



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA – IFBA
CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA – BAHIA
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

JAIRO BRUNO SILVA PINTO FERREIRA

**ANÁLISE SOBRE A PRESENÇA DO ESGOTO SANITÁRIO EM GALERIAS
DE ÁGUAS PLUVIAIS NA CIDADE DE BRUMADO-BA**

VITÓRIA DA CONQUISTA
AGOSTO DE 2024

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS DO IFBA, COM OS DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

F383a Bruno Silva Pinto Ferreira, Jairo

ANÁLISE SOBRE A PRESENÇA DO ESGOTO SANITÁRIO EM GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS NA CIDADE DE BRUMADO-BA: / Jairo Bruno Silva Pinto Ferreira; orientadora Katielle Silva Brito Kateivas; coorientador Acimarney Correia Silva Freitas -- Vitória da Conquista : IFBA, 2024.

44 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) -- Instituto Federal da Bahia, 2024.

1. Contaminação dos corpos hídricos. 2. Esgoto sanitário. 3. Galerias de águas pluviais. 4. Rede coletora de esgoto. 5. Sistema separador absoluto. I. Silva Brito Kateivas, Katielle, orient. II. Correia Silva Freitas, Acimarney, coorient. III. TÍTULO.

CDD/CDU

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DA BAHIA, *CAMPUS* VITÓRIA DA CONQUISTA, COORDENAÇÃO
DO CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE SOBRE A PRESENÇA DO ESGOTO SANITÁRIO EM GALERIAS
DE ÁGUAS PLUVIAIS NA CIDADE DE BRUMADO-BA**

Jairo Bruno Silva Pinto Ferreira

Trabalho de Conclusão de Curso encaminhado para apreciação do Colegiado de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, campus Vitória da Conquista, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharelado em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof. Dra. Katielle Silva Brito Kateivas

Coorientador: Prof. Dr. Acimarney Correia Silva Freitas

VITÓRIA DA CONQUISTA

AGOSTO DE 2024

Dedico este trabalho a minha
mãe, Amélia, ao meu pai,
Minuto, e em memória a
minha irmã, Poliana.

RESUMO

A presença do efluente esgoto sanitário em galerias de águas pluviais em um Sistema Separador Absoluto desencadeia uma série de problemas de vários âmbitos, social, financeiro, de infraestrutura, ambiental e de saúde pública. Em virtude da corrosão gerada pelos ácidos formados a partir dos gases criados na decomposição do esgoto, as galerias de águas pluviais que não são obrigatoriamente confeccionadas por materiais resistentes a sulfatos sofrem danos estruturais. Como resultado, problemas de infraestrutura podem vir a surgir, pois o pavimento sobre as galerias escoar para os vazios originados após o desmoronamento das galerias em virtude dos danos em sua estrutura, prejudicando as vias e o rolamento de veículos, deixando-as, muitas das vezes, intransitáveis. Além disso, pode gerar um desconforto aos habitantes residentes nas proximidades, em virtude do contato com os gases malcheirosos liberados pela existência do esgoto sanitário, que se deslocam através dos espaços avariados, tornando tais localidades indesejáveis e desvalorizadas. Como o efluente pluvial transportado pelas galerias não precisa de tratamento para ser destinado aos corpos hídricos receptores, a concentração demasiada do esgoto sanitário nessa parte do sistema, possibilita poluição e até mesmo contaminação de tais corpos hídricos, podendo vir a causar danos ambientais. A contaminação dos corpos hídricos receptores propicia a disseminação de microrganismos patogênicos, resultando na proliferação de doenças de veiculação hídrica e, conseqüentemente, desencadeando problemas de saúde pública, necessitando a adoção de medidas que solucionem tais problemas ou que, pelo menos, possam mitigá-los. O objetivo deste trabalho foi analisar os impactos da presença do esgoto sanitário no sistema responsável pelo transporte de águas pluviais, na cidade de Brumado/BA, que não possui rede coletora de esgoto, nem sistema separador absoluto, utilizando as galerias de águas pluviais para transportar esgoto doméstico, em inconformidade com as normas técnicas. Os principais problemas observados foram a deterioração das galerias, danos nos pavimentos, efluente escoando nas ruas através das avarias, mal cheiro, acúmulo considerável do efluente, inclusive a céu aberto, e lançamento deste sem nenhum tratamento em corpo d'água receptor. Os impactos observados são oriundos da não aplicabilidade da legislação ambiental que culmina em transtornos para a população, além de trazer prejuízos para o meio ambiente e saúde pública.

Palavras-chave: Contaminação dos corpos hídricos; Esgoto sanitário; Galerias de águas pluviais; Rede coletora de esgoto; Sistema separador absoluto.

ABSTRACT

The presence of sanitary sewage effluent in stormwater galleries within a Separate Sewer System triggers a series of problems across various domains, including social, financial, infrastructural, environmental, and public health. Due to the corrosion generated by acids formed from gases produced during sewage decomposition, stormwater galleries, which are not necessarily constructed with sulfate-resistant materials, suffer structural damage. Consequently, infrastructural problems may arise as the pavement above the galleries collapses into the voids formed after the galleries' structural failure, affecting roadways and vehicular traffic, often rendering them impassable. Furthermore, this can cause discomfort to nearby residents due to the foul-smelling gases released by the presence of sanitary sewage, which migrate through the damaged spaces, making such areas undesirable and devalued. Since the stormwater effluent transported by the galleries does not require treatment before being discharged into receiving water bodies, the excessive concentration of sanitary sewage in this part of the system can lead to pollution and even contamination of these water bodies, potentially causing environmental damage. The contamination of receiving water bodies facilitates the dissemination of pathogenic microorganisms, resulting in the proliferation of waterborne diseases and consequently triggering public health issues, necessitating the adoption of measures to solve or at least mitigate these problems. The objective of this study was to analyze the impacts of the presence of sanitary sewage in the system responsible for transporting stormwater in the city of Brumado/BA, which lacks a sewage collection network and a separate sewer system, using stormwater galleries to transport domestic sewage, in non-compliance with technical standards. The main problems observed included the deterioration of galleries, damage to pavements, effluent flowing onto streets through damages, foul odors, significant accumulation of effluent, including in open areas, and the discharge of untreated effluent into receiving water bodies. The observed impacts stem from the non-application of environmental legislation, resulting in inconveniences for the population, as well as causing harm to the environment and public health.

Keywords: Contamination of water bodies; Sanitary sewage; Separate sewer system; Sewage collection network; Stormwater galleries.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	19
Figura 2	24
Figura 3	26
Figura 4	27
Figura 5	27
Figura 6	28
Figura 7	28
Figura 8	29
Figura 9	29
Figura 10	30
Figura 11	31
Figura 12	32
Figura 13	33
Figura 14	34
Figura 15	34
Figura 16	35
Figura 17	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.....	37
Tabela 2.....	38
Tabela 3.....	39
Tabela 4.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS.....	9
2.1	Objetivo Geral.....	9
2.2	Objetivos Específicos	9
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
3.1	Tipos de efluentes	10
3.2	Tipos de sistema de esgotos.....	12
3.2.1	Sistema unitário de esgotos	12
3.2.2	Sistema separador parcial	13
3.2.3	Sistema separador absoluto	14
3.3	Características do sistema separador absoluto.....	17
3.4	Impactos da presença de esgoto doméstico em galerias de águas pluviais	18
3.5	Saneamento básico x saúde pública.....	20
3.6	Saneamento básico x meio ambiente	21
4	METODOLOGIA	25
4.1	Tipo da pesquisa	25
4.1.1	Estudo de caso	25
5	ESTUDO DE CASO.....	26
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico é essencial para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável e saudável. Trata-se de serviços e infraestrutura, que inclui o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana. Logo, desempenha papel crucial na promoção da saúde pública, melhoria da qualidade de vida, preservação do meio ambiente, desenvolvimento econômico e equidade social.

Condições inadequadas de esgoto, ou falta de esgotamento sanitário, pode levar à proliferação de doenças de veiculação hídrica, como cólera, hepatite A, disenteria, parasitoses, entre outras. A Organização Mundial da Saúde, OMS, estima que a falta de saneamento adequado seja responsável por uma parcela significativa das doenças infecciosas. Portanto, investir em saneamento básico é investir na prevenção de doenças e conseqüentemente na saúde pública.

Proteção ao meio ambiente é outro aspecto importante do saneamento básico. Sistemas de saneamento bem projetados ajudam a prevenir a contaminação de solos, rios, lagos e aquíferos, algo essencial na preservação da biodiversidade e para a manutenção dos ecossistemas. A deterioração da natureza, provocada pela falta de saneamento, provoca conseqüências devastadoras, tanto para a natureza quanto para as comunidades humanas que dependem dela.

No Brasil, segundo dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS, 2023), apenas cerca de 60% do país possui rede coletora de esgoto. Na região Nordeste a situação é ainda pior, menos de 40% da região contempla com tal infraestrutura e serviço. A cidade de Brumado/BA, localizada no Centro-Sul do estado, possui apenas 6,28% de esgotamento, algo que desencadeia em várias problemáticas, como infraestrutura urbana, saúde pública e impactos ambientais (SNIS, 2023).

Em virtude disso, foi realizado um estudo de caso sobre os impactos da presença de esgoto sanitário nas galerias de águas pluviais no município de Brumado-Bahia. Foram levantadas informações técnicas referentes aos tipos de efluentes, sistemas de esgotos, correlação entre saneamento básico, saúde pública e meio ambiente, a fim de auxiliar na compreensão da realidade local, evidenciada através de fotografias e observações “*in loco*”.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os impactos da presença do esgoto sanitário em galerias de águas pluviais na cidade de Brumado-Bahia.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as consequências do mal uso da rede pluvial no município;
- Observar o efeito da corrosão bacteriana na rede de esgoto pluvial;
- Verificar os impactos sociais, ambientais e na saúde pública resultantes da presença do esgoto sanitário nas galerias de águas pluviais;
- Analisar o atendimento à Legislação e normas que se referem a condução, tratamento e destinação de efluentes na cidade de Brumado-BA;
- Propor soluções aos problemas identificados.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As transformações produzidas pelo desenvolvimento humano, principalmente no século XX, trouxeram melhorias nas condições de saúde. Se considerar globalmente, houve um aumento da expectativa de vida para 65 anos em 1995, algo que era próximo dos 45 anos, em 1950. Países desenvolvidos, mesmo na década de 1950, já possuíam expectativa de vida de 67 anos, e a principal diferença entre os países desenvolvidos, dessa época, e os países subdesenvolvidos, era os esforços em melhorar as condições ambientais, abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta e descarte adequado de resíduos sólidos (Philippi Jr, 2005).

No Brasil, houve uma explosão demográfica nos centros urbanos na segunda metade do século XX (Hogan, 2000). Logo, teve um aumento da demanda por infraestrutura, principalmente em ações de saneamento, apesar dos investimentos não conseguirem atender as indigências (Philippi Jr, 2005).

Um efluente líquido, é definido como algum tipo de despejo líquido de qualquer fonte para o meio ambiente. Tal termo é muito utilizado em contextos industriais, domésticos e ambientais para descrever líquidos descartados após o uso em diversos processos.

O efluente esgoto sanitário é constituído de esgoto doméstico e industrial, água de infiltração e a parcela de contribuição pluvial parasitária julgada conveniente (NBR 9800, 1987).

3.1 Tipos de efluentes

O esgoto industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo efluentes de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico (NBR 9800, 1987).

Tal efluente pode conter uma vasta gama de contaminantes, incluindo substâncias químicas perigosas, metais pesados, solventes, óleos, graxas e outros compostos tóxicos. A composição desse efluente dependerá do tipo de indústria que o produz e de seus processos de fabricação. Seu volume pode modificar significativamente dependendo da eficiência dos processos de produção e tratamento. A variabilidade da composição e carga poluente do esgoto industrial podem variar com o tempo, de acordo com as atividades de produção e mudanças nos processos industriais.

Os valores limites dos parâmetros básicos dos efluentes líquidos industriais para serem lançados no sistema coletor público de esgoto sanitário, dotado ou não de tratamento, devem obedecer ao disposto nas legislações federal, estadual e municipal em vigor, tendo em vista a compatibilização desses efluentes com as características do sistema coletor e/ou do corpo receptor (NBR 9800, 1987).

O esgoto pluvial é formado a partir do escoamento superficial de águas originárias das chuvas, assim como também da lavagem das ruas e de drenos subterrâneos ou de outro tipo de precipitação atmosférica (Medeiros Filho, 1997).

Em condições normais, tal efluente é considerado relativamente limpo, não havendo necessidade de tratamento para ser direcionado a algum corpo d'água receptor, afinal seu potencial poluidor e contaminante é baixo em virtude da grande diferença de vazão entre o efluente e o corpo receptor escolhido, sendo a própria capacidade de depuração do corpo d'água já suficiente.

O esgoto doméstico compreende toda a vazão resultante do uso da água pelo homem em seus hábitos higiênicos e atividades fisiológicas (NBR 9800, 1987). Seja lavagem de roupas e pisos, ou consumo em pias de cozinha, lavatórios, bacias sanitárias e ralos de chuveiro. O composto líquido resultante da mistura das excretas humanas com águas de descargas (águas negras) se une as provenientes de atividades de asseio (águas servidas) e basicamente resultam no esgoto comum (doméstico).

Este efluente é composto com cerca de 0,1% de sólidos, todo percentual restante é constituído praticamente por água. Essa pequena parcela de sólidos é causadora de muitos transtornos, devido a presença de microrganismos consumidores de matéria orgânica e de oxigênio, além dos patogênicos (Medeiros Filho, 1997).

Em razão do escoamento turbulento nos condutos, tais sólidos são dissolvidos formando um efluente de coloração cinza-escura, com liberação de gases mal cheirosos, derivados da atividade metabólica dos microrganismos presentes. Em tais condições o esgoto passa a ser denominado de esgoto velho.

Os agentes patogênicos presentes nas fezes ou urina, são prejudiciais à saúde humana, provocando doenças transmissíveis, que dependendo do padrão de saúde da região, podem ser configuradas como endêmicas e/ou epidêmicas, havendo necessidade da adoção de providências sanitárias. Apesar de, uma parte desses microrganismos vivos

presentes nos esgotos domésticos sejam de natureza virótica, larvas, protozoários ou vermes, a grande maioria dessa população é de bactérias aeróbias e anaeróbias.

Em quantidade insuficiente de oxigênio no meio, as bactérias anaeróbias desenvolvem-se pelo processo de putrefação. Essa decomposição decorrente do desenvolvimento bacteriano compromete a estabilidade do sistema de esgoto sanitários, seus condutos e equipamentos, e, portanto, os materiais que os compõem necessitam ser capazes de resistir a tais condições.

3.2 Tipos de sistema de esgotos

O sistema de esgotos é uma infraestrutura essencial para o saneamento básico de uma comunidade, visando a coleta, transporte, tratamento e disposição adequada do esgoto sanitário. Essas redes de esgotos têm um papel crucial na preservação do meio ambiente, na promoção da saúde pública e no desenvolvimento sustentável das cidades.

Objetivando transportar com rapidez e segurança os efluentes domésticos, industriais e pluviais, se faz necessário um conjunto de estruturas formado por canalizações coletoras, elevatórias, unidades de tratamento e lançamento final, assim como também acessórios imprescindíveis para o funcionamento eficiente do sistema. Tal conjunto de obras, que objetiva coletar, transportar, tratar e dar destino final apropriado às vazões de esgoto, é denominado Sistema de Esgotos (Medeiros Filho, 1997).

Existem diferentes tipos de sistemas de esgotos, cada um com suas características específicas para atender às necessidades das áreas urbanas e rurais. A escolha do tipo de sistema mais adequado dependerá das características da região, como por exemplo a densidade populacional, acesso à infraestrutura, disponibilidade de recursos financeiros e índices pluviométricos.

3.2.1 Sistema unitário de esgotos

O sistema unitário de esgotos é um tipo de infraestrutura de saneamento básico que abrange a coleta e transporte conjunto das águas pluviais e do esgoto doméstico em uma única rede de tubulações. Nesse sistema, as águas pluviais que escoam pelas ruas e superfícies impermeáveis, como calçadas e telhados, são direcionadas para a mesma rede de esgoto que coleta os efluentes domésticos provenientes das residências e estabelecimentos (Philippi Jr, 2005).

Esse tipo de sistema surgiu no século XVIII, e logo foi propagado pelas principais cidades do mundo da época, como por exemplo Paris, Londres, Chicago e Buenos Aires. Todavia em regiões tropicais e equatoriais eventualmente ocorrem chuvas de grande intensidade em um curto intervalo de tempo, tornando a adoção desse tipo de sistema inviável. Afinal, haveria necessidade de galerias subterrâneas de grande porte, obras extremamente onerosas, incompatíveis com as condições econômicas dos países situados nessa faixa do globo (Medeiros Filho, 1997).

É válido ressaltar que, em situações de estiagem pode ocorrer o acúmulo de sólidos nesses tipos de galerias em virtude de suas elevadas proporções, exigindo condutos com seções compostas que garantam o arraste desse material, ou demandando mais manutenção. Ambas soluções desencadeariam em mais despesas.

Uma das vantagens do sistema unitário, é que a água das chuvas dilui a carga poluente dos esgotos, reduzindo a sua concentração e de contaminantes no efluente encaminhado à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), facilitando parte do tratamento. Entretanto, em situações de chuvas intensas, a quantidade de água que entra no sistema pode exceder a capacidade da rede de esgoto e das ETEs, provocando a lavagem da mesma.

A "lavagem de uma ETE" não planejada devido às chuvas intensas e enchentes, pode causar diversas consequências negativas, como transbordamento de efluentes não tratados, que podem contaminar os corpos d'água, danos nos equipamentos do sistema, e até mesmo interrupção dos serviços de tratamento (Medeiros Filho, 1997).

Considerando as tendências em direção a sistemas mais sustentáveis, é importante que as cidades avaliem a viabilidade de alternativas, como sistemas separadores e tecnologias mais eficientes de tratamento. No Brasil, o sistema estabelecido é o separador absoluto.

3.2.2 Sistema separador parcial

No Brasil, ingleses contratados pelo imperador D. Pedro II, elaboraram e implantaram sistemas de esgotamento para Rio de Janeiro e São Paulo, afinal o país estava sendo prejudicado no comércio internacional, visto que os países desenvolvidos evitavam os portos de países que não possuíam saneamento, em virtude do receio de contaminação

da tripulação dos navios e conseqüentemente propagação de doenças contagiosas em seus países (Medeiros Filho, 1997).

Ao analisarem a realidade brasileira, os projetistas se viram diante de peculiaridades e diferenças das situações em países mais desenvolvidos e localizados em clima temperado. Foi necessário então, criteriosos estudos que justificassem a instalação de um novo sistema, que objetivava reduzir os custos de implantação, assim como também as tarifas a serem pagas pelos cidadãos.

Como solução nessa época, foi criado o sistema separador parcial, projetado para que em situações de chuvas intensas, fosse possível a permissão da entrada controlada de uma parte das águas pluviais no sistema de esgotos. Utilizando dispositivos de controle de fluxo, como comportas ou câmaras de mistura, para evitar sobrecargas na ETE (Medeiros Filho, 1997).

O sistema separador parcial de esgotos é uma abordagem que oferece benefícios significativos em termos de prevenção de poluição e melhoramento da qualidade da água. Embora possa envolver custos iniciais mais elevados e um planejamento cuidadoso, a implementação desse sistema pode contribuir para um ambiente mais saudável e sustentável, reduzindo os impactos negativos dos esgotos no meio ambiente e nas comunidades.

3.2.3 Sistema separador absoluto

No Brasil, o tipo de sistema de esgoto estabelecido como obrigatório é o sistema separador absoluto em virtude da sua localização geográfica, por ser um país tropical está susceptível às chuvas de alta intensidade. A evolução tecnológica tem proporcionado soluções mais eficientes e sustentáveis, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população e para a conservação dos recursos hídricos.

O Sistema Separador Absoluto de esgotos é uma proposta mais acessível no contexto do saneamento urbano, que se diferencia pela completa segregação das águas pluviais e dos esgotos domésticos e industriais. Nesse sistema, as redes de coleta de águas pluviais e esgotos domésticos são completamente independentes, resultando em vantagens significativas em termos de gestão dos recursos hídricos, controle de poluição e preservação do meio ambiente.

George Waring, engenheiro civil estadunidense e notável na área de saneamento, foi contratado em 1879 para projetar um sistema de esgotos em Memphis, uma cidade nos EUA de economia rural e relativamente desprovida de recursos financeiros, e que por isso seria incapaz de implantar um sistema convencional à época. Portanto, o projetista elaborou um sistema que separava totalmente as águas residuárias domésticas das vazões pluviais para o dimensionamento dos condutos (Medeiros Filho, 1997).

Não demorou para que este sistema se espalhasse em outros países, como por exemplo no Brasil. O mais notável sanitarista brasileiro da época, o engenheiro civil Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, foi um dos responsáveis em destacar a divulgação do sistema separador absoluto. Logo, em 1912, tal sistema foi adotado obrigatoriamente no país, tendo em vista os estudos, trabalhos e sistemas reformados pelo engenheiro (Medeiros Filho, 1997).

A característica primordial do sistema separador absoluto é a segregação total das águas pluviais do esgoto doméstico, desde o ponto de coleta até a sua destinação final. Isso é alcançado através de redes separadas para cada tipo de efluente. As águas pluviais são direcionadas a corpos d'água naturais, enquanto os esgotos são encaminhados a estações de tratamento de esgoto (ETEs), e posteriormente é dado destino ao efluente, dentro de condições aceitáveis, que não impactem relativamente nas características do corpo receptor onde ele é lançado (Medeiros Filho, 1997).

A separação absoluta das águas pluviais dos esgotos, possibilita a utilização de condutos com dimensões menores, diminuindo os custos das obras e facilitando a realização destas, conseqüentemente tornando o sistema mais acessível em regiões com menos recursos financeiros.

Este sistema simplifica o tratamento nas ETEs, permitindo que os processos de purificação sejam mais eficazes, direcionados especificamente aos esgotos domésticos, reduzindo os riscos de contaminação e contribuindo para a saúde dos ecossistemas aquáticos. Além disso, o sistema separador absoluto evita a sobrecarga hidráulica nas ETEs, e como as águas pluviais são direcionadas para outra rede, em situações de chuvas intensas o sistema não sofre com transbordamentos de esgotos não tratados, mitigando os impactos negativos no ambiente urbano e na saúde pública.

Considerando as abordagens realizadas e visando fortalecer os motivos pelo qual o sistema separador absoluto é o tipo de sistema mais utilizado por vários países

atualmente, serão apontadas algumas desvantagens do sistema unitário e vantagens do sistema separador absoluto, segundo Medeiros Filho (1997):

a) Desvantagens do sistema unitário:

- Alto custo de implantação, em virtude da necessidade de construção de galerias enormes, que garantam o transporte das vazões máximas de projeto.
- Obras mais complexas e demoradas, por motivo das grandes dimensões das galerias.
- Alto custo de tratamento do efluente, afinal o volume de esgotos coletados e transportados em épocas chuvosas é muito grande.
- Alto custo de manutenção do sistema, tendo em vista que as galerias devem suportar as altas vazões, quando estas são baixas ocorre sedimentação de resíduos em períodos de estiagem, gerando problemas hidráulicos nos canais.

b) Vantagens do sistema separador absoluto

- Possibilita a implantação independente dos canais (coletores e galerias), facilitando as obras por permitir que sejam executadas em etapas.
- Desobriga a necessidade de galerias pluviais em parte do sistema de drenagem, já que dependendo do volume a ser drenado e da declividade da rua, o escoamento se faz pelas sarjetas, resultando em menor extensão da rede pluvial, conseqüentemente diminuindo os custos das obras;
- Permite a instalação de coletores em vias sem pavimento.
- Em função da redução das dimensões dos condutos, torna possível a utilização de peças pré-moldadas, reduzindo custos e prazos de implantação do sistema.
- Reduz as dimensões das estações de tratamento, assim como a operação e manutenção destas, em função da constância das vazões de esgoto sanitário e de suas propriedades físico-químicas e biológicas.
- Proporciona maior flexibilidade para o destino das águas pluviais, já que o efluente não se mistura com o esgoto sanitário, evita a necessidade de

tratamento antes do lançamento nos corpos receptores da área, reduzindo a extensão das galerias e o tamanho de suas seções.

3.3 Características do sistema separador absoluto

Como no sistema separador absoluto os efluentes possuem propriedades bem diferentes, cada parte do sistema é confeccionada com materiais apropriados para as necessidades existentes. Não havendo, por exemplo, a exigência de que as galerias pluviais sejam confeccionadas com material que possui resistência a sulfatos.

Na produção do tubo para água pluvial pode ser utilizado qualquer tipo de cimento Portland, de acordo com a ABNT NBR 16697. Na produção do tubo para esgoto sanitário, efluente industrial ou drenagem pluvial, nos casos em que seja comprovada a contaminação por esgoto doméstico, deve ser utilizado cimento resistente a sulfatos, conforme ABNT NBR 16697 (ABNT NBR 8890, 2020).

O esgoto doméstico contém bactérias que, ao se decomporem, produzem gases que condensam originando o ácido sulfúrico. Esta substância possui alto poder de reação sobre aglomerantes, como por exemplo, o cimento comum. Materiais metálicos também não estão livres do efeito corrosivo desse ácido. Medidas como controle da produção de ácido sulfúrico, e eliminação deste, ajudam na durabilidade dos condutos que sofrem com a corrosão do ácido gerado pela decomposição bacteriana (Medeiros Filhos, 1997).

A legislação brasileira estabelece o sistema separador absoluto como obrigatório para um sistema de coleta de esgotos no país, mas na prática isso não ocorre em virtude das ligações clandestinas e à falta de rede de esgotamento sanitário que atenda a toda população. Devido a falta de recursos financeiros para instauração da rede de esgoto doméstico, algumas prefeituras têm permitido o uso das galerias pluviais para o transporte do esgoto comum, medida inadequada que resulta em vários problemas. Quando o sistema de coleta de esgoto doméstico é implementado, existe uma enorme dificuldade na retirada das ligações clandestinas da rede pluvial, algo que resultará em dois sistemas misturados com diferentes níveis de carga (Tucci, 2005).

A utilização de um material inerte ao ácido sulfúrico, evita custos relativamente altos de reposição de peças suscetíveis a danos por corrosão, além dos transtornos provenientes dela. Portanto, na parte do sistema responsável pelo transporte de esgoto doméstico, a escolha de um material adequado, resistente ao ácido sulfúrico deve ser

considerada. A NBR 8890/2020 também recomenda a utilização de cimento resistente a sulfatos nos casos em que seja comprovada a contaminação por esgoto doméstico na rede de drenagem pluvial, conforme a ABNT NBR 16697.

3.4 Impactos da presença de esgoto doméstico em galerias de águas pluviais

A parte do sistema responsável por transportar o efluente pluvial são as galerias de águas pluviais, projetadas somente para esse fim.

Algumas das vantagens desta individualização está na redução dos custos das galerias, em função da menor extensão da rede de drenagem pluvial, considerando que nem todas as ruas de uma cidade necessitam de condutos, podendo algumas, à depender da declividade e volume a ser drenado, escoar o efluente pelas sarjetas. A flexibilização do destino do efluente, também é uma vantagem, visto que as águas pluviais desnecessitam de tratamento, pois não oferecem o mesmo nível de risco à saúde pública que o esgoto doméstico (Philippi Jr, 2005).

Apesar do Brasil ser considerado um país em desenvolvimento, apresenta muitas características de países subdesenvolvidos, como o mal uso do sistema de saneamento, isso, quando tal sistema existe na localidade. Esse fato favorece o uso de ligações clandestinas de esgoto doméstico. Esta situação resulta no comprometimento da eficácia dessa parte do sistema provocando problemas ambientais, sociais, financeiros e de infraestrutura.

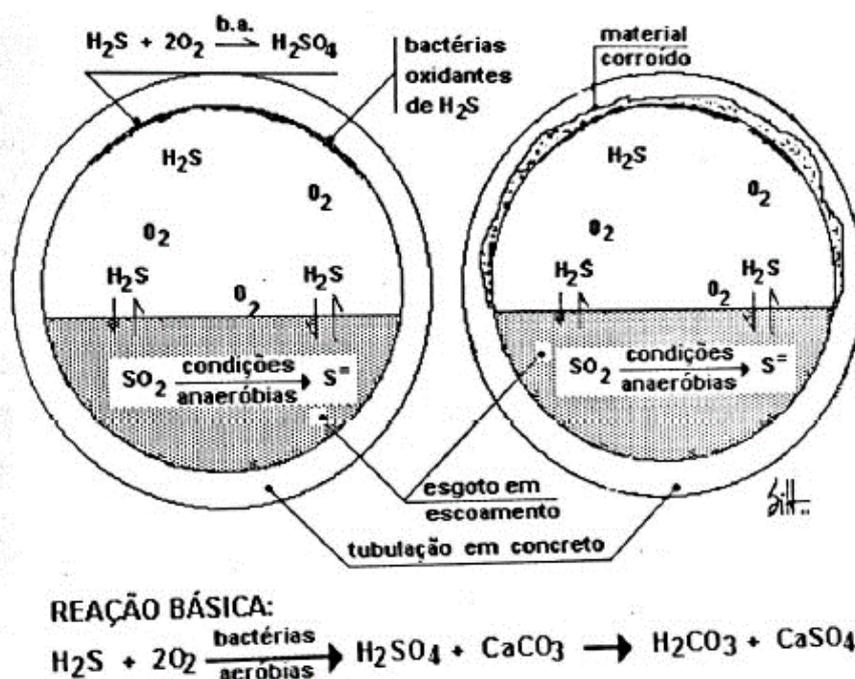
Em regiões de climas quentes, temperaturas médias acima de 25° C, é bem comum o surgimento de um fenômeno nos esgotos em condições sépticas. Na decomposição orgânica, o consumo de oxigênio dos sulfatos (SO_4) provoca o aparecimento do gás sulfídrico (H_2S), que se desprende da massa líquida para o espaço aéreo interno do conduto. O contato com o oxigênio (O_2), presente no ar circulante no espaço livre do conduto, com as bactérias, favorece a condensação desses gases, originando ácido sulfúrico (H_2SO_4), um ácido forte, que tem alto potencial de reação com aglomerantes, em especial o cimento comum (Medeiros Filho, 1997).

O ácido sulfúrico formado pela ação bacteriana tem alto poder de reação sobre materiais ligantes como o cimento comum, originando sulfatos de cálcio, que são compostos moles e quebradiços, sem condições de resistirem às cargas externas, tendendo ao desmoronamento das canalizações (Medeiros Filho, 1997).

É muito comum que a localização das galerias seja abaixo das vias de rolamento de veículos, logo, o pavimento acima delas também é danificado, resultando em vias intransitáveis, ou inadequadas para passagem de veículos. Gases malcheirosos presentes no esgoto doméstico são expelidos nesses pontos, afetando a qualidade de vida da população exposta. Obras para recuperação das galerias e dos pavimentos, tornam-se necessárias e quase que um desperdício de verba pública, afinal servirão apenas para remediar brevemente algo que acontecerá novamente, seja na mesma localização ou nas proximidades, visto que em toda extensão das galerias a resistência às cargas externas estará comprometida pelo contato com os ácidos.

O fenômeno pode ser esquematizado e ilustrado conforme a figura a seguir:

Figura 1: Corrosão bacteriana do concreto nas canalizações de esgotos sanitários:



Fonte: Medeiros Filho, (1997).

As galerias de águas pluviais não são projetadas para transportar um efluente para ETEs, afinal o efluente pluvial não necessita de tratamento. Entretanto, com a presença do esgoto doméstico, existe a possibilidade de um impacto ambiental não previsto, visto que o destino do efluente transportado pode interferir consideravelmente nos corpos receptores.

Os corpos receptores poluídos e até mesmo contaminados acabam proporcionando a proliferação de doenças de veiculação hídrica, gerando problemas de saúde pública, e até mesmo zoonoses, afinal animais passam a ter contato com tais corpos hídricos

contaminados, e seus excrementos podem também ser fontes de doenças através de vetores como por exemplos insetos (Medeiros Filho, 1997).

3.5 Saneamento básico x saúde pública

A OMS define saúde pública como a ciência e a arte de promover, proteger e recuperar a saúde, por meio de medidas de alcance coletivo e de motivação da população (Philippi Jr. 1988). A saúde pública deve ter como objetivo o estudo e a busca de soluções para problemas que levam ao agravamento da saúde e da qualidade de vida da população, considerando para tanto os sistemas sociocultural, ambiental e econômico (Philippi Jr, 2005).

Em 2005 no Brasil, 65% das internações hospitalares são provenientes de doenças de veiculação hídrica. A classificação ambiental das doenças, em relação a água, pode ser feita no conceito de White *et al.* (1972) e apresentado por Prost (1992) (Philippi Jr, 2005).

Estudos realizados por Moraes e Jordão (2002) estimaram que investimentos entre R\$ 1,00 e R\$ 4,00 em saneamento básico podem economizar entre R\$ 5,00 e R\$ 10,00 em saúde pública, respectivamente. Outro estudo afirma que para cada dólar investido em serviços de saneamento, obtém-se uma redução de 16% no orçamento da União e, levando em conta ainda benefícios indiretos, como conforto, bem-estar e desenvolvimento econômico, esta relação atinge US\$ 3,50, por cada dólar investido (Martins, 2001).

Quando esgoto escoar na superfície, ele segue o fluxo comum das águas em uma bacia de drenagem e há tendência dos resíduos presentes se concentrarem nas partes mais baixas, fundos de microbacias, planícies de inundação de córregos ou rios maiores. Nessas situações há possibilidade de formação de corpos d'água com características de lagoas. Com a urbanização nesses entornos, há sempre chance de proliferação de mosquitos. Além disso, há riscos de surgir focos de transmissão de leptospirose e, entre outras infecções entéricas e a hepatite A. Caso esses corpos hídricos sejam utilizados para fins de diversão, essas doenças podem atingir crianças (Philippi Jr, 2005).

Estudos do Banco Mundial (1993) estimam que o ambiente doméstico inadequado é responsável por quase 30% da ocorrência de doenças nos países em desenvolvimento (FUNASA, 2004).

A parcela da população mais atingida pela falta de saneamento básico é a mais carente de recursos financeiros, visto que, a exclusão social contribui para expulsão dessa

parte da população para áreas deficientes em infraestrutura de saneamento, moradia e saúde. E em conjunto com outros fatores como desnutrição crônica e desgaste físico, o problema se intensifica.

Segundo o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), o Brasil possui somente 60,73% de esgotamento sanitário em todo território no ano de 2023, com 81,64% da coleta possuindo tratamento. Na região Nordeste a situação piora, tendo apenas 38,64% de coleta e 76,31% de tratamento desta (SNIS, 2023).

Logo, percebe-se uma relação estreita entre saneamento básico e saúde pública, inclusive no que se refere no aumento de gastos públicos, especialmente no tratamento de doenças de veiculação hídrica e despesas com vigilância sanitária. A falta de tratamento de efluentes proporciona o aumento das taxas de doenças da população, assim como também no desconforto pela exposição ao mal cheiro, poluição visual e aumento da população de insetos indesejáveis que também são vetores de doenças.

3.6 Saneamento básico x meio ambiente

A poluição do meio ambiente é assunto de interesse público em todas as partes do mundo. Não apenas os países desenvolvidos vêm sendo afetados pelos problemas ambientais, como também os países em desenvolvimento, em decorrência de um rápido crescimento econômico associado à exploração de recursos naturais. O aquecimento global, perda da biodiversidade, contaminação e exploração excessiva dos recursos dos oceanos, a escassez e poluição das águas, ausência de saneamento básico e a destinação dos resíduos são de suma importância para a Humanidade (FUNASA, 2004).

As considerações econômicas exercem um grande papel quando se trata de definir a melhor tecnologia disponível, que até certo ponto é influenciada por fatores relativamente independentes das necessidades de controle da poluição. Existem indícios, por exemplo, de que muitas empresas de grande porte tendem a se transferir para áreas sem padrões rígidos de controle, instalando-se em países em desenvolvimento que, na busca de investimentos econômicos, aceitam a poluição como um mal necessário (FUNASA, 2004).

O deságue do esgoto, sem devido tratamento, acentua o impacto ambiental. Quando lançado em algum corpo d'água corrente o impacto sobre a vida local pode ser drástico. O efeito está na dependência de fatores como as vazões do efluente e do corpo

d'água receptor. Quanto maior a vazão do efluente e menor a do corpo d'água de destino, mais grave será o impacto.

De imediato, mudanças na qualidade da água receptora, como aumento da matéria orgânica, diminuição de oxigênio dissolvido e presença de substâncias nocivas podem ser notadas (Philippi Jr, 2005). A demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) representa a quantidade de oxigênio do corpo aquático que os organismos aeróbicos utilizam na degradação da matéria orgânica por meio de processos biológicos, sendo medido em miligramas por litro a temperatura de 20° C. É o parâmetro mais utilizado para avaliar a poluição de um corpo d'água (Philippi Jr, 2005).

Em regiões com deságue sucessivo de esgotos com vazões significativas em comparação a vazão do corpo d'água receptor, a capacidade de depuração natural deste é praticamente anulada, comprometendo longos trechos do corpo d'água. Há situações de intensa perda de oxigênio, estimulando a ação de microrganismos anaeróbicos. A qualidade da água inviabiliza a sobrevivência de animais que necessitam de oxigênio, como por exemplo peixes. Além do mais, devido ao aumento da fertilidade do meio pelo acréscimo de nutrientes, pode haver proliferação excessiva de algas e macrófitas, levando a um processo conhecido como eutrofização (Philippi Jr, 2005).

No Brasil, existem leis que são poderosas ferramentas ao combate e desincentivo de condutas que desencadeiam em contaminação de corpos hídricos e impactos ambientais, que poderiam ser utilizadas por órgãos para evitar hábitos criminosos.

A lei nº 9.433/1997, Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), conhecida também como lei das águas, determina o processo de gestão dos recursos hídricos brasileiros para o uso múltiplo das águas. O objetivo da PNRH é determinar que a água é um bem público, limitado e com valor econômico, sendo, portanto, essencial assegurar a sua disponibilidade para a atual e as futuras gerações com sua utilização racional integral e responsável (Brasil, 1997).

Outro marco da lei nº 9.433/1997 foi a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), que tem como principal função fazer administração dos usos dos recursos hídricos de forma democrática e participativa, bem como coordenar a gestão integrada das águas, mediar conflitos relacionados aos recursos hídricos, planejar e controlar a utilização, recuperar corpos d'água e promover cobrança pelo seu uso (Brasil, 1997).

A lei nº 9.605/1998, Lei de Crimes Ambientais, prevê punição civil, administrativa e criminal contra os crimes ambientais. A lei é rigorosa com pessoas jurídicas acusadas de crime ambiental, prevendo além de multa, suspensão parcial ou total das atividades, interdição temporária do estabelecimento, obra ou atividade e a proibição de fazer empréstimos e contrato com o poder público (FUNASA, 2004).

A lei nº 6.938/1981 dispõe sobre política nacional do meio ambiente, e em seu artigo 15 prevê penalidades para atividades poluidoras para quem expuser a perigo a incolumidade humana, animal ou vegetal, ficando sujeito até às penas de reclusão além de multas, que podem ser aumentadas a depender do resultado, natureza da atividade ou se o crime é praticado durante a noite, domingo ou feriados (Brasil, 1981).

No Brasil, existe o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que, por meio da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes. A Constituição Federal de 1988 e a PNMA (Lei nº 6.938/1981) estabelecem sobre o controle do lançamento de poluentes no meio ambiente, proibindo aqueles que são considerados nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida.

Em seu artigo 4, a resolução nº 357 do CONAMA, classifica as águas doces do território nacional em 5 classes: especial, classe 1, classe 2, classe 3, classe 4 e classe 5. Sendo as de classe 2, possível ser destinadas ao consumo humano após tratamento convencional, irrigação de hortaliças, e até recreação de contato primário, como natação e mergulho, entre outras atividades. As de classe 3, podendo ser destinadas a consumo humano após tratamento convencional ou avançado, irrigação de algumas culturas arbóreas, forrageiras e cerealíferas e a recreação de contato secundário, entre outras atividades (CONAMA, 2005).

No que diz respeito à gestão, a ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, é responsável por desenvolver as condições técnicas necessárias para a implementação da Lei das Águas, também deve implementar os instrumentos de gestão definidos pela Lei nº 9.433/97, como a outorga preventiva e de direito de uso dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água e a fiscalização desses usos. Além disso, deve buscar soluções adequadas para dois problemas graves do país: as secas prolongadas (especialmente no Nordeste) e a poluição dos rios (FUNASA, 2004).

O Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, INEMA, órgão de administração pública indireta do Estado da Bahia, possui atribuições que incluem a execução de ações e programas vinculados à Política Estadual de Meio Ambiente e Proteção à Biodiversidade, à Política Estadual de Recursos Hídricos, à Política Estadual de Educação Ambiental e à Política Estadual sobre Mudança do Clima (FUNASA, 2004).

A lei estadual nº 11.612/2009, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Estabelece, em seu inciso IX do artigo 46, as diretrizes e critérios gerais para a outorga do direito de uso dos recursos hídricos estaduais e para a cobrança pelo seu uso, inclusive pelo lançamento de efluentes (Bahia, 2009).

O Conselho Estadual De Recursos Hídricos – CONERH, em sua resolução nº 127 de 24 de setembro de 2020, aprovou o enquadramento dos corpos d'água da RPGA, Regiões de Planejamento e Gestão das Águas, da Bacia Hidrográfica do Rio de Contas, no uso de suas competências legais previstos na lei nº 11.612/2009 (CONERH, 2020).

Figura 2: Enquadramento dos corpos de água da RPGA do rio das contas.

ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA DA RPGA DO RIO DAS CONTAS											
UPG RH	Trec ho	Corpo Hídric o	Descrição	Clas se Atua l	Metas Intermediá rias		Enquadr amento (Ano 2030)	Coordenadas Geográficas (SIRGAS 2000)			
					Ano 202 0	Ano 202 5		Início		Final	
								Long. (O)	Lat. (S)	Long. (O)	Lat. (S)
	RA_5	Rio do Antônio	Da zona urbana de Brumado até o Rio Brumado	3	3	3	2	41°39'25"	14°11'28"	41°33'51"	14°4'59"
	RA_5A	Rio do Antônio	Sub-trecho: extensão de 100m do ponto de lançamento do SES Brumado URBIS (Sede)	3	3	3	3	SES Brumado URBIS (Sede) Long: O 41°39'8,43" Lat: S 14°11'29,96"			
	RA_5B	Rio do Antônio	Sub-trecho: extensão de 100m do ponto de lançamento do SES Brumado São Jorge (Sede)	3	3	3	3	SES Brumado São Jorge (Sede) Long: O 41°40'12,39" Lat: S 14°12'57,6"			

Fonte: CONERH, (2020).

Cabe ao ministério público, a sociedade civil e ao povo realizar denúncias ao INEMA e/ou à ANA, que são as entidades competentes que possuem autoridade para fiscalizar e multar os responsáveis pelos crimes ambientais, para que a legislação ambiental seja aplicada e cumprida, contribuindo com a preservação do meio ambiente, assim como na qualidade de vida da população.

4 METODOLOGIA

O estudo foi realizado no município de Brumado/BA, localizado no nordeste do Brasil e situado a 540 Km da capital baiana. A cidade conta com 70.510 habitantes, conforme censo do IBGE (2022) e tem o apelido de Capital do Minério. Segundo levantamento feito pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, Firjan, a cidade é o quarto município mais desenvolvido da Bahia (IFDM, 2016).

Apesar do bom desempenho quanto ao desenvolvimento, a cidade possui somente 6,28% de rede coletora de esgotos (SNIS, 2023) e utiliza sua rede de drenagem pluvial para transportar quase todo o esgoto sanitário gerado pela cidade, lançado-o sem nenhum tipo de tratamento, no corpo d'água receptor, o rio do Antônio.

4.1 Tipo da pesquisa

A pesquisa realizada foi do tipo exploratória de natureza observacional e descritiva (Gil, 2002). Inicialmente, foi feito um levantamento bibliográfico sobre a temática, baseando-se em estudos já produzidos, especialmente livros e artigos científicos.

4.1.1 Estudo de caso

Essa abordagem envolve uma investigação detalhada e intensiva de um caso específico dentro de um contexto real. O estudo de caso é particularmente útil quando se deseja compreender fenômenos complexos e contextuais, oferecendo uma análise profunda e abrangente de uma única entidade, evento, situação ou grupo.

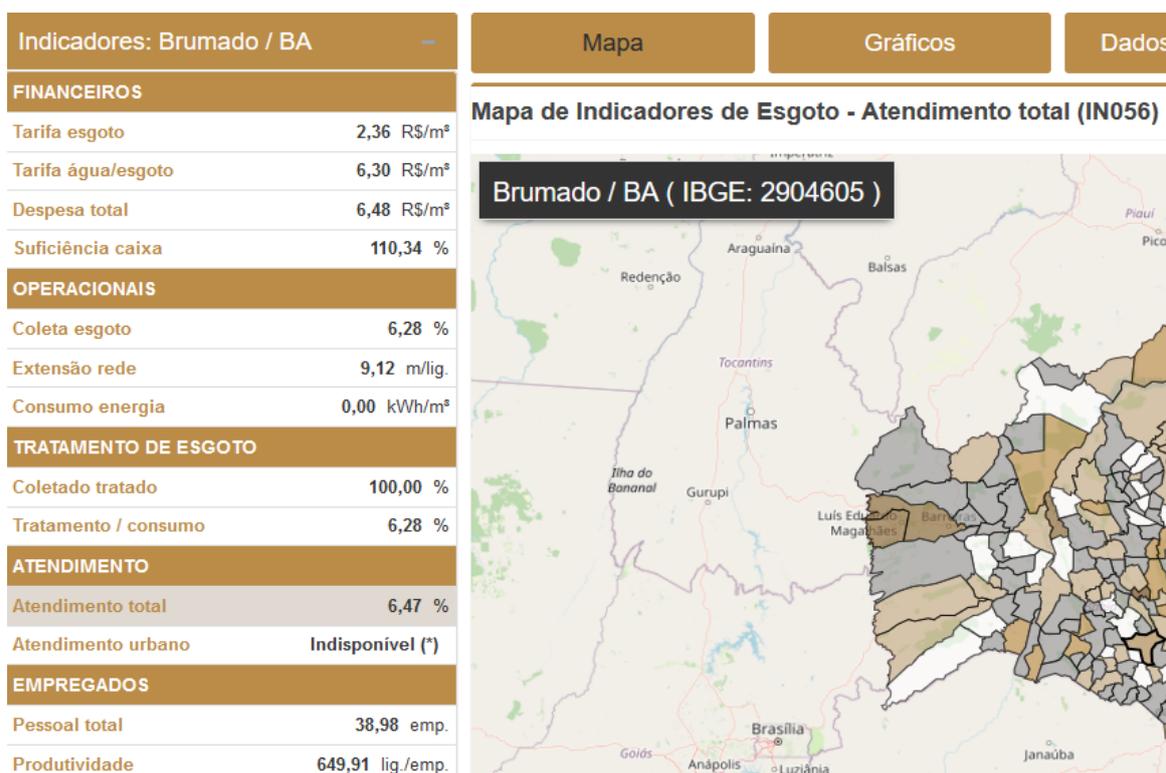
Optou-se por um estudo de caso sobre a presença de esgoto sanitário em galerias de águas pluviais, analisando alguns pontos na cidade de Brumado/BA e os impactos produzidos por ele. Para tanto, foi feito um levantamento de dados e registros fotográficos para possibilitar a análise e considerações acerca da situação do município em relação à este aspecto. Além disso, foram considerados dados secundários no estudo, retirados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), Sistema de Informações Sobre Orçamentos Públicos em Saúde (SIOPS) e da Secretaria de Saúde do município de Brumado/BA.

Ao final, pretendeu-se trazer alternativas para solução do problema, ou ao menos, formas de mitigá-lo.

5 ESTUDO DE CASO

As informações fornecidas pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) demonstradas na figura 2, revelam que somente 6,28% da cidade de Brumado/BA tem acesso aos serviços de coleta e tratamento de esgoto sanitário.

Figura 3: Indicadores de coleta e tratamento de esgoto da cidade de Brumado/BA.



Fonte: SNIS, (2024).

Praticamente todo efluente esgoto sanitário de Brumado/BA, inclusive do bairro Hospital, onde está localizado a principal unidade de saúde da cidade é transportado pelas galerias de águas pluviais do município e posteriormente lançado sem nenhum tipo de tratamento ao corpo d'água receptor, o Rio do Antônio.

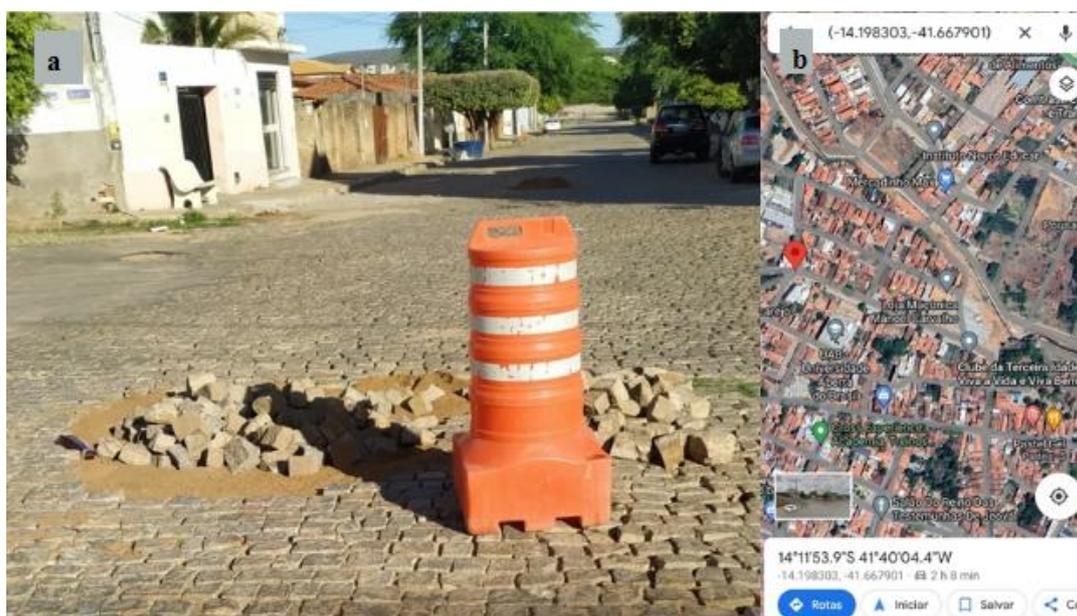
Os registros fotográficos foram realizados no município em dezembro de 2023, os quais permitiram demonstrar alguns problemas relacionados ao sistema de esgotamento nas localidades, como, desmoronamento das vias de rolamento de veículos, tanto em locais de pavimentação de pedras (Figuras 4 e 5) quanto em pontos de tampas de concreto (Figura 6). Esses impactos podem ser provocados em virtude da corrosão proveniente da reação química gerada pela presença do esgoto sanitário nas galerias de águas pluviais que estão abaixo das vias, afinal após a corrosão as galerias perdem a capacidade necessária para resistir aos esforços aplicados.

Figura 4: Danos causados em via de rolamento localizados na rua Jorgeane Silva Mende, 115, bairro Santa Teresa, Brumado/BA, coordenadas geográficas $14^{\circ} 11' 53,9''$ S – $41^{\circ} 40' 04,6''$ W. Em 26/12/2023 às 16h 24min:



Fonte: O próprio autor (2023).

Figura 5: (a) Danos causados em via de rolamento próximo a um posto de visita (PV), localizados na rua Jorgeane Silva Mende, 120, Santa Teresa, Brumado/BA, coordenadas geográficas $14^{\circ} 11' 53,9''$ S – $41^{\circ} 40' 04,4''$ W, data do registro 26/12/2023 às 16h 25min. (b) Imagem de satélite da localização do registro:



Fonte: O próprio autor (2023).

Figura 6: Danos causados na via de rolamento em tampa de um posto de visita (PV), localizados na rua Jorgeane Silva Mende, 130, bairro Santa Teresa, Brumado/BA, coordenadas geográficas 14° 11' 54,1" S – 41° 40' 04,5" W, data do registro 26/12/2023 às 16h 24min:



Fonte: O próprio autor (2023).

Essas imagens evidenciam os impactos referentes a infraestrutura urbana, afinal as vias de rolamento de veículos do município estão totalmente comprometidas, gerando transtornos aos usuários, que incluem mudança de trajetos, dificuldades em guardar os próprios automóveis em suas residências, além de eventualmente envolverem-se em acidentes, como exposto nas reportagens veiculadas em mídias locais (Figuras 7 e 8).

Figura 7: Galeria de águas pluviais desmorona na Rua Paulo Firmino dos Santos, no Bairro Dr. Juracy, Brumado/BA, por volta do meio dia de quinta-feira (07/12/2023) e um caminhão ficou com parte das rodas traseiras afundadas no local:



Fonte: Achei Sudoeste (2023).

Figura 8: Galeria de águas pluviais desmorona e caminhão de coleta de lixo fica preso em buraco nas imediações da Câmara Municipal de Brumado/BA, sábado (02/03/2024), por volta de 22h20:



Fonte: Achei Sudoeste (2023).

A imagem exposta na figura 8, demonstra que a situação comprometeu outros serviços essenciais do município, como foi o caso da coleta de lixo. A reportagem mostrou ainda que existem inúmeros buracos espalhados nas vias públicas, algo que corrobora para a conclusão de que a situação da cidade é generalizada.

Figura 9: (a) Danos causados em via de rolamento, localizados na rua Artur Revenster, 224, Centro, Brumado/BA, coordenadas geográficas 14° 12' 03,6" S - 41° 40' 13,7" W, data do registro 26/12/2023 às 16h 16min. (b) Imagem de satélite do registro, conforme coordenadas as cotas altimétricas são inferiores ao Hospital Municipal:



Fonte: O próprio autor (2023).

A figura 9 exhibe mais danos causados no espaço urbano do município, deixando a via praticamente intransitável e com riscos de acidentes. Nesse ponto, ocorreu obstrução da saída e entrada de veículos da garagem de uma residência. É possível observar a presença de esgoto sanitário a céu aberto na via, algo que proporciona proliferação de doenças de veiculação hídrica e de seus vetores, desconforto e transtornos à população, situação que se torna mais grave em virtude da localização, nas proximidades do Hospital.

Pelas coordenadas geográficas é possível perceber que as cotas altimétricas são inferiores as da unidade de saúde, indicando a possibilidade que a vazão do efluente em questão seja oriundo do próprio Hospital. Tal situação resulta em problemas de saúde pública, uma vez que moradores possam ter contato direto ou indireto (animais e insetos) com tal efluente, trazendo maiores riscos à sociedade.

Foi possível observar também, em outra localidade do município, danos críticos em galerias após um posto de visita (PV), onde houve a execução de uma obra de recuperação, porém em inconformidade com a NBR 8890/2020, já que a Norma recomenda a utilização de cimento resistente a sulfatos em casos que seja comprovada a contaminação por esgoto (Figura 10). É válido ressaltar que, em comparação com o cimento comum, o cimento com resistência a sulfatos não possui preço relativamente diferente, e também é facilmente encontrado no mercado, não impactando de forma contundente no custo das obras.

Figura 10: (a) e (b) Danos causados em via de rolamento após PV, localizados na rua Sr Passos, 240, Noberto Marinho, Brumado/BA, coordenadas geográficas 14° 11' 56,3" S - 41° 40' 15,5" W, data do registro 26/12/2023 às 16h 12min:



Fonte: O próprio autor (2023).

A situação impactou o funcionamento de uma loja de materiais de construção (recebimento e desembarque de mercadorias), assim como o acesso dos clientes. Como o comprimento da vala para recuperação dos danos era de cerca de cinco metros, resultou em transtornos também para o estacionamento de veículos.

Devido a coloração muito escura (Figura 10) provavelmente se tratava de um efluente velho, além do mal cheiro provocado por gases emitidos. É importante ressaltar que o ambiente adjacente a trajeto do efluente nas galerias estava seco, não havia sinais de chuvas em meses, indicando que não se tratava de águas pluviais. Outro ponto relevante, baseando-se nas cotas altimétricas do local, é que a vazão do efluente tem contribuição do esgoto gerado pelo Hospital, aumentando as chances de proliferação de doenças.

Os registros presentes nas figuras 11a e 11b, evidenciam uma galeria de águas pluviais de tipo desconhecida, com comprimento quilométrico, que deveria ser confeccionada para drenagem pluvial. Entretanto, está sendo utilizada indevidamente para transportar esgoto doméstico por dispositivo de seção menor presente na galeria.

Figura 11: (a) e (b) Presença de esgoto sanitário a céu aberto em galeria de águas pluviais de tipo desconhecida. Localizada na Av João Gonçalves Sobrinho, 187, Feliciano Pereira Santos, Brumado/BA, coordenadas geográficas 14° 11' 53,3" S - 41° 39' 56,6" W, data do registro 26/12/2023 às 16h 27 min:



Fonte: O próprio autor (2023).

Como se num sistema de esgoto unitário, a secção maior da galeria está sendo utilizada no transporte da mistura dos efluentes, quando um aumento de vazão em eventuais chuvas. Tal situação demonstra que o sistema existente na cidade de Brumado/BA, diverge do sistema de esgoto escolhido como obrigatório para todo território brasileiro, que é o separador absoluto.

Outro aspecto a ser observado, é que, como este tipo de galeria é aberta, o efluente esgoto doméstico impacta de forma direta e indireta na proliferação de doenças de veiculação hídrica, impactando não apenas na infraestrutura do local, mas também nos gastos com saúde pública.

Este tipo de obra contraria o estabelecido como obrigatório no território brasileiro, que é o sistema separador absoluto. Além disso, por ser uma obra de porte considerável, constitui-se num desperdício de verba pública, além dos vários problemas relacionados a saúde pública e meio ambiente.

Figura 12: (a) Presença de esgoto sanitário acumulado a céu aberto em galeria de águas pluviais do tipo desconhecida. Localizada na Av João Gonçalves Sobrinho, Feliciano Pereira Santos, Brumado/BA, coordenadas geográficas 14° 11' 56,7" S - 41° 39' 54,8" W, data do registro 26/12/2023 às 16h38min. (b) Imagem de satélite do registro fotográfico:



Fonte: O próprio autor (2023).

Como demonstrado nas figuras 11b, 12a, 12b e 13, nota-se também a deterioração da galeria, possivelmente pela não utilização de materiais resistentes a tal tipo de efluente, conforme a NBR 8890/2020 recomenda. Na figura 13, apesar da ausência de chuva, a presença do esgoto é considerável e constante.

Figura 13: Presença de esgoto doméstico acumulado a céu aberto em galeria de águas pluviais de tipo desconhecida, já bastante deteriorada. Localizada na Av João Gonçalves Sobrinho, Feliciano Pereira Santos, Brumado/BA, data do registro 26/12/2023 às 16h38min:



Fonte: O próprio autor (2023).

Em alguns casos, galerias de menor porte foram observadas desembocando nas já existentes (Figura 14), provocando o acúmulo de esgoto doméstico e aumentando a vazão do efluente, o que sugere que outras partes da cidade também utilizam o sistema de forma indevida. Se isso ocorrer, demonstra uma desordem generalizada no município, com saneamento deficiente, emissão de efluentes líquidos sem controle e tratamento, além da poluição ambiental e de saúde pública, como já citados.

Figura 14: (a) Presença de esgoto sanitário em galeria de águas pluviais que desemborça na anterior. (b) Presença de esgoto sanitário em galeria de águas pluviais que desemborça na anterior. Localizadas na Av João Gonçalves Sobrinho, Feliciano Pereira Santos, Brumado/BA, coordenadas geográficas 14° 11' 58,8" S - 41° 39' 45,5" W, data do registro 26/12/2023 às 16h40min:



Fonte: O próprio autor (2023).

Na figura 15 foi constatado o acúmulo do efluente em virtude dos entroncamentos de outras galerias, também de coloração escura e com presença de mal cheiro. Além do risco, o desconforto provocado pelo mau cheiro pode impactar o mercado imobiliário dessa região.

Figura 15: Presença de esgoto doméstico acumulado a céu aberto, com grande vazão, em galeria de águas pluviais. Localizada na Av João Gonçalves Sobrinho, Feliciano Pereira Santos, Brumado/BA, coordenadas geográficas 14° 11' 58" S - 41° 39' 46,8" W, data do registro 26/12/2023 às 16h42min:



Fonte: O próprio autor (2023).

Pode-se assumir que a vazão do efluente exposta na figura 15, tem alto potencial de contaminação e que necessita de um tratamento para que fosse lançado em algum corpo receptor. Além do mais, o efluente nesse ponto é transportado a céu aberto, o que piora a situação. É válido ressaltar também, que essa vazão não corresponde a totalidade do esgoto gerado pelo município, e sim somente de alguns bairros.

A partir da figura 15 e das imagens por satélite das registradas (Figuras 5b, 7 e 9b), que em outros pontos do Rio do Antônio também é destino do efluente esgoto doméstico provenientes de outras partes da cidade, transportado indevidamente pelas galerias de águas pluviais do município.

A direção e o sentido do efluente dessa galeria exposta nas figuras 11, 12, 13 e 15 vão de encontro ao Rio do Antônio, destino final da mesma, e, como demonstrado nas figuras 16b e 17b, a coloração do corpo receptor é a quase a mesma do efluente. Assim, é possível deduzir que tal corpo d'água está sendo intensamente afetado pela presença do efluente esgoto.

Figura 16: (a) Destino final da galeria atingindo o corpo receptor Rio do Antônio, nas proximidades da antiga barragem de elevação de vazão. Localizada na Av João Gonçalves Sobrinho, Feliciano Pereira Santos, Brumado/BA, coordenadas geográficas 14° 12' 01,5" S - 41° 39' 41,0" W, data do registro 26/12/2023 às 16h44min. (b) Imagem de satélite do registro fotográfico:



Fonte: O próprio autor (2023).

A figura 16 expõe, numa antiga barragem da cidade, um equipamento de elevação de vazão que outrora fora utilizado para captação e abastecimento de água do município, na qual percebeu-se uma pequena diferença de coloração da água à montante e à jusante, em virtude da grande vazão acumulada pela galeria (como exposto na figura 15) que desemboca na localização da figura 16a e 16b.

Figura 17: (a) Antiga barragem da cidade. Localizada nas coordenadas geográficas 14° 12' 03,6" S - 41° 39' 41,4" W, Brumado/BA, data do registro 26/12/2023 às 16h 47min. (b) Imagem de satélite do registro fotográfico:



Fonte: O próprio autor (2023).

Apesar da pequena diferença de coloração, como demonstrado nas imagens por satélite das figuras 16b e 17b, é possível deduzir que a montante da barragem o corpo d'água também está sendo afetado por outras partes do sistema de galerias, e que a jusante a situação ficará ainda mais grave.

Foi possível observar através dos registros fotográficos, a presença de animais, o que indica a possibilidade de frequente contato deles com o efluente contaminado, implicando no aparecimento de zoonoses, que possivelmente podem ser disseminadas de forma direta e indireta (vetores). Nesse ponto da barragem, também percebeu-se uma intensa presença de algas na água e insetos nas proximidades, características de excesso de matéria orgânica e indicativo de altas taxas de DBO no corpo d'água (Figura 17a).

Não foram realizadas análises laboratoriais, a fim de se obter dados das características físico-química-biológicas do corpo d'água exposto nas localizações indicadas nas figuras 15 e 16, entretanto, muitas características sugerem índices de contaminação e poluição.

O Conselho Estadual De Recursos Hídricos, CONERH, enquadrou em 2020 o Rio do Antônio na zona urbana de Brumado/BA como corpo hídrico de classe 3 (podem ser destinadas à pesca amadora e dessedentação de animais), nas coordenadas geográficas 14° 11' 28'' S - 41° 33' 51'' W, com meta de em 2030 classificá-lo como classe 2, na mesma localidade. Entretanto, com o processo de eutrofização presente na água, torna-se pouco provável a existência de peixes e dessedentação de animais.

Os registros fotográficos realizados na cidade de Brumado/BA em dezembro de 2023, demonstram alguns danos causados na pavimentação em virtude da corrosão bacteriana nas galerias, em consequência do descarte indevido de esgotos domésticos sem nenhum tratamento ao corpo d'água receptor. Esse fato constitui-se crime ambiental conforme previsto nas Lei nº 6.938/1981 e nº 9.605/1998, assim como também a possibilidade de afetar na saúde pública, conforme já destacado.

A seguir serão expostas duas tabelas com dados de despesas com saúde pública do 1º bimestre e 3º bimestre de 2019 da cidade de Brumado/BA:

Tabela 1: Despesas com Saúde do 1º Bimestre de 2019 em Brumado/BA.

DESPESAS COM SAÚDE (Por Subfunção) Brumado	Dotação Inicial	Dotação Atualizada	Despesas Empenhadas		Despesas líquidas	
			Até o Bimestre (I)	%	Até o bimestre (m)	%
Atenção Básica	16.495.700,00	16.666.259,50	13.742.334,48	24,87	1.755.157,92	22,8
Assistência Hospitalar Ambulatorial	52.359.154,66	49.617.870,58	39.236.165,37	71	5.537.135,08	71,94
Suporte Profilático e Terapêutico	1.113.450,00	1.454.382,28	812.778,01	1,47	192.640,58	2,5
Vigilância Sanitária	382.800,00	363.800,00	261.318,90	0,47	22.146,78	0,29
Vigilância Epidemiológica	1.921.288,00	1.665.080,30	1.210.177,54	2,19	189.319,34	2,47
Alimentação e Nutrição	0	0	0	0	0	0
Outras Subfunções	0	0	0	0	0	0
Total	72.272.392,66	69.767.392,66	55.262.774,30	100,00	7.696.399,70	100,00

Fonte: SIOPS (2019).

Tabela 2: Despesas com Saúde do 3º Bimestre de 2019 em Brumado/BA.

DESPESAS COM SAÚDE (Por Subfunção) Brumado	Dotação Inicial	Dotação Atualizada	Despesas Empenhadas		Despesas líquidas	
			Até o Bimestre (I)	%	Até o bimestre (m)	%
Atenção Básica	16.495.700,00	14.586.622,18	14.053.493,35	20,02	6.626.728,36	21,42
Assistência Hospitalar Ambulatorial	52.359.154,66	53.853.831,26	52.859.601,61	75,3	22.979.095,71	74,29
Suporte Profilático e Terapêutico	1.113.450,00	1.985.947,89	1.985.241,89	2,83	674.728,88	2,18
Vigilância Sanitária	382.800,00	216.858,53	216.858,53	0,31	78.835,79	0,25
Vigilância Epidemiológica	1.921.288,00	1.144.632,80	1.086.497,46	1,54	574.096,17	1,86
Alimentação e Nutrição	0	0	0	0	0	0
Outras Subfunções	0	0	0	0	0	0
Total	72.272.392,66	71.787.892,66	70.201.692,84	100,00	30.933.484,91	100,00

Fonte: SIOPS (2019).

É possível verificar um aumento de gastos com Saúde entre o 1º e o 3º bimestre na cidade de Brumado/BA, analisando o Sistema de Informações Sobre Orçamentos Públicos em Saúde (SIOPS). Observa-se nas tabelas acima, que o aumento no percentual de gastos é exatamente na subfunção assistência hospitalar e ambulatorial. Tal aumento nas despesas pode estar ligada à falta de tratamento de esgoto, e a parcela da população mais atingida é a carente de recursos financeiros.

Fazendo uma comparação com os dados de gastos com saúde pública da cidade de Vitória da Conquista/BA, que possui rede coletora de esgoto e tratamento deste, com a cidade de Brumado/BA, é possível perceber que o percentual de gastos na subfunção assistência hospitalar e ambulatorial são menores, tornando evidente a relação de saneamento básico e saúde pública.

A tabela 3 fornece as despesas com saúde por subfunção de Vitória da Conquista/BA, no 1º bimestre de 2019, fornecendo os dados para possibilidade de tal comparação.

Tabela 3: Despesas com Saúde do 1º Bimestre de 2019 em Vitória da Conquista/BA.

DESPESAS COM SAÚDE (Por Subfunção) Vitória da Conquista	Dotação Inicial	Dotação Atualizada	Despesas Empenhadas		Despesas líquidas	
			Até o Bimestre (I)	%	Até o bimestre (m)	%
Atenção Básica	66.381.677,52	64.580.130,62	58.773.666,50	29,13	9.493.996,06	24,95
Assistência Hospitalar Ambulatorial	148.550.856,30	148.550.856,30	122.992.068,70	60,96	25.725.595,55	67,64
Suporte Profilático e Terapêutico	3.713.628,90	3.713.628,90	1.276.134,64	0,63	3.237,70	0,009
Vigilância Sanitária	1.374.201,53	1.374.201,53	1.278.456,14	0,64	244.212,41	0,64
Vigilância Epidemiológica	14.797.360,94	14.797.360,94	13.394.553,37	6,64	2.015.735,63	5,30
Alimentação e Nutrição	0	0	0	0	0	0
Outras Subfunções	4.133.781,60	4.133.781,60	4.033.781,60	2	549.385,82	1,44
Total	238.951.506,80	237.149.959,90	201.748.661,00	100	38.032.163,17	100

Fonte: SIOPS (2019).

Ao realizar pesquisa em arquivos do relatório de gestão sobre vigilância epidemiológica e atendimentos em assistência hospitalar e ambulatorial, da Secretaria de Saúde do município de Brumado/BA, os dados obtidos possibilitaram elaborar uma tabela a seguir, que correlaciona a falta de saneamento básico com saúde pública.

Tabela 4: Atendimentos no Pronto Socorro de Brumado/BA e casos específicos.

Atendimentos no Pronto de Socorro	Quantidade total de atendimentos	Atendimentos de casos com sintomas de doenças de veiculação hídrica	Percentual de casos em relação ao total de atendimentos (%)
Novembro de 2022	4.593 atendimentos	213 casos	4,64 %
Dezembro de 2022	4.787 atendimentos	234 casos	4,89 %
Janeiro de 2023	4.924 atendimentos	335 casos	6,80 %

Fonte: Secretária de saúde de Brumado/BA (2023).

A tabela 4, contém números que comprovam um crescimento na quantidade total de atendimentos no município de Brumado/BA, assim como também, nos casos relacionados a doenças de veiculação hídrica no decorrer de 3 meses consecutivos. A coluna 4 da tabela demonstra que o percentual de casos de algumas doenças ligadas a falta de saneamento básico aumenta mais do que a quantidade total de atendimentos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença do esgoto doméstico no sistema responsável por transportar e destinar águas pluviais, aliado a falta de tratamento de esgoto, desencadeiam diversos problemas sociais, de infraestrutura, financeiros, ambientais e até mesmo de saúde pública.

O município de Brumado/BA não utiliza o sistema separador absoluto de efluentes para fins de saneamento, conforme normativa brasileira prevê. Pela ausência da rede coletora de esgoto doméstico, as galerias de águas pluviais são utilizadas indevidamente para transportar o esgoto comum, provocando diversos problemas tais como: a presença de esgoto doméstico, inclusive a céu aberto, deterioração das galerias de águas pluviais e pavimentos, mal cheiro, acúmulo considerável do efluente e lançamento deste sem nenhum tratamento no corpo d'água receptor, o que constitui-se crimes ambientais.

A adoção de medidas e correta aplicação das normas por parte do poder público é fundamental para manutenção das galerias de águas pluviais e dos pavimentos acima destas, devido a possibilidade de desmoronamentos originados pela corrosão da presença de esgoto doméstico nos condutos. Quando confirmada a presença de esgoto doméstico na parte do sistema, por norma, é necessário a utilização de materiais com resistência a sulfatos para execução e manutenção de obras de galerias de águas pluviais.

É fundamental o papel da fiscalização para identificação de ligações clandestinas de esgoto, além de um monitoramento periódico dos parâmetros dos corpos receptores que recebem o efluente das galerias, além da aplicação de penalidades previstas em Leis, federais e estaduais que inibam tais condutas. Esses fatores contribuem para melhoria da qualidade de vida da população, economia de gastos com saúde e infraestrutura, além da preservação do meio ambiente.

A diminuição da presença do esgoto nas galerias e a devida destinação e tratamento deste efluente, proporciona melhor qualidade desses corpos hídricos, diminuindo as chances de proliferação de doenças de veiculação hídrica e consequentemente gerando melhorias na saúde pública.

O Conselho Estadual De Recursos Hídricos, CONERH, almeja que em 2030 o Rio do Antônio, na zona urbana de Brumado/BA, seja classificado como águas doces de classe 2, conforme classificação estabelecida pelo CONAMA, mas tal meta não poderá ser alcançada se os problemas apontados neste trabalho não forem sanados.

Faz-se necessário a adoção de rede coletora apropriada de esgoto em todo município de Brumado/BA, além de uma estação de tratamento de efluentes devidamente dimensionada com capacidade de receber toda vazão de efluentes gerados. A utilização de lagoas (facultativa e maturação) aumenta a eficiência do tratamento além de diminuir a vazão do efluente tratado a ser lançado ao corpo receptor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8890:2020 Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário - Requisitos e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9800:1987 Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12209:2011 Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16697:2018 Cimento Portland — Requisitos**. Rio de Janeiro. 2018.

ARAÚJO, R. Brumado: Vereador denuncia descaso da gestão após carro de lixo ficar preso em buraco. **Achei Sudoeste**, 04 mar. 2024. Disponível em: <https://www.acheisudoeste.com.br/noticias/65365-2024/03/04/brumado-vereador-denuncia-descaso-da-gestao-apos-carro-de-lixo-ficar-presos-em-buraco>. Acesso em: 29 jul. 2024.

AZEVEDO NETTO, J. M., ALVAREZ, G. A. **Manual de Hidráulica**. 7ª Edição. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. 1982.

AZEVEDO NETTO, J. M., CAMPOS BOTELHO, M. H. **Manual de Saneamento de Cidades e Edificações**. São Paulo: Editora Pini. 1991.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de Águas de Abastecimento**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1966.

BAHIA. **Lei nº 11.612, de 08 de outubro de 2009**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Gabinete da Presidência da Assembléia Legislativa do Estado da Bahia, 08 out. 2009. Disponível em: [http://www.seia.ba.gov.br/sites/default/files/legislation/Lei_11612\[1\].pdf](http://www.seia.ba.gov.br/sites/default/files/legislation/Lei_11612[1].pdf). Acesso em: 07 ago. 2024.

BAHIA. Secretaria do Meio Ambiente. **Resolução CONERH nº 127 de 24 de setembro de 2020**. Aprova o enquadramento dos corpos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio das Contas. Disponível em: http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/files/Resolucao_CONERH_n_127_Rio_das_Contas.pdf. Acesso em: 07 ago. 2024.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva: Engenharia das Águas de Chuva nas Cidades**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. 1985.

BRANCO, S. M.. **Hidrobiologia Aplicada a Engenharia Sanitária**. São Paulo, CETESB. 1978.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 28 jul. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989 (Lei das águas). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso: 28 jul. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e da outras providencias (Lei dos Crimes Ambientais). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 fev. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso: 28 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **FUNASA**. Manual de saneamento. 3ª Edição, revisada. Brasília: Fundação Nacional de Saúde. 2004. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/residuos/Manual%20de%20Saneamento.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **SIOPS**. Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos em Saúde: Demonstrativos e Dados informados. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/siops/demonstrativos-e-dados-informados>. Acesso em: 28 jul. 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. **SNIS**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Painel de Indicadores de Esgoto – Brumado/BA. 2022. Disponível em: http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores-hmg/web/agua_esgoto/mapa-esgoto?codigo=2904605. Acesso em: 28 jul. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272> . Acesso em: 22 jul. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfeda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2_009_430_2011.pdf. Acesso em: 22 jul. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho

Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 22 jul. 2024.

BRUMADO. Secretaria de Saúde. **Relatório da gestão da Secretaria de Saúde e dados da vigilância epidemiológica**. Brumado/BA. 2023.

CANGUSÇU, M, V, L. **Dimensionamento de um Sistema de Lagoas de Estabilização para a cidade de Brumado**. Trabalho de conclusão de curso. IFBA. Vitória da Conquista/BA. 2020.

COELHO NETTO, A.L. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia**. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1995.

FIRJAN. **Análise Especial IFDM 2018**, Ano Base 2016: Bahia. 2018. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/data/files/C8/74/8B/0A/C86446107CD76446F8A809C2/Analise-Especial-BA-2018.pdf> Acesso em: 06 ago. 2024.

GALERIA de esgoto cede em brumado e caminhão de bebidas afunda no bairro dr. juracy. **Achei Sudoeste**, 08 dez. 2023. Disponível em: <https://www.acheisudoeste.com.br/noticias/63865-2023/12/08/galeria-de-esgoto-cede-em-brumado-e-caminhao-de-bebidas-afunda-no-bairro-dr-juracy>. Acesso: 29 jul. 2024.

GIL, A, C. **Como Elaborar Projetos De Pesquisa**. 4ª Edição. São Paulo: Atlas. 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico: Censo 2022 – Brumado/BA**. Rio de Janeiro. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/brumado/panorama>. Acesso em: 06 ago. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico: Censo 2022 – Vitória da Conquista/BA**. Rio de Janeiro. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/vitoria-da-conquista/panorama>. Acesso em: 06 ago. 2024.

MARTINS, M. SOARES A.R.L, MOURA M.A.S, BORBOREMA C.A.B. **Perfil parasitológico no bairro Parque das Nações, Manaus-AM, Atendido pelo Médico da Família**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical: Fundação de Medicina Tropical. 2001.

MEDEIROS FILHO, C, F. **Esgotos Sanitários**. João Pessoa: Editora Universitária. 1997.

MORAES, D.S.L; JORDÃO, B.Q. **Degradação de recursos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Ver. Saúde Pública. 2002.

PHILIPPI JR, A. **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole. 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. DESA-UFMG.1996