qualitativa, quantitativa e descritiva, que busca analisar, quantificar e registrar os fatos e fenômenos trabalhados, com a finalidade de analisar o sistema de esgotamento sanitário e identificar os impactos ambientais provocados pela falta de um sistema sanitário adequado no município de Lavras da Mangabeira. De acordo com Gil (2008, p.26), a pesquisa descritiva “tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis”.

Portanto, para o desenvolvimento da pesquisa, foram realizadas quatro etapas diferentes.

A primeira etapa da pesquisa foi o levantamento bibliográfico, onde foram utilizados artigos científicos, livros, dissertações, monografias, teses, dentre outras fontes relacionadas ao tema, que consiste nos impactos causados pela ausência de esgotamento sanitário na cidade de Lavras da Mangabeira. Essa etapa foi fundamental para a confecção da pesquisa e seu embasamento teórico com o objetivo de enriquecer e embasar o desenvolvimento do trabalho, foram utilizadas obras literárias para abordar os conceitos e termos referentes à temática abordada no trabalho, como os conceitos e termos sobre saneamento básico, impactos ambientais, urbanização, meio ambiente e saúde pública.

Na segunda etapa da pesquisa foi realizada a pesquisa documental do trabalho, que constituiu na fundamentação de leis e decretos federais e municipais sobre a conservação e preservação do meio ambiente, como o órgão governamental do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) do município em estudo, e a coleta de dados estatísticos sobre a cobertura do saneamento básico no Brasil e na cidade de Lavras da Mangabeira-CE em sites de órgãos governamentais, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA), dentre outros.

Na terceira etapa da pesquisa foram utilizadas técnicas de geoprocessamento a partir do uso do software para a elaboração do mapa de localização do município com os arquivos shapefiles do IBGE, dos limites das Unidades da Federação do Brasil e dos municípios do Ceará; a projeção aplicada foi o Sirgas 2000, sistema de referência geocêntrico utilizado pela América. Para a elaboração do mapa dos pontos de localização da Estação de Tratamento de Água (ETA) da sede do município e do Açude de Rosário, foram utilizadas representações cartográficas por meio da ferramenta Google Earth Pro.

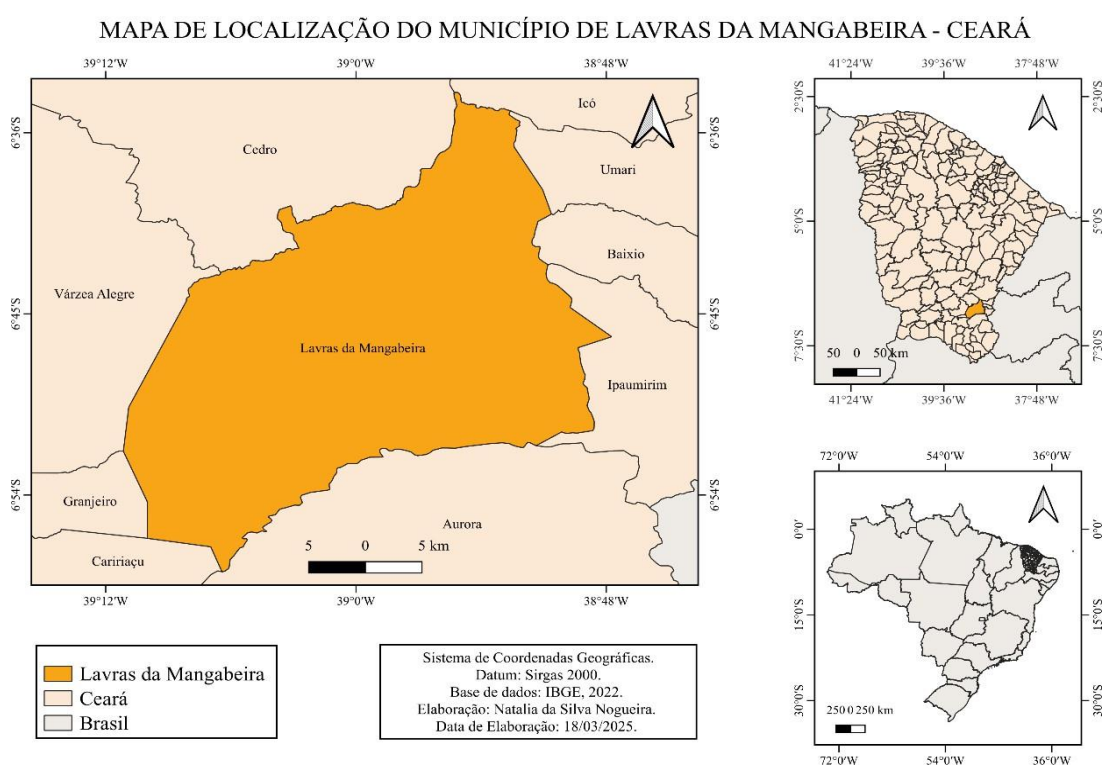
A quarta etapa da pesquisa constituiu-se no estudo de campo a partir do levantamento bibliográfico e documental inicial. O processo da pesquisa de campo se desenvolveu no período de janeiro a fevereiro de 2025, onde foram realizadas visitas nos bairros da cidade de Lavras da Mangabeira e no Rio Salgado, com o objetivo de realizar a análise e descrição sobre a situação do saneamento básico da cidade.

Essa etapa da pesquisa constitui em quatro visitas a campo: três visitas foram realizadas em alguns bairros da cidade, como um tipo de amostra, a fim de identificar o cenário do esgotamento sanitário da cidade; e a quarta visita foi realizada no Rio Salgado para identificar os impactos ambientais adversos decorrentes do lançamento de esgoto no corpo hídrico. Foram realizados registros fotográficos para identificar as áreas de esgoto sanitário precário, essa abordagem foi imprescindível para fundamentar os resultados da pesquisa e apresentar as propostas de soluções para atenuar os impactos negativos decorrentes da falta de saneamento na cidade.

### 3 LAVRAS DA MANGABEIRA E O ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Segundo o IPECE (2017), Lavras da Mangabeira é um município brasileiro localizado na Região Nordeste, no Estado do Ceará, na mesorregião Centro-sul Cearense; faz limite com os municípios ao Norte: Umari, Icó e Cedro; ao Sul: Aurora e Caririçu; ao Leste: Aurora, Ipaumirim, Baixo e Umari; a Oeste: Granjeiro, Várzea Alegre e Cedro. O município de Lavras da Mangabeira compreende uma área de 947,95km<sup>2</sup> de extensão territorial, possui as seguintes coordenadas geográficas, latitude sul 6° 45' 12" e longitude oeste 38° 58' 18". Segundo o IBGE Cidades (2022), o município está inserido na Região Imediata e Intermediária de Juazeiro do Norte.

Mapa 1- Mapa de localização do Município de Lavras da Mangabeira -CE



**Fonte:** Elaborado pela autora. Base de dados IBGE (2022).

No município de Lavras da Mangabeira, o abastecimento de água é realizado pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) através do açude do Rosário. Segundo o Atlas dos Recursos Hídricos do Ceará, o açude do Rosário, localizado no Distrito de Quitaiús, município de Lavras da Mangabeira, possui uma capacidade de 47.200.000 m<sup>3</sup> de armazenamento de água, ao qual pertence a Bacia do Salgado. A seguir é apresentado um mapa

com os pontos da localização da Estação de Tratamento de Água (ETA) e do reservatório do açude do Rosário, onde é feita a captação da água para abastecimento humano do município.

Mapa 2- Localização da Estação de Tratamento de Água (ETA) e do Açude do Rosário no município de Lavras da Mangabeira-CE.



Fonte: elaborado pela autora. Google Earth, (2025).

A Estação de Tratamento de Água está localizada no município de Lavras da Mangabeira, no Distrito de Quitaiús, a 24 km da cidade de Lavras da Mangabeira, tendo o açude do Rosário como reservatório que abastece o município de Lavras da Mangabeira.

De acordo como o site oficial da CAGECE, no relatório anual para informação do consumidor, para a água tornar-se apropriada para o consumo humano, as águas dos mananciais passam pelo sistema de tratamento para adequá-las ao padrão de potabilidade estabelecido pela PRC nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX, da portaria de consolidação nº 5/2017. O tratamento da água é realizado na Estação de Tratamento de Água (ETA), passando pelos processos de adição de produtos químicos, filtração e desinfecção com cloro.

A desinfecção tem o objetivo de garantir a destruição de organismos causadores de doenças. A distribuição do sistema de abastecimento de água de Lavras da Mangabeira compreende uma malha de 35.939 metros de rede, o que garante um índice de cobertura de 99,26%.

No entanto, o cenário do sistema de saneamento básico do Município de Lavras da Mangabeira é de grande precariedade, devido à falta de um sistema completo e adequado de

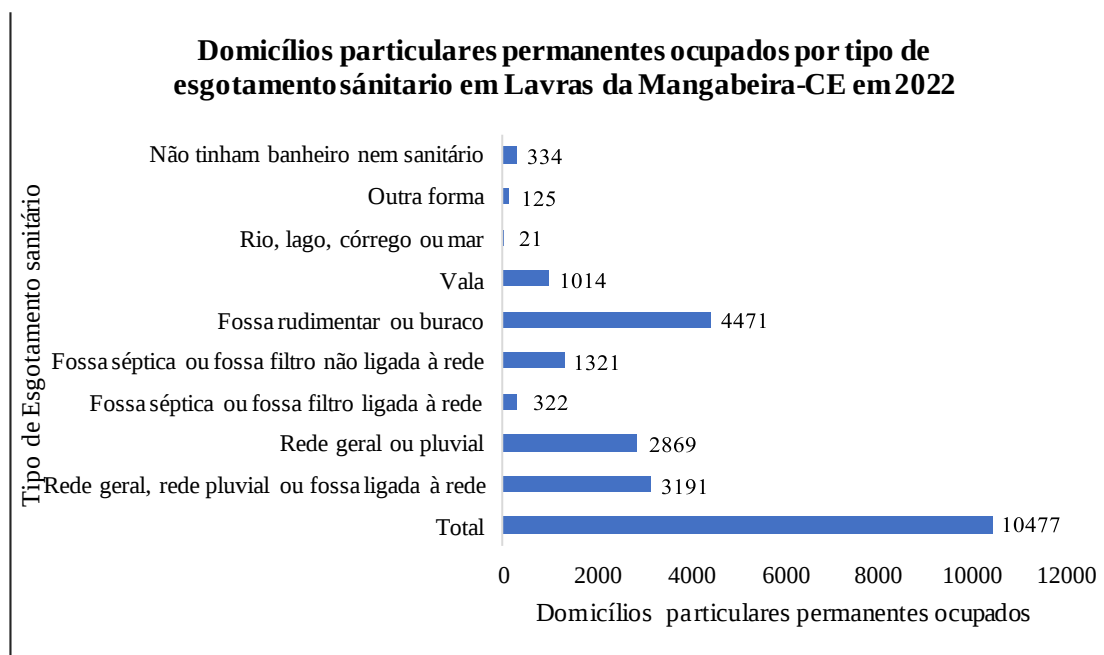
saneamento, como coleta de lixo seletiva, destinação adequada dos resíduos sólidos, uma rede de drenagem pluvial e, principalmente, uma rede de coleta e tratamento de esgoto sanitário adequado para atender a população, que é um dos problemas sanitários e ambientais que têm contribuído para a degradação da natureza e provocado implicações na saúde pública. Nesse sentido,

No município de Lavras da Mangabeira, o diálogo identificou a necessidade de um programa de coleta seletiva, reciclagem e comercialização dos resíduos sólidos; implantação de estação para tratamento de esgotos; ampliação da rede de drenagem e manejo das águas urbanas; ampliação do saneamento para distritos; fiscalização na produção de lixo em eventos como vaquejadas, a montante do açude Rosário, Inesp, 2009, p.73.

De acordo com o censo demográfico do IBGE (2022), em relação à coleta e tratamento de esgoto sanitário no Brasil, o índice de coleta e tratamento de esgoto sanitário é deficitário, apenas 67% do volume de esgoto gerado é coletado por rede; do volume de esgoto coletado por rede, apenas 77,1% recebe tratamento em ETEs. Apesar dos avanços ao longo dos anos no serviço de esgotamento sanitário, ainda há uma porcentagem considerável de esgoto que não recebe tratamento prévio, com isso o país ainda está distante da universalização do tratamento de esgotamento sanitário.

Ainda segundo os dados do Censo Demográfico (2022), referente aos domicílios particulares permanentes ocupados por tipo de esgotamento sanitário, grande parte dos tipos de esgotamento sanitário dos domicílios do município de Lavras da Mangabeira corresponde à fossa rudimentar ou buraco, e à rede geral ou pluvial, ou fossa ligada à rede, como mostra o gráfico a seguir.

Gráfico 1- Tipo de esgotamento sanitário no município de Lavras da Mangabeira



Fonte: Adaptado do censo demográfico (IBGE, 2022).

De acordo com os dados do gráfico supracitado, é evidente que grande parte da população do município não é atendida pelos serviços de saneamento ambiental adequados garantidos por Leis Federais e Municipais; a própria população é responsável por implementar instalações sanitárias individuais em suas residências, através de fossa sépticas ou outros meios rudimentares como, por exemplo, a fossa rudimentar ou buraco, a fim de dar um destino aos seus dejetos líquidos e sólidos, essas soluções geralmente não atendem aos parâmetros de saneamento básico adequado.

O esgotamento sanitário por rede geral e fossa séptica compreende as soluções adequadas de coleta de esgoto sanitário pelo PLANSAB, desde que haja um tratamento para os esgotos coletados, sendo essencial que os esgotos coletados sejam direcionados a uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), para ser lançado no meio ambiente com mínimos danos à natureza. Desse modo, esse tipo de esgotamento sanitário na cidade é incompleto, em função de não haver uma Estação de Tratamento para os Efluentes; logo, os esgotos coletados pela prefeitura municipal ou pela CAGECE são lançados em ambiente sem nenhum tipo de tratamento prévio, provocando a degradação do meio ambiente.

Segundo Souza (2015), a fossa rudimentar ou negra não é segura por provocar elevados riscos à saúde humana, esse tipo de fossa é uma escavação profunda que recebe os dejetos humanos e outros tipos de águas das residências, sem revestimento nas paredes ou em sua base,

o fundo da fossa pode entrar em contato com lençol freático contaminando e poluindo os rios, lagos, aquíferos e o solo. Esse tipo de solução para o destino dos esgotos no Brasil é uma das mais utilizadas, por ser de baixo custo, porém acarreta sérios danos à saúde humana e degrada o meio ambiente, provocando elevados gastos na saúde pública e na recuperação dos recursos naturais.

Apesar das fossas rudimentares serem uns dos meios de esgotamento sanitário mais utilizados nas residências do município em estudo, é considerado inadequado, devido à contaminação com os coliformes fecais no subsolo e nas águas subterrâneas e superficiais.

O sistema de esgotamento sanitário em Lavras da Mangabeira é a maior ameaça à disponibilidade hídrica deste município. De acordo com o diálogo, há necessidade de controle da qualidade do abastecimento, uma vez que a tubulação de distribuição de água ainda é constituída de antigos canos de amianto (cancerígenos), bem como a conexão quanto ao destino dos dejetos, atualmente despejados 'in natura' no rio Salgado. (INESP, 2009, p.65).

Logo, as fontes de águas para abastecimento humano e animal acabam sendo comprometidas para o consumo, decorrentes da contaminação e poluição dos recursos hídricos. Com isso a Sub-Bacia do Salgado é um dos corpos hídricos no município que vem sofrendo os impactos adversos causados pela falta de saneamento ambiental, o lançamento de esgotos in natura no curso do rio e os resíduos sólidos depositados nas margens do rio provocam desequilíbrios no ecossistema aquático, diminuem a quantidade de água e a inviabilidade do consumo da água pela população, além de afetar o bem-estar da população e a saúde pública.

Esses problemas ambientais decorrem precisamente pela ausência de planejamento urbano de responsabilidade do poder público municipal, e pela não efetivação de políticas públicas de saneamento básico eficazes.

De acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) do município de Lavras da Mangabeira-CE, promulgado em 10 julho de 2018 pela Lei nº 537, o artigo 31, no inciso II, prevê melhorar as condições de habitabilidade, garantindo o tratamento de esgoto e destinação final dos resíduos sólidos e químicos.

Apesar das diretrizes do PDDU como metas para auxiliar na resolução da situação do saneamento do município, o cenário atual do sistema de saneamento básico da cidade de Lavras da Mangabeira ainda carece da efetivação dos serviços de saneamento adequados descritos no referido documento, cuja grande parcela da população ainda não usufrui dos seus direitos ambientais e sanitários garantidos pela Constituição Federal.

Portanto é de suma importância que o poder público municipal, em conjunto com a esfera do poder Federal, promova o alcance de recursos financeiros em obras e infraestrutura de saneamento básico para implementar um esgotamento sanitário adequado, como rede coletora de esgoto e estação de tratamento de efluentes, para atender os direitos da população, visto que ainda há uma parcela significativa da população do município que reside em condições habitacionais com um sistema de esgotamento sanitário deficitário.

### 3.1 HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA CIDADE DE LAVRAS DA MANGABEIRA-CE

Segundo o IBGE Cidades, a ocupação do município de Lavras da Mangabeira surgiu em meados do século XVIII, quando principiou a mineração no famoso vale do Cariri, cuja área trabalhada abrangeu os lugares Fortunas, Barreiros e Morros Dourados. A busca pelo ouro nas ribanceiras do Rio Salgado ocasionou, na região do Sertão do Cariri, a colonização e, consequentemente, a doação de sesmarias, originando o surgimento dos lugarejos e vilas. No entanto, a busca pelo metal precioso nas faladas minas do Cariri se tornaram tentativas frustradas, sendo assim os mineradores se deslocaram para trabalhar na agricultura e pecuária.

Logo, de acordo com o IBGE Cidades, Lavras da Mangabeira surgiu precisamente da mineração que foi feita nos Rios e Arroios; a criação da capela de São Vicente Férrer, próximo ao Rio Salgado, foi a base para o início do surgimento do centro urbano da referida cidade. No decorrer dos anos, esse antigo arraial recebeu vários nomes como Mangabeira, Lavras, São Vicente Férrer, São Gonçalo e, atualmente, denominado Lavras da Mangabeira.

Ainda de acordo com o IBGE Cidades, a divisão territorial datada de 31-12-1968, indica que o município de Lavras da Mangabeira é constituído por Seis Distritos. São eles: Lavras da Mangabeira, Amaniutuba, Arrojado, Iborepi, Mangabeira e Quitaiús, permanecendo assim em divisão territorial datada de 2007.

### 3.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA CIDADE DE LAVRAS DA MANGABEIRA-CE

Segundo o IBGE, no censo do realizado em 2010, a população de Lavras da Mangabeira era de 31.360 habitantes; já no censo realizado em 2022, a população era de 30.802 habitantes, correspondendo a uma densidade demográfica de 32,59 hab/km<sup>2</sup>. Verifica-se que houve uma redução da população total do município no último censo demográfico.

Em relação ao trabalho e rendimento, o salário médio mensal dos trabalhadores é de 1,9 salários-mínimos, com uma população ocupada de 7,45%. Em relação aos aspectos de

educação, em 2010, o município possuía uma taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade de 97,2% (IBGE, 2022).

Ainda segundo o IBGE Cidades, o município de Lavras da Mangabeira, em 2021, dispunha de um PIB per capita, que mede o valor dos bens e serviços finais produzidos no município, equivalente a R\$ 10.906,84; em 2010, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) era de 0,613.

De acordo com o Ministério do Trabalho, o número de empregos formais em Lavras da Mangabeira, em 2016, era um total de 1478 entre homens e mulheres, distribuídos em diversas atividades como extrativa mineral, indústrias de transformação, serviços industriais de utilidade pública, construção civil, comércio, serviços, administração pública e agropecuária (IPECE, 2017).

A principal atividade econômica em relação à agropecuária reside na agricultura de subsistência, por meio das culturas de feijão, milho e mandioca, além de monoculturas de algodão, banana, abacate, cana-de-açúcar, castanha de caju e frutas diversas. Na pecuária extensiva, destaca-se a criação de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves. No extrativismo vegetal predomina a fabricação de carvão vegetal, extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas, além de atividades com oiticica e carnaúba. A extração de rochas ornamentais, rochas para cantaria, brita, placas para fachadas, pisos e revestimentos, representa atividades francamente viáveis (CPRM, 1998).

### 3.3 ASPECTOS DO QUADRO NATURAL DE LAVRAS DA MANGABEIRA-CE

#### 3.3.1 Clima

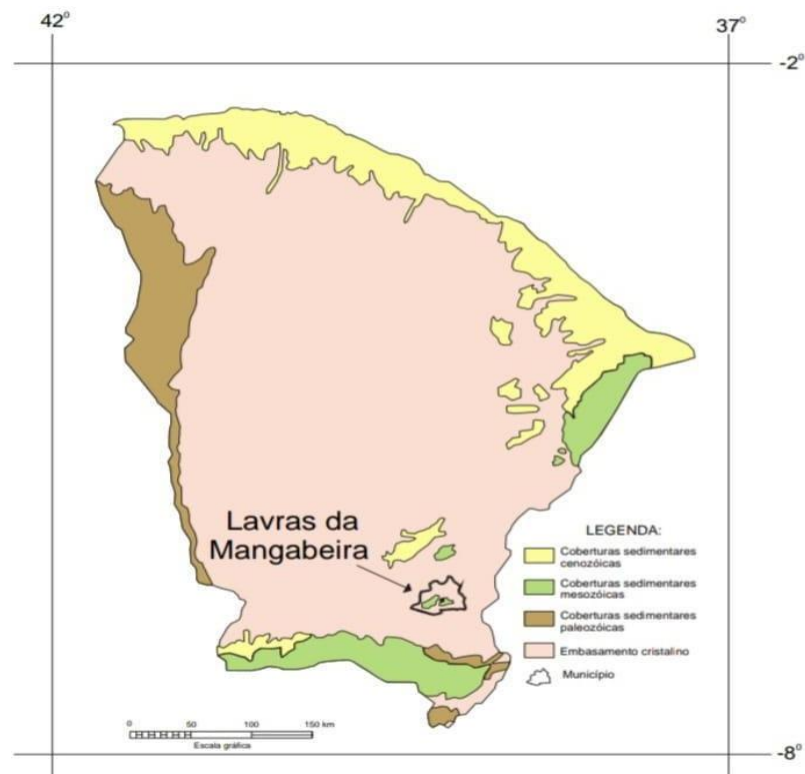
No Estado do Ceará predomina o clima tropical semiárido, caracterizado pela marcante irregularidade das precipitações no tempo, pela concentração das chuvas num curto intervalo, caracterizando dois períodos distintos: um período chuvoso e outro seco; e no espaço pela irregularidade da distribuição das precipitações de um ano para outro em áreas distintas e, sobretudo, num mesmo ano e numa mesma área. O Estado do Ceará está inserido no denominado “polígono das secas” com regime climático quente e semiárido, com temperaturas sempre elevadas, onde a maior parte de seu território registra uma pluviosidade média anual inferior a 700mm/ano, sendo que essas precipitações estão concentradas em dois ou mais meses do ano. (CPRM, 2014).

Segundo o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), no município em estudo, o clima é tropical quente semiárido brando e tropical quente semiárido, os índices pluviométricos anuais variam em média de 866,4(mm), os períodos chuvosos ocorrem na estação do verão-outono nos meses de janeiro a abril.

### 3.3.2 Geologia e Pedologia

O município de Lavras da Mangabeira apresenta um quadro geológico em que predomina rochas do embasamento cristalino pré-cambriano, compostas por rochas como gnaisses e migmatitos diversos, xistos, filitos e metacalcários. Sobre esse embasamento cristalino pré-cambriano repousam rochas sedimentares do Mesozóico. Além da ocorrência de coberturas aluvionares, formadas por areias, siltes, argilas e cascalhos depositados ao longo dos cursos d'água que drenam o município da área em estudo (CPRM, 1998).

Figura 1- Localização do município de Lavras da Mangabeira em relação aos domínios sedimentares e cristalinos do Estado do Ceará.



Fonte: CPRM, 1998.

De acordo com a figura acima, no município em estudo destaca-se a predominância da ocorrência do substrato do embasamento cristalino formado por rochas ígneas e metamórficas, e em menor proporção a ocorrência da cobertura dos sedimentos cenozóicos, mesozóicos e paleozóicos. Segundo Veríssimo; Aguiar, (2005, p.8).

O Grupo Lavras da Mangabeira, como aqui definido, inclui três unidades litoestratigráficas distintas: (1) uma unidade sedimentar inferior, aqui designada de Formação Iborepi; (2) uma unidade sedimentar superior aqui nomeada de Formação Serrote do Limoeiro e (3) intercalada entre elas, uma camada de rochas efusivas basálticas, aqui denominada de Basalto de Lavras da Mangabeira.

Os solos constituem um dos recursos naturais fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas e para a sobrevivência da humanidade. O solo fornece nutrientes essenciais para o desenvolvimento da vegetação e das lavouras, contribui na regulação do clima e favorece a infiltração da água das chuvas diminuindo o risco de inundações.

De acordo com estudos realizados pelo IPLANCE (1997), no Município de Lavras da Mangabeira definiram-se três classes de solos: Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico, Bruno não Cálcico e Litólicos Eutróficos

Os Podzólico-Vermelho-Amarelo Eutrófico incluem solos profundos com textura oscilando de média a argilosa, cores entre vermelha/amarela e amarela e vermelha, apresentam um alto potencial para agricultura com restrições associadas ao relevo, possuem elevada suscetibilidade à erosão e deficiência de água, necessitando de adubação complementar.

Os Bruno Não Cálcicos são solos rasos de textura arenosa no horizonte A e argilosa no horizonte B, possuem alta capacidade de troca de cátions, elevadas saturações de bases e alta soma de bases trocáveis. A falta de água, a pedregosidade e a suscetibilidade à erosão são as limitações mais acentuadas para a utilização agrícola dos mesmos. Os Litólicos Eutróficos apresentam fertilidade natural, fortes restrições relacionadas à sua profundidade efetiva, presença de rocha, deficiência hídrica, grande suscetibilidade à erosão e declividade elevada maior que 25% (Veríssimo; Aguiar, 2005).

### **3.3.3 Relevo**

O relevo da área em estudo está inserido na Subcompartimentação Regional do Relevo caracterizado pela unidade morfológica denominada de Depressão Sertaneja, a mesma identifica-se por uma porção de relevos suaves e poucos dissecados, caracterizada por morros

alongados entremeados por vales de fundo plano, com cotas inferiores a 400 metros de altitude (Veríssimo; Aguiar, 2005).

Conforme a CPRM (2014), o município de Lavras da Mangabeira está inserido na unidade da Depressão Sertaneja II. Assim,

Esta unidade se caracteriza por um nível mais elevado e dissecado da Depressão Sertaneja, em sua porção mais interiorana, mas ainda assim insere-se no contexto das grandes depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste Brasileiro, posicionando-se em cotas que variam de 250 a 550 metros (CPRM, 2014, p. 51).

**Figura 2-** Relevo de Lavras da Mangabeira-CE



Fonte: Autoria própria, 2024.

### 3.3.4 Vegetação

A vegetação da caatinga é heterogênea, varia conforme determinados fatores como o tipo de solo, a hidrografia e a ação antrópica. Essa vegetação é marcada por uma grande resiliência, com uma capacidade de adaptação ao clima semiárido marcado por um longo período de estiagem, a vegetação da caatinga perde suas folhas durante o período de estiagem para evitar a perda de água pelo processo de transpiração, suas raízes profundas contribuem para armazenar água do subsolo, a presença dos espinhos na vegetação também constitui um mecanismo fundamental para evitar a perda de água por meio da transpiração. A ação antrópica vem causando a degradação da vegetação da caatinga em função do desmatamento e das queimadas para o plantio de lavouras de subsistência e para a produção de carvão e lenha.

O município de Lavras da Mangabeira é constituído por três tipos de vegetação: a Caatinga Arbustiva Densa, que é um tipo de vegetação xerófila que ocorre no semiárido no

Nordeste do Brasil; no Ceará relacionada à unidade carasco, onde cobre cerca de 80% do Ceará. Acaatinga arbustiva aberta surge da degradação Arbórea, acelerada pela ação do homem, originada nos processos globais de degradação ambiental favorecidos pelos períodos de semiaridez (Veríssimo; Aguiar, 2005).

A vegetação Floresta Mista Dicotilo-Palmácea (Mata Ciliar) ocorre nos baixos cursos dos rios, em áreas com pouca declividade, onde os processos de sedimentação são superiores aos de erosão. Nessas planícies aluviais, encontra-se a carnaúba dominante entre as espécies arbóreas, também nessas áreas ocorrem mulungu, juazeiro e oiticica (Veríssimo; Aguiar, 2005).

### **3.3.5 Hidrografia**

O Rio Salgado se formou por meio da confluência dos riachos dos Porcos e Rio das Batateiras, sendo o principal afluente da margem direita o Rio Jaguaribe (INESP, 2009). O município de Lavras da Mangabeira-CE faz parte da Sub-bacia do Salgado. Segundo o Comitê da Sub-bacia hidrográfica do Rio Salgado (CBHS), a Sub-bacia integra a Bacia do Rio Jaguaribe, localizada ao sul do Estado do Ceará, com uma área de drenagem de 12.865 km<sup>2</sup>, correspondente a 8,25% do seu território, tem como rio principal o Salgado, com extensão de 308 km, é composta por 23 municípios ( Abaiara, Aurora, Baixio, Barbalha, Barro, Brejo Santo, Caririaçu, Cedro, Crato, Granjeiro, Icó, Ipaumirim, Jardim, Jati, juazeiro do Norte, Lavras da Mangabeira, Mauriti, Milagres, Missão Velha, Penaforte, Porteiras, Umari, Várzea Alegre, e pequena parte do município de Orós).

A Sub-bacia do Salgado conta com a presença de vários reservatórios, que somam uma capacidade de acumulação de águas superficiais de quase 450 milhões de m<sup>3</sup>. Vários leitos dos tributários do Rio Salgado encontram-se perenizados por essas redes de açudes existentes. (CPRM, 2014). Da Sub-bacia do Salgado fazem parte os Riachos, São Lourenço, das Pombas, do Meio, do Machado, Unha de Gato, Extremo de Cima, Rosário e tantos outros.

Figura 3- Percurso do Rio Salgado no perímetro urbano de Lavras da Mangabeira-CE



Fonte: Autoria própria, 2025.

### 3.4 Esgotamento Sanitário em Lavras da Mangabeira

Desde a antiguidade, a implantação de serviços de saneamento básico foi fundamental para a preservação do meio natural, a saúde e o bem-estar da população. Apesar dos avanços dos serviços de saneamento no decorrer do tempo, grande parcela da população ainda não dispõe de um sistema adequado de saneamento básico, em função da negligência do poder legislativo em aplicar políticas públicas efetivas e por limitar recursos financeiros para investir em obras e infraestruturas em serviços de saneamento, a ineficiência ou ausência desses serviços de saneamento básico, principalmente a falta de esgotamento sanitário adequado, acarreta em impactos negativos significativos para o meio natural, como a poluição e contaminação dos recursos hídricos, a contaminação do solo e a proliferação de doenças.

Em relação às condições sanitárias, a cidade dispõe de um sistema de saneamento básico precário, especificamente relacionado à coleta e tratamento de esgotamento sanitário. A coleta e tratamento dos efluentes da maioria das residências estão restritos à coleta e tratamento individuais com condições precárias, sem nenhum tratamento prévio de esgotos, essa situação

tem provocado impactos adversos ao meio ambiente e à saúde da população na cidade em estudo.

No Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano há um dispositivo que propõe a implementação de um saneamento ambiental adequado, com intuito de promover melhorias na qualidade de vida da população e nas condições de meio ambiente, por meio dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial, coleta e destino final de resíduos sólidos e controle da poluição, promovendo uma sustentabilidade ambiental. Contudo, diante da realidade, o que observa é um saneamento ambiental precário e insuficiente.

De acordo com o Instituto Água e Saneamento, o município de Lavras da Mangabeira possui Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). A elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico é de responsabilidade das prefeituras municipais, constitui uma ferramenta de suma importância para uma gestão de qualidade do meio ambiente e dos direitos ao acesso aos serviços de saneamento ambiental pela sociedade, objetivando estruturar e implementar o funcionamento adequado dos serviços que compõem o saneamento básico.

Segundo o Instituto Água e Saneamento, no município de Lavras da Mangabeira 29,43% da população afasta seus esgotos por meio de Rede geral, rede pluvial ou fossa ligada à rede; 13,16% da população utiliza a fossa séptica ou fossa filtro não ligada à rede para afastar os esgotos; 43,52% da população afasta seus esgotos por meio de fossa rudimentar ou buraco; e 1,2% da população utiliza outros meios como vala, rio, córregos ou mar e outra forma para afastar seus esgotos. Ainda da população total de Lavras da Mangabeira, apenas 14.000 habitantes é atendido com esgoto sanitário, e 16.802 habitantes não é atendido com esgoto sanitário.

Ainda segundo o site do Instituto Água e Saneamento, o município gera 700,30 m<sup>3</sup> de esgotos por ano, desse volume gerado 100% é coletado e 0 % é tratado. Desse modo, o sistema de esgotamento sanitário da cidade é realizado através de canalizações e tubulações que captam os esgotos dos domicílios onde são lançados in natura no solo, nos recursos hídricos superficiais sem nenhum tratamento prévio ou em fossas rudimentares ou fossas sépticas, sendo essa última a solução mais adequada quando não há rede coletora de esgoto e estação de tratamento de esgoto.

A coleta de esgoto sanitário da cidade se dá por meio das soluções individuais utilizadas pela população, e geralmente ocorre de maneira inadequada. A maioria dos bairros não dispõe de rede de esgoto. As soluções dos destinos dos efluentes promovidas pela própria população acarretar em elevados riscos à saúde humana e à deterioração do meio ambiente.

Desse modo, os esgotos residenciais e comerciais do centro da cidade são direcionados por tubulações lançadas diretamente no Rio Salgado; já os bairros que estão localizados em áreas mais afastadas do centro da cidade, com uma população mais vulnerável de baixa renda, foi possível observar que os esgotos residenciais são lançados in natura próximos às residências, nos solos, valas, córregos, dentre outros. As figuras a seguir apresentam a atual situação do esgotamento sanitário dos domicílios dos bairros Vila Bancária e Cruzeiro, onde são lançados diretamente nas vias públicas, sem nenhum tratamento prévio.

Figura 4- Lançamento de esgotos à céu aberto no bairro Vila Bancária



Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 5- Esgoto a céu aberto no Bairro Cruzeiro lançado em via pública



Fonte: Autoria própria, 2025.

Essa situação corrobora para efeitos deletérios na saúde pública, visto que a população residente do bairro tem contato direto com o esgoto, ficando mais susceptível a contrair doenças e vetores relacionadas à falta de saneamento básico, em razão da omissão do domínio público municipal. Ainda os esgotos lançados a céu aberto, nas vias públicas, além de causar a proliferação de doenças, a deterioração do ambiente e alterar a paisagem, incomoda os moradores com o mau odor.

A figura 06 identifica outra área de esgoto a céu aberto localizada no bairro Vila Monteiro, onde os esgotos são coletados por canalizações instaladas pelos próprios moradores, cujo lançamento é realizado diretamente no solo no entorno das residências.

Figura 6- Esgotos a céu aberto no bairro Vila Monteiro



Fonte: Autoria própria, 2025.

Os esgotos dos domicílios desse bairro são direcionados para valas, córregos e vias públicas, por se trata de uma localidade mais afastada do centro da cidade, nenhum dos domicílios do bairro dispõe de rede de esgoto. Apesar de alguns domicílios contar com fossas sépticas ou fossas rudimentares para o destino dos dejetos humanos, as águas residuárias provenientes de pias e ralos são lançadas diretamente in natura no solo ou nos recursos hídricos no entorno das residências.

A falta de um sistema adequado e completo de esgotamento sanitário é uma problemática recorrente em grande parte dos municípios brasileiros, principalmente nas regiões norte e nordeste, essa problemática contribui para a ligação clandestina de esgoto domésticos no sistema de drenagem pluvial, sobrecarregando o sistema de drenagem. Nesse sentido,

A falta de tratamento de esgotos contribui de maneira significativa com os impactos negativos ambientais da maioria das cidades. Esses impactos são decorrentes devido à ação antrópica do homem e pela falta de investimentos nos sistemas de esgotamento sanitário e de estações de tratamento, fazendo com que os despejos dos esgotos sejam conectados à rede pluvial mediante ligações clandestinas, o que acaba transportando uma abundância de poluentes aos corpos hídricos receptores (Tucci, 2005; Tucci, 2001 Apud Araújo *et al.*, 2024).

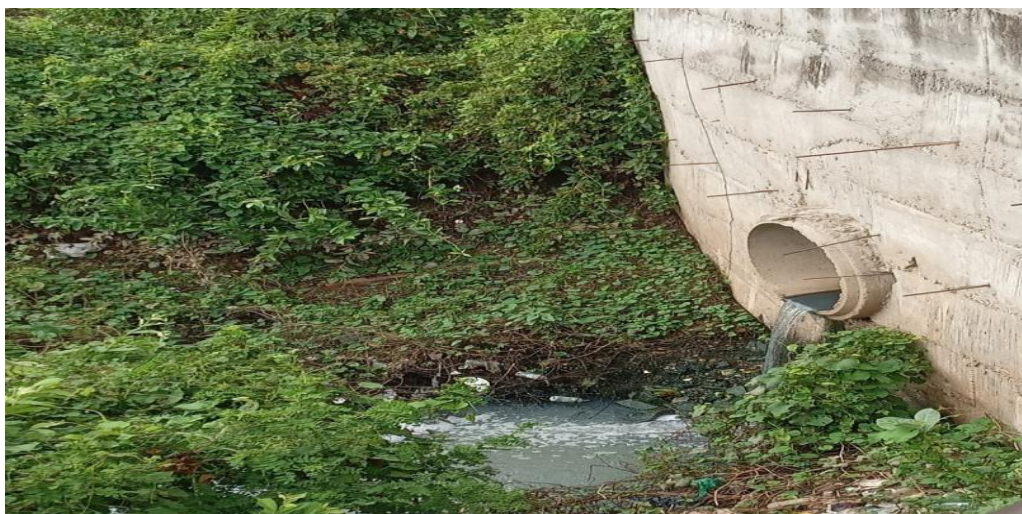
O lançamento de esgotos nos sistemas de drenagem pluvial compromete a estrutura física da rede, desgastando, provocando diversos prejuízos à rede de drenagem, causando danos ambientais como a poluição dos recursos hídricos, visto que a rede de drenagem é apenas para o escoamento das águas pluviais que, posteriormente, serão lançadas nos mananciais. Ao lançar os esgotos nas redes de drenagem pluviais, estes acabam sendo lançados in natura nos mananciais, causando a poluição e contaminação do recurso natural. Em períodos de precipitações intensas, as ligações clandestinas de esgotos em redes de drenagem pluvial podem provocar alagamentos, visto que a rede de drenagem tem capacidade de comportar apenas as águas provenientes das precipitações.

Segundo o Instituto de Água e Saneamento, 1,7% dos domicílios de Lavras da Mangabeira estão sujeitos a risco de inundação, esse fato reflete os problemas relacionados aos sistemas de drenagem e manejos das águas pluviais, além das ocupações em áreas inadequadas pela população. Essas ocupações geralmente estão associadas à falta de conhecimento e vulnerabilidade econômica e social.

Um dos impactos adversos causado pela falta de saneamento básico adequado é o lançamento dos efluentes no canal fluvial do Rio Salgado, sem nenhum tipo de tratamento prévio, que contribui para a contaminação e poluição das águas do manancial. Esse efluente é receptor do despejo dos resíduos líquidos das residências, dos comércios do centro da cidade e de alguns bairros da cidade, o mesmo passa uma tubulação de rede de esgoto que é direcionado para o despejo in natura no curso do canal fluvial do Rio Salgado.

O lançamento dos esgotos sanitários sem tratamento prévio tem corroborado para a eutrofização do corpo hídrico. A eutrofização é um processo que consiste no aumento de matéria orgânica e de nutrientes como o nitrogênio e fósforo, os elevados aportes de nitrogênio e fósforo estimulam a proliferação de fitoplâncton (algas e cianobactérias), que impedem a passagem de luz nas camadas mais profundas da água, contribuindo para o crescimento de bactérias aeróbias, que consomem o oxigênio dissolvido nas águas, causando a morte da vida aquática presente no recurso hídrico, gerando odor e sabor desagradáveis no recurso hídrico.

Figura 7- lançamento de esgoto no Rio Salgado



Fonte: Autoria própria, 2025.

A eutrofização poder ser natural ou artificial. Pelo processo natural, a eutrofização ocorre de forma gradual e contínua pelos próprios fenômenos naturais, sem a interferência da ação antrópica. Já a eutrofização artificial ocorre de forma rápida, rompendo com o equilíbrio ecológico do ambiente, tendo a ação antrópica como agente causador desse fenômeno de eutrofização.

A poluição desse manancial (Rio Salgado) inviabiliza o uso desse recurso hídrico fundamental para a vida, que poderia ser usado de diversas maneiras e diversos fins, como uso doméstico, lazer, recreação, irrigação e para abastecimento humano e animal. Tucci (2004, p. 3) destaca que “em alguns países, como o Brasil, o abastecimento de água que poderia estar resolvido, devido à grande cobertura de abastecimento, volta a ser um problema devido à forte contaminação dos mananciais pela expansão urbana e falta de tratamento de esgoto.”

Logo, o lançamento de efluentes in natura no curso do Rio Salgado aumenta o processo de assoreamento do canal fluvial e da vazão da sub-bacia, contribuindo para o transbordamento do rio e, conseqüentemente, aumentando o risco de inundações durante o período de precipitações intensas, principalmente das residências localizadas próxima às margens do canal fluvial, que estão em elevado risco de inundações durante os períodos chuvosos. Com isso, as águas poluídas e contaminadas devido ao contato com pontos de esgoto e resíduos sólidos provenientes das inundações, propicia a proliferação de doenças por veiculação hídrica, causando efeitos deletérios na saúde pública.

Segundo o site do Diário do Nordeste, a última enchente que aconteceu em Lavras da Mangabeira foi em 2008. A figura a seguir mostra a situação da cidade.

Figura 8- Lavras da Mangabeira durante a enchente de 2008



Fonte: Blog Jovens em Ação na Política, 2013.

Com isso, o processo de urbanização em áreas de risco, juntamente com a falta de uma gestão em aplicar um planejamento urbano no setor de saneamento ambiental, é um dos fatores que contribui para o fenômeno das enchentes que ocorreu na cidade. Logo, fica evidente a falta de responsabilidade do poder municipal em aplicar políticas públicas no planejamento urbano, a fim de proporcionar a conservação do meio ambiente e promover a qualidade de vida para a população.

No perímetro urbano outro impacto identificado foi diversos pontos de descarte inadequado dos resíduos sólidos e entulhos de material de construção civil nas margens do corpo hídrico, provenientes da ausência de saneamento básico na cidade e por falta de educação ambiental por parte da população.

Figura 9- Resíduos sólidos depositados às margens do Rio Salgado.



Fonte: arquivo pessoal, 2025.

Essas ações contribuem para a poluição e contaminação do corpo hídrico, acarretando problemas como a diminuição da qualidade da água, ameaça à vida aquática e provocando os fenômenos das enchentes citados anteriormente, visto que os resíduos sólidos, como plásticos, demoram centenas de anos para se decompor no meio ambiente.

Desse modo, o cenário do saneamento básico da cidade se encontra deficitário, especificamente em relação aos serviços de esgotamento sanitário, e se constitui em um dos fatores que contribui para a proliferação de doenças e de vetores que podem provocar implicações na saúde humana. Ainda relacionado à disseminação de doenças, a falta de educação sanitária como não lavar bem as mãos, não higienizar os alimentos, descartar lixos em locais inadequados também são situações que contribuem para o contágio de enfermidades pela população decorrente da falta de saneamento. Em virtude disso, ocorre um aumento significativo em gastos no sistema de saúde pública com o aumento das doenças, além de problemas no desenvolvimento educacional e econômico local.

Contudo, sobre as implicações no sistema educacional provenientes da ausência de saneamento, Siqueira et al. (2018, p. 6) salientam que “a falta de saneamento básico afeta diretamente o desempenho escolar devido à fragilidade das crianças que estão expostas a esse problema e quando afetadas por doenças precisam se afastar da escola para recuperação”. São diversas as doenças causadas pela falta de saneamento básico adequado. O grupo de pessoas mais susceptível a contrair essas doenças são as crianças e, se não tratadas, pode levar a óbitos.

De acordo com a Funasa (2010), as Doenças Relacionadas ao Saneamento Básico Inadequado (DRSAI), são rotuladas e divididas em cinco grandes grupos: 1) doenças de transmissão feco-oral; 2) doenças transmitidas por vetor; 3) doenças transmitidas através do contato com a água; 4) doenças relacionadas com a higiene e 5) geo-helmintos e teníases.

A ausência de infraestrutura sanitária adequada no Brasil resultou na proliferação de diversas doenças, incluindo cólera, hepatite A e febre tifoide, entre outras. Os números e percentuais relacionados a essas enfermidades destacam a importância de melhorar a infraestrutura de saneamento, para garantir o acesso a fontes de água potável e tratamento adequado de esgoto para todos os cidadãos brasileiros (Menezes; Teixeira; Braga, 2023).

Logo, é perceptível a influência direta entre o homem e o meio físico, visto que toda ação humana possui um efeito sobre a natureza, que será refletida no meio natural e social. O equilíbrio entre o homem e a natureza é essencial para a sustentabilidade e sobrevivência da vida como um todo. Portanto, é fundamental um planejamento urbano suprindo as necessidades ambientais e sanitárias da população com investimentos em obras e infraestruturas no setor de saneamento ambiental, proporcionando saúde e qualidade de vida à população, reduzindo os gastos no sistema de saúde, além de melhorar os índices de desenvolvimento econômico, social e educacional.

#### 4 FORMAS DE MINIMIZAR OS PROBLEMAS PROVENIENTES DA AUSÊNCIA DE SANEAMENTO BÁSICO

O processo da urbanização é um fenômeno significativamente debatido atualmente, devido aos diversos efeitos, seja negativo ou positivo, que o mesmo impõe sobre o meio ambiente e o homem. Alguns fatores como o desenvolvimento da industrialização, o êxodo rural, os processos de migração contribuíram significativamente para o crescimento populacional nos centros urbanos.

Logo, o processo de urbanização acelerada promoveu um crescimento na geração de resíduos sólidos e líquidos em função do consumismo, a ocupação em áreas inadequadas como margens de rios, encostas, entre outros, são condições que corroboram para o aumento dos impactos adversos ao meio ambiente e à população, pois o crescimento populacional nas áreas urbanas não acompanhou o desenvolvimento e planejamento urbano, social, sanitário e ambiental apropriado, colaborando para a deterioração do meio natural, má qualidade de vida e implicações na saúde pública, além de promover as desigualdades socioespaciais.

Portanto, o acesso ao saneamento básico é um direito do cidadão garantido pela Constituição Federal, e constitui um fator primordial para o desenvolvimento socioeconômico do País. Segundo o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), o atendimento ao saneamento básico adequado é caracterizado pelas seguintes características descritas na tabela a seguir.

Tabela 2- Caracterização do atendimento adequado ao acesso de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos

| Componente                 | Atendimento adequado                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abastecimento de água      | - Fornecimento de água potável por rede de distribuição ou por poço, nascente ou cisterna, com canalização interna, em qualquer caso sem intermitências (paralisações ou interrupções).                                                       |
| Esgotamento sanitário      | - Coleta de esgotos, seguidas de tratamento;<br>- Uso de fossas sépticas.                                                                                                                                                                     |
| Manejo de Resíduos Sólidos | - Coleta direta, na área urbana, com frequência diária ou em dias alternados e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos;<br>- Coleta direta ou indireta, na área rural, e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos. |

Fonte: Adaptado do PLANSAB, 2013.

#### 4.3 IMPLEMENTAÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTO

A falta de saneamento básico é uma problemática que gera impactos adversos sobre o meio natural e o homem, com isso se faz necessária a implantação de rede coletora de esgoto coletiva na cidade de Lavras da Mangabeira, com o intuito de proporcionar a coleta adequada dos efluentes provenientes dos domicílios, visto que uma parcela significativa da população da cidade em estudo não dispõe de rede de esgoto coletiva.

As águas residuárias, por não disporem de condições de reutilização direta, precisam ser coletadas e transportadas para locais afastados dos domicílios, de forma mais rápida e segura, em que, segundo as circunstâncias, precisam passar por processos de depuração adequados antes do lançamento em corpos naturais receptores, ou, possa atingirem grau de purificação apropriado para serem reutilizadas (Funasa, 2019).

A rede coletora de esgoto é um conjunto de tubulações direcionadas a receber e conduzir os efluentes das unidades habitacionais às soluções de tratamento de esgoto. Logo, a implantação e expansão de rede coletora de esgoto é um direito do cidadão garantido pela Constituição Federal a toda a população, visto que, nem todos os cidadãos, têm condições financeiras de implementar soluções individuais de coleta e tratamento de esgoto.

Portanto, faz-se essencial a elaboração de projetos e planejamento no setor urbano, sanitário e ambiental por meio da gestão municipal e da secretaria do meio ambiente, juntamente com o poder da esfera estadual ou federal, para a aquisição de recursos financeiros para executar obras e infraestruturas direcionadas ao saneamento básico de qualidade. Sabe-se que a implementação de um sistema de esgotamento sanitário requer investimentos financeiros elevados para implementar a rede coletora de esgoto sanitário adequado e eficiente que atenda toda a demanda populacional urbana, com isso, devem ser considerados aspectos econômicos, estruturais e demográficos da cidade em estudo.

Segundo a Funasa (2019), a implementação da rede coletora nos centros urbanos com elevada densidade demográfica consiste na solução mais indicada, seguida de estação de tratamento de esgoto, em que este tem suas cargas poluidoras reduzidas antes do lançamento em algum recurso natural receptor. São notórios os diversos benefícios da rede coletora, tratamento e disposição adequada dos efluentes no meio ambiente, e constitui um mecanismo fundamental para a conservação do meio natural, além de ser vital à vida.

#### 4.4 IMPLEMENTAÇÃO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

O lançamento dos efluentes nos corpos hídricos, sem nenhum tratamento prévio, tem aumentado significativamente no Brasil, corroborando para o aumento da poluição e contaminação dos recursos hídricos, causado pela falta de infraestrutura adequada de esgotamento sanitário em grande parte das cidades brasileiras. Com isso, Lavras da Mangabeira é uma das cidades brasileiras que não dispõe de nenhum tratamento prévio coletivo como as ETEs, para minimizar os impactos adversos causados ao meio ambiente e à população; uma parcela significativa da cidade em estudo dispõe apenas de soluções de esgotos individuais, geralmente precários.

Logo, para a realização do tratamento dos efluentes existem diversas soluções, como a implementação de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), que se constitui em um sistema coletivo de tratamento de efluentes fundamental para proporcionar salubridade ambiental e a qualidade de vida da população. As estações de tratamento de esgotos são unidades destinadas a receber os esgotos domésticos e, por meio de processos físicos, químicos ou biológicos, removem as cargas poluentes dos esgotos, lançando no meio ambiente o produto final, esgoto tratado, em conformidade com os padrões requeridos pela legislação ambiental brasileira (FEAM, 2015). O tratamento dos efluentes é primordial à manutenção da vida e do meio ambiente. Assim,

O tratamento de esgoto sanitário visa à preservação da vida nos corpos d'água e à redução de riscos à saúde humana. Consiste na combinação de processos físicos, químicos e biológicos, e, segundo Jordão e Pessoa (2017, p. 79), “o tratamento dos esgotos é formado, em última análise, por uma série de operações unitárias, empregadas para a remoção de substâncias indesejáveis, ou para a transformação dessas substâncias em outras de forma aceitável (IBGE, 2020, p.62. *apud* Costa *et al*, 2022, p.46).

Desse modo, a geração de esgotos residenciais, industriais e comerciais necessitam passar pelo processo de tratamento. O tratamento dos efluentes nas Estações de Tratamentos de Esgotos passa por várias etapas para serem lançados no meio natural com mínimos danos. De acordo com o saneamento em pauta BRK, o processo de tratamento de esgotos nas ETES passa pelas seguintes etapas:

**Gradeamento:** as águas residuárias proveniente dos domicílios contêm 1% de material sólido e 99,9% de material líquido, essa etapa consiste no procedimento de retenção de materiais grosseiros, como lixo, em um filtro formado por grades; essa etapa auxilia em deixar o líquido livre dos resíduos sólidos descartado incorretamente nas redes de esgoto.

**Desarenação:** em seguida, o esgoto é direcionado para a caixa de areia, onde ocorre a remoção de todos os detritos presentes nele que possam ter passado pelo processo anterior, mediante sedimentação. A areia, os pedriscos, os cascalhos e outros materiais semelhantes vão para o fundo do tanque, e o líquido permanece na superfície, sendo encaminhado para a outra etapa.

**Tratamento biológico:** sem os sólidos visíveis, o esgoto é direcionado para o tratamento biológico no tanque de aeração. No tanque de aeração, o esgoto é exposto à ação de seres microscópicos, que promovem reações bioquímicas e condensem em flocos de lodo a matéria orgânica, que até então estava dissolvida no efluente.

**Decantação:** após o tratamento biológico, o líquido é submetido a um processo de decantação. O lodo formado vai para o fundo do tanque, separando-se da parte líquida já livre de impurezas.

**Descarte:** o lodo produzido no processo é desidratado e levado para um aterro sanitário especializado. O efluente clarificado e corretamente tratado é devolvido ao meio ambiente. Desse modo, todos esses procedimentos nas etapas de tratamentos de esgotos realizados nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são fundamentais para que os esgotos sejam lançados no meio ambiente de modo adequado e seguro, reduzindo danos severos à natureza e à sociedade.

Cabe ressaltar que a implementação da estação de tratamento de esgotos é complexa e possui elevados custos; faz-se necessário um planejamento urbano adequado por parte do domínio municipal, que promova projetos e planos de elaboração de estação de tratamento de esgoto, a fim de adquirir investimentos financeiros suficientes no setor de saneamento, para executar e operacionalizar obras e infraestruturas para implementar estação de tratamento de esgoto. Ainda se deve considerar alguns fatores relacionados à cidade, como a densidade demográfica, as condições físico-naturais, econômicos, sociais e estruturais da cidade, que iram interferir na execução de um sistema de tratamento de esgoto eficiente.

Logo, para executar e operacionalizar os serviços de esgotamento sanitário adequados são necessários recursos financeiros significativos, por meio da gestão municipal, em conjunto com a esfera do poder federal, a fim de solucionar a demanda sanitária e ambiental da cidade. Apesar dos elevados investimentos nesse setor é de suma importância ressaltar que um sistema de saneamento básico adequado, especificamente os serviços de esgotamento sanitário, reduz gastos significativos no setor da saúde, além de contribuir para elevar o desenvolvimento econômico, social e educacional do País, gerando emprego e renda.

Portanto, as políticas públicas desenvolvidas constituem um fator fundamental para o planejamento e implementação do saneamento básico eficiente, corroborando para a redução da poluição dos corpos hídricos, a contaminação e poluição do solo, e promovendo o bem-estar e uma qualidade de vida digna à sociedade.

#### 4.5 DRENAGEM URBANA

O surgimento e o crescimento desordenado das cidades foram um dos fatores que possibilitou o desenvolvimento da criação do sistema de drenagem, a ocorrência dos eventos hídricos nos centros urbanos, a pavimentação das vias e a ocupação de áreas inadequadas, o que acarretou consequências como alagamentos e inundações. Tais situações contribuíram para o desenvolvimento dos sistemas de drenagem para solucionar os problemas relacionados com o acúmulo das águas nas áreas urbanas, com o intuito de promover o escoamento das águas pluviais. Segundo a Funasa (2019, p. 247), a drenagem é compreendida como:

A drenagem, juntamente ao manejo das águas pluviais urbanas, consiste de um conjunto de serviços e/ou atividades, infraestruturas e instalações operacionais de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Logo, a cidade de Lavras da Mangabeira possui um sistema de drenagem insuficiente e precário; algumas áreas, nos períodos chuvosos, ficam alagadas, as bocas de lobo e bueiros presentes na cidade facilitam o escoamento das águas pluviais para os mananciais ou outros recursos naturais, porém, as mesmas são insuficientes para solucionar os problemas de alagamentos que ocorrem em algumas áreas da cidade. Além disso, as ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem pluvial da cidade corroboram para o comprometimento da rede de drenagem, aumentando o risco de enchentes, inundações e alagamentos.

Desse modo, é fundamental a existência de um sistema de drenagem urbana nas cidades, a qual constitui um mecanismo fundamental para a redução e ausência da disseminação e proliferação de doenças por veiculação hídrica. Contudo, a implementação da drenagem urbana, ainda é um desafio no Brasil. Segundo o PLAN SAB (2013, p.106), “Dos quatro componentes do setor de saneamento, os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas são os que apresentam maior carência de políticas e organização institucional.” Tal problemática apresenta-se em maior escala nos municípios com índices demográficos menores, devido à falta de conhecimento da população em reivindicar seus direitos em habitar um local salubre, e a

omissão do poder público municipal que minimiza as necessidades da implantação de uma drenagem suficiente e eficaz.

Logo, o sistema de drenagem urbana adequada requer investimentos elevados em obras e infraestruturas para executar o serviço de drenagem urbana de qualidade. Tal situação pode ser resolvida por meio da efetivação de políticas públicas operacionalizadas pela gestão municipal, como exemplo a elaboração e efetivação do plano diretor de drenagem urbana, com o intuito de estabelecer critérios de planejamento para o sistema de drenagem urbana de acordo com as características e a demandas da cidade, buscando obter recursos financeiros suficientes para implementar uma drenagem urbana eficiente, pois são fatores de suma importância para solucionar uma problemática tão presente no País.

A elaboração de um bom plano de drenagem e manejo das águas pluviais é uma temática complexa, pois, inicialmente, devem ser adotados critérios básicos de planejamento para o sistema de microdrenagem, macrodrenagem e para o programa de desenvolvimento de medidas estruturais e não estruturais (estruturantes) (Funasa, 2019).

Diante disso, a drenagem urbana é um serviço de saneamento básico fundamental para promover a qualidade de vida da população, o bem-estar e a saúde pública, além de melhorar as condições ambientais reduzindo a ocorrência de inundações, enchentes e alagamentos, valorizando os imóveis.

#### 4.6 COLETA DE LIXO

Ao longo dos tempos, a geração dos resíduos sólidos no espaço geográfico tem corroborado para a deterioração do meio ambiente e para a disseminação de doenças, decorrentes da falta de sanear adequadamente os resíduos sólidos produzidos pelas indústrias e pela população. A coleta e o destino inadequado dos lixos são responsáveis pela poluição do ar, contaminação e poluição dos corpos hídricos e do solo. Segundo Ribeiro e Rooke (2010), “o lixo é o conjunto de resíduos sólidos resultantes da atividade humana. Ele é constituído de substâncias putrescíveis, combustíveis e incombustíveis. O lixo tem que ser bem acondicionado para facilitar sua remoção.”

Desse modo, a cidade em estudo ainda carece de uma coleta e destino de lixo adequado. Segundo dados do Instituto Água e Saneamento, apenas 63,73% do lixo da população é coletado, o restante da população utiliza de outros meios inadequados de descarte dos seus resíduos sólidos, como enterrando na propriedade, jogando em terreno baldio, às margens dos recursos hídricos, valas, áreas públicas e queimando na propriedade.

Diante disso, faz-se fundamental a ampliação da coleta dos resíduos sólidos pela gestão municipal de todos os domicílios da cidade, além de proporcionar um destino adequado, visto que o lixo depositado nos lixões contamina o solo e as águas superficiais e subterrâneas. Portanto, o meio adequado de propiciar um destino aos resíduos sólidos que reduza os impactos adversos ao meio ambiente e à população é através dos aterros sanitários, que evitam e reduzem a contaminação do solo e dos recursos hídricos. Ainda é fundamental o poder público municipal promover campanhas para ampliar a conscientização da população em adotar uma educação ambiental através de ações como descartar o lixo em locais apropriados, realizar coleta seletiva a fim de reutilizar, reciclar e reduzir os resíduos sólidos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/10, é atual e contém instrumentos relevantes para permitir o avanço necessário ao país no enfrentamento dos principais problemas socioambientais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Visa à prevenção e redução na produção de resíduos sólidos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de mecanismo para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico para ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reutilizado) (MMA).

Portanto, a Constituição Federal assegura a importância do acesso aos serviços de coleta de lixo pela população e o destino adequado dos resíduos sólidos, através de políticas públicas, delegando aos municípios promover o manejo e destino adequado dos resíduos, quando ofertado de forma adequada contribui para diversos benefícios à população e ao meio ambiente, prevenindo e reduzindo a disseminação e proliferação de doenças, e preservando os recursos naturais e o meio ambiente como um todo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa contextualizada enfatiza a problemática dos impactos socioambientais decorrentes da insuficiência do saneamento básico adequado, que não se trata de uma questão recente no País, pois desde a antiguidade o setor do saneamento tem sido implementado procurando alcançar melhorias e, conseqüentemente, a universalização dos serviços relacionados ao saneamento básico. Contudo, observa-se um sistema de saneamento básico que vem sendo gradualmente ofertado para a sociedade de forma desigual e incipiente no espaço geográfico.

O objetivo principal da pesquisa foi analisar a situação do saneamento básico, especificamente o serviço de esgotamento sanitário na cidade de Lavras da Mangabeira, com o intuito de identificar os problemas socioambientais associados à ineficácia do mesmo. Bem como inserir a sociedade e o meio ambiente como instrumentos fundamentais para propiciar o desenvolvimento urgente do saneamento básico de qualidade.

Todavia, a omissão dos poderes públicos acaba contribuindo para a não efetivação das políticas públicas vigentes. Com isso, foi exposta a atual situação do saneamento básico precário da cidade em estudo, ausência de rede coletora de esgotos que atenda à demanda populacional, inexistência de qualquer tratamento prévio de esgoto sanitário coletivo, cuja população fica responsável por implementar condições sanitárias próprias, muitas vezes precárias.

Dessa maneira, essa pesquisa é de suma importância para as questões socioambientais, a fim de representar a atual situação do saneamento básico da cidade de Lavras da Mangabeira, incentivando a população a obter conhecimento de seus direitos em usufruir de condições sanitárias e ambientais garantidas por leis federais. Além de reivindicar as ações de planejamento urbano, ambiental e sanitário por parte do domínio público municipal com o intuito de solucionar a problemática dos serviços básicos de saneamento precário, visando alcançar a salubridade ambiental e propiciar a saúde pública. Soma-se a essa pesquisa uma importância significativa no âmbito acadêmico pessoal e profissional, que propiciou conhecer e entender melhor sobre a temática trabalhada, visto que complementar os outros estudos e servirá de base para contribuir em trabalhos futuros.

Em síntese, a pesquisa desenvolvida apresenta a situação do saneamento básico local com implicações adversas de ordem social, sanitária, econômica e ambiental de responsabilidade governamental. Espera-se que a mesma venha despertar o interesse do poder público municipal em adotar medidas de implantação sanitária e ambiental para solucionar tal

problemática, incluindo a participação da sociedade em se conscientizar para a cobrança dos seus direitos em condições habitacionais, mas que realize também seus deveres como cidadãos conscientes, contribuindo para uma cidade sustentável para as futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12209: **Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1992.

BARROS, Rodrigo. **A História do saneamento básico no Brasil**, 2014. Disponível em: <https://rodoinside.com.br/a-historia-do-saneamento-basico-no-brasil/> . Acesso em: 12 nov.

BISOGNIN, Ramiro Pereira et al. Análise e divulgação da qualidade da água de nascentes, afluentes e ponto de captação do arroio lajedo erval novo no Município de Três Passos – RS. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 6, n. 2, 2017. p. 44–55. Disponível em: [https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/3625](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3625) . Acesso em: 5 nov. 2024.

BORMA, V. de, S.; MARTINS, F. B.; LOCH, R; MARTINELLI, I. A. **Contexto histórico brasileiro do saneamento básico -PLANASA, PLAN SAB, PNSB e Lei nº 14.026/2020**. In: Artigos. Novo Marco de Saneamento Básico, 2022. IBRAOP. Disponível em: <https://www.ibraop.org.br/xix-sinaop/wp-content/uploads/sites/2/2021/09/Desafio-1-CONTEXTO-HISTORICO-BRASILEIRO-DO-SANEAMENTO-BASICO.pdf> . Acesso em: 20 nov. 2024.

BOVOLATO, L. E. (2015). Saneamento Básico e Saúde. **Revista Escritas**: revista do curso de história de Araguaína, v.2, 2010.

BRASIL, Resolução do CONAMANº 01 de 23 de janeiro de 1986, disponível em: [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br). Acesso em 14 dez. 2024.

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.

BRASIL. Lei n.11445, de 05 de jan. de 2007. **Diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasília, DF, jan., 2007.

BRASIL. Lei n.14.026, de 15 de jul. de 2020. **Novo marco legal do saneamento básico**. Brasília, DF, jul., 2020.

CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará). Relatório anual para informação do consumidor. 2022. Disponível em: <https://www.cagece.com.br/wp-content/uploads/2022/03/Lavras-da-Mangabeira> . Acesso em: 15 fev. 2025.

CAVINATTO, Vilma Maria. **Saneamento básico**: fonte de saúde e bem-estar. 13. ed. São Paulo: Moderna, 1996.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno Regional da Sub-bacia do Salgado**/ Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). Fortaleza: INESP, 2009.

COSTA, G. R.; SILVA, M. H. da.; CORRÊA, R. I. L.; RIBAS, E. B. Saneamento básico: sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. **Paramétrica**, [S. l.], v. 14, n. 1, 2022. Disponível em: <https://www.periodicos.famig.edu.br/index.php/parametrica/article/view/273>. Acesso em: 10 jan. 2025.

COUTINHO, Flávio. **Blog Jovens em Ação na Política**. Disponível em: <https://lavrasdetodosnos.blogspot.com/2013/02/enchente-2008-atendimento-socorro-e.html>. Acesso em: 19 mar. 2025.

CPRM. **Diagnóstico do Município de Lavras da Mangabeira**. Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Org. Ricardo de Lima Brandão; Fernando A.C. Feitosa. Fortaleza: CPRM, 1998.

CPRM. **Geodiversidade do Estado do Ceará**. Org. Ricardo de Lima Brandão; Luís Carlos Bastos Freitas. Fortaleza: CPRM, 2014.

ARAUJO, latine Cristine Gomes de; et al. Impactos das ligações clandestinas de esgoto nos canais de drenagem de Aracaju-SE. **Revista interdisciplinar e do meio ambiente**. v. 6. n. 1.2024.

DECARLI, C.; ELESBÃO, I. Gestão de tratamento de esgoto em municípios pertencentes à Bacia do Rio dos Sinos-RS. **Revista Acadêmica Licenciatura**, Ivoti, RS, v. 6, n. 2, p. 63–76, 2018. Disponível em: <https://ws2.institutoivoti.com.br/ojs/index.php/licenciaeacturas/article/view/155>. Acesso em: 5 jan. 2025.

DIAZ, R. R. L; NUNES, L. dos R. A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil. **Revista de Direito da Faculdade Guanambi**, Guanambi, v. 7, n. 02, e292, jul./dez. 2020. Disponível em: <http://revistas.faculdadeguanambi.edu.br/index.php/Revistadedireito/article/view/292>. Acesso em: 17 nov. 2024.

Disponível em: <https://www.srh.ce.gov.br/comite-da-bacia-hidrografica-do-salgado/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

DOS SANTOS, Fernanda Flores Silva et al. O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista brasileira de meio ambiente**. São Paulo, v.4, n.1, p.241-251, 2018. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/acervo-tecnico/desenvolvimento-saneamento-basico-br/>. Acesso em 15 set. 2024.

DOS SANTOS, Mirabel Silva.; SANTOS, Diego Ferreira.; SÁ, Itamar Sateles de. Infraestrutura e Saneamento Básico no Brasil: Uma Abordagem Histórica, Política e Socioeconômica. **GEOFRONTER**, [S. l.], v. 9, n. 1, 2023. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/view/7242>. Acesso em: 22 nov. 2024.

FERREIRA, M de P.; GARCIA, M. S. D. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. **Dignidade Re-Vista**, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 12, July 2017. Disponível em: <https://periodicos.puc-rio.br/index.php/dignidaderevista/article/view/393>. Acesso em: 15 dec. 2024. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 5ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, FUNASA. 2019.

GADELHA, Hugo Sarmento GONDIM; Kilma Maísa de Lima; GODOY, Sandro Marcos. - Direito Fundamental ao Saneamento Básico e o Novo Marco Legal do Setor: Análise da Jurisprudência do Supremo Tribunal Federal. In: **Saneamento Básico: Desafios Legais no Brasil**. Boa Vista: Editora IOLE, 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed.- São Paulo: Atlas, 2008.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **IBGE CIDADES**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/lavras-da-mangabeira/historico>. Acesso em: 25 fev. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL 2012. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/manual-do-saneamento-basico/>. Acesso em 8 set. 2024.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/ce/lavras-da-mangabeira>. Acesso em 30 mar. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL 2022. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/censo2022-o-que-a-pesquisa-mostra-sobre-o-acesso-ao-servico-de-esgotamento-sanitario/>. Acesso em 2 nov. 2024.

IPECE. Perfil Básico Municipal Lavras da Mangabeira. Fortaleza, 2017. Lavras da Mangabeira-CE. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/lavras-da-mangabeira/panorama>. Acesso em 05 Jan. 2025.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua; PRADO, Eliana Leão do; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. RAP: **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 2, 2011. p. 331-348. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0034-76122011000200003>. Acesso em: 23 set. 2024.

MACHADO, C. R. de A.; SOUSA, D. P. B.; SILVA, G. C. S. da. **A busca por soluções para a poluição hídrica: um estudo de caso sobre tratamento de efluentes**. Brazilian Journal of Development, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/44481>. Acesso em 6 nov. 2024.

MACIEL, A. B. C.; FELIPE, J. A; LIMA, Z. M.C. **Os problemas de saneamento e seus impactos sobre a saúde pública do município de Dona Inês/PB**. OKARA: Geografia em Debate, v.9, n. 3, p. 524-541, 2015.

MENDONÇA, T. P.; PETRECA, W. L.; DE SOUZA, A. D. G. Autodepuração de corpos hídricos: estudo do lançamento de esgoto doméstico no Rio Lambari (Poços De Caldas/MG). **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 36, p. 85–103, 2020. DOI: 10.5216/revgeoamb.vi36.55985. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/55985>. Acesso em: 5 jan. 2025.

MENEZES, R. N; TEIXEIRA, V. A. P; BRAGA, L. G. S. **Relação entre saneamento básico e a saúde pública**. 2023. p. 1-27.

MENICUCCI, T.; D'ALBUQUERQUE, R. - Política de saneamento vis-à-vis à política de saúde: encontros, desencontros e seus efeitos. In: HELLER, Léo (Organizador). **Saneamento como política pública: um olhar a partir dos desafios do SUS – Rio de Janeiro, RJ: Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz/Fiocruz**, 2018. cap. 1, p. 9 a 52.

Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Brasília, 2013.

Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos.html>. Acesso em: 05 abr. 2025.

MORAES, Luiz Roberto Santos.; BORJA, Patrícia Campos. Revisitando o conceito de saneamento básico no Brasil e em Portugal. **Revista do Instituto Politécnico da Bahia**. 2014; p. 5-11.

Orientações básicas para operação de Estações de Tratamento de Esgoto - ETEs. **Fundação Estadual do Meio Ambiente**. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: [https://www.feam.br/documents/117662/6971361/Anexo\\_3\\_-\\_Cartilha\\_ETE\\_final\\_-\\_Vers%C3%A3o\\_2015/81fbadd0-c99c-ad23-c982-4bece12a2e5b?version=1.0&t=1723497286028](https://www.feam.br/documents/117662/6971361/Anexo_3_-_Cartilha_ETE_final_-_Vers%C3%A3o_2015/81fbadd0-c99c-ad23-c982-4bece12a2e5b?version=1.0&t=1723497286028). Acesso em: 1 abr. 2025.

PLANO DIRETOR DE LAVRAS DA MANGABEIRA. Lei de nº 537 de 10 de julho de 2018. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano PDDU, do município de Lavras da Mangabeira e dá outras providências. Lavras da Mangabeira, 2018.

RIBEIRO, Júlia Werneck, ROOKE, Juliana Maria Scoralick, Saneamento básico e sua relação como meio ambiente e a saúde pública. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/38708350/TCC-SaneamentoeSaude.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2025.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de Impacto ambiental: conceitos e métodos**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

Saneamento em pauta por BRK! **Conheça as etapas do processo de tratamento de esgoto**. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/etapas-tratamento-de-esgoto/>. Acesso em 02 abr. 2025.

Secretaria dos Recursos Hídricos. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Salgado**. Disponível em: <https://www.srh.ce.gov.br/comite-da-bacia-hidrografica-do-salgado/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

SILVA, Danielson Xavier da. O saneamento básico e suas implicações no meio ambiente e na saúde humana. **Engineering Sciences**, v.8, n.3, p.10-18, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2020.003.0002>. Acesso em: 8 jan. 2025.

SIQUEIRA, I. M.; REIS, A. de O.; FRAGA, M. S.; FERREIRA, E. P.; AMARAL, N. L. Eficiência na alocação de recursos em saneamento básico: correlações com saúde, educação, renda e urbanização nos municípios mineiros. **CONTABILOMETRIA - Brazilian Journal of Quantitative Methods Applied to Accounting**, Monte Carmelo, v. 5, n. 1, p. 1-16, jan.-jun./2018. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/contabilometria/article/view/900>. Acesso em 20 mar. 2025.

SOUZA, K. F. De O. **Fossas Negras: Um Problema Para o meio Ambiente e para a saúde pública**. Ariquemes, 2015. P. 1- 40.

TUCCI, C.E.M. “Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. REGA: **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 1. n.1, p. 59-73, jan/jun, 2004. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/279725>. Acesso em 12 mar. 2025.

TUROLLA, Frederico A. **Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas**. Brasília: Ipea, 2002. P. 1-27. Disponível em: [http://www.livrosgratis.com.br/arquivos\\_livros/td\\_0922.pdf](http://www.livrosgratis.com.br/arquivos_livros/td_0922.pdf). Acesso em: 19 set. 2024.

VERÍSSIMO, L. S.; Aguiar, R. B. COMPORTAMENTO DAS BACIAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO. **Hidrogeologia da bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira**. Fortaleza: CPRM/FINEP, 2005.

VILA NOVA, Fátima Verônica Pereira; TENÓRIO, Nicole Bezerra. **Doenças De Veiculação Hídrica Associadas à Degradação Dos Recursos Hídricos do Município De Caruaru - PE**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 20, n. 71, p. 250–264, 2019. DOI: 10.14393/RCG207145545. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/45545>. Acesso em: 13 jan. 2025.

VON, Sperling Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Vol.1. 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.