

UniAGES
Centro Universitário
Bacharelado em Engenharia Civil

JONANTHAS RABELO DE ANDRADE FONTES

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO
MUNICÍPIO DE FÁTIMA (BA)**

Paripiranga
2021

JONANTHAS RABELO DE ANDRADE FONTES

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO
MUNICÍPIO DE FÁTIMA (BA)**

Monografia apresentada no curso de graduação do Centro Universitário AGES como um dos pré-requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc. Vanessa Silva Chaves

Paripiranga
2021

	Fontes, Jonanthas Rabelo de Andrade, 1997
	Análise do Sistema de Esgotamento Sanitário do município de Fátima-BA/ Jonanthas Rabelo de Andrade Fontes Nome por extenso do autor. – Paripiranga, 2021.
	68 f.: il.
	Orientador (a): Prof ^a . MSc. Vanessa Silva Chaves.
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – UniAGES, Paripiranga, 2021.
	1. Esgoto Sanitário.2. Saúde. 3. Meio Ambiente. I. Título. II. UniAGES.

JONANTHAS RABELO DE ANDRADE FONTES

**ANÁLISE DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO
MUNICÍPIO DE FÁTIMA (BA)**

Monografia apresentada como exigência parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil à Comissão Julgadora designada pela Coordenação de Trabalhos de Conclusão de Curso do UniAGES.

Paripiranga, 12 de julho de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Vanessa Silva Chaves
UniAGES

Prof. MSc. Kycianne Rose Alves de Goes Barros
UniAGES

AGRADECIMENTOS

A princípio agradeço primeiramente a Deus, por estar comigo nos momentos mais difíceis, propiciando paz, saúde e força para superar as dificuldades que surgiram ao longo dos cinco anos de curso, sem sua presença não seria possível concretizar o meu sonho de me tornar engenheiro civil.

Aos meus pais, Adão de Matos Fontes e Maria Ilza Rabelo de Andrade Fontes por estarem comigo em todos os momentos. Também compartilho essa conquista com vocês, principalmente com minha mãe que sempre foi minha inspiração para vencer todas as dificuldades enfrentadas, e pelo amor incondicional, tudo que tenho feito até agora, dedico a você. Agradeço aos meus irmãos Ana Beatriz e Natanael, que sempre transformaram sua fraternidade em apoio. Tenho muito orgulho de todos vocês.

Agradeço a minha noiva Maria Eduarda, que sempre esteve comigo me incentivando desde o começo, transformando momentos difíceis em alegrias e compreender a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho. A minha filha Maria Alice, que se tornou a razão do meu viver, agradeço a Deus todos os dias por ter colocado vocês em minha vida.

Aos meus amigos Jandson, Mikael, Tiago, Pedro Artur, Isaac, Mateus, Genivaldo, Cleves e Paulo Everton (*in memoriam*), que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

Agradeço aos meus colegas de curso, José Nelson e Alanna Santana, que sempre estiveram comigo de forma direta na realização da minha formação, obrigado pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando. Peço a Deus que todos vocês alcancem os seus sonhos.

Aos meus avôs Pedro Andrade, Maria Nailda Rabelo, Artur Secundo Fontes e Celina Oliveira de Matos, agradeço a todos os meus familiares por todo o apoio e pela ajuda que muito contribuíram para a concretização desse trabalho.

Aos Professores do UniAGES, a Raphael Sapucaia pelo seu ótimo profissionalismo e dedicação à formação de profissionais de excelência, a professora

Vanessa Silva Chaves que além de ser uma das melhores professoras que já tive, é uma ótima pessoa, não mediu esforços para me orientar na realização desse trabalho, ao professor e coordenador Bruno Almeida, que nunca mediu esforços para melhorar o curso, e sempre se comprometeu a dar o seu melhor. Tenho certeza que aprendi muito com todos vocês e que sem o compartilhamento dos seus conhecimentos, não seria possível a realização desse trabalho.

Agradeço a todos que de forma direta e indiretamente contribuíram para minha formação, deixo meu muito obrigado.

RESUMO

O saneamento básico é direito de todos e sua ausência ou ineficácia provoca problemas sociais e ao meio ambiente. Desse modo, esse trabalho objetiva analisar os impactos causados pela falta de esgotamento sanitário no município de Fátima (BA), de forma a contribuir com soluções para minimizá-los. Para a construção do trabalho, foi aplicada a metodologia exploratória, utilizando levantamento bibliográfico e pesquisas de campo. Os resultados demonstram uma falta de consciência social, ambiental e um grande déficit do sistema de esgotamento sanitário do município, principalmente nas residências rurais. Este cenário gera grandes problemas para a saúde da população e ao meio ambiente, em consequência do irregular disposição do esgoto sanitário. Conclui-se que uma das alternativas de melhoria mais imediata é a implementação de sistemas individuais de tratamento, restando a expectativa de um futuro aumento da abrangência da rede coletora da cidade, bem como a construção de um sistema de tratamento coletivo do esgoto, possibilitando a participação do poder público e da população. Melhorando, dessa forma, a qualidade de vida da população, bem como, diminuindo a degradação do meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Esgoto Sanitário. Saúde. Meio ambiente.

ABSTRACT

Basic sanitation is a right for everyone and its absence or ineffectiveness causes social and environmental problems. Thus, this work aims to analyze the impacts caused by the sanitary sewage lack in the municipality of Fatima (BA), in order to contribute with solutions to minimize them. For the construction of the work, the exploratory methodology was applied, using bibliographic survey and field research. The results demonstrate a social and environmental awareness lack and a large deficit in the city's sewage system, especially in rural homes. This scenario creates major problems for the population's health and for the environment, as a result of the irregular sewage disposal. It is concluded that one of the most immediate improvement alternatives is the individual treatment systems implementation, with the expectation of a future increase in the city's collection network coverage, as well as the construction of a collective sewage treatment system, enabling the participation of public authorities and the population. In this way, improving the population's life quality, as well as reducing environmental degradation.

KEYWORDS: Sanitary Sewage. Health. Environment.

LISTAS

LISTA DE FIGURAS

1: Distribuição da população rural no Brasil por Unidades da Federação, no ano de 2010..	21
2: Sistema de fossa séptica biodigestor.	24
3: Localização de Fátima (BA).	32
4: Contribuição diária de esgoto(C) e de lodo fresco (Lf).	35
5: Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária.	35
6: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio.	36
7: Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil.	37
8: Rede pública de esgoto.	47
9: Lançamento do esgoto no meio ambiente.	48
10: Fossa Rudimentar.	49
11: Lançamento de esgotos nas Ruas.	49
12: Esgoto lançado em valas.	50
13: Fossa Rudimentar residência 01.	51
14: Descarte de água cinza residência 01.	51
15: Fossa Rudimentar residência 02.	52
16: Descarte de água cinza residência 02.	52

LISTA DE TABELAS

1: Dados Climatológicos de Fátima.	33
2: Coeficientes de infiltração do solo.	39

LISTA DE GRÁFICOS

1: Percentual de Municípios com serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, segundo as Grandes Regiões - 1989/2017.....	17
2: Resposta sobre localização das residências.....	40
3: Locais que possuem rede coletora de esgoto.....	41
4: Sistemas utilizados para descarte do esgoto.....	41
5: Porcentagem dos questionados que possui abastecimento de água potável.....	42
6: Doenças que podem ser provocadas pela falta de saneamento básico.....	43
7: Abastecimento de água (2010).....	45
8: Destinação do Lixo (2010).....	46
9: Esgotamento Sanitário (2010).....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Análise sobre o saneamento básico	16
2.2 Saneamento básico: obrigação do poder público, dever de todos	19
2.3 Saneamento básico em ambientes rurais.....	20
2.4 Saneamento Básico como forma de prevenção de doenças.....	25
2.5 Saneamento Básico e meio ambiente urbano	29
3 MARCO METODOLÓGICO	31
3.1 Classificação da pesquisa	31
3.2 Características do campo de estudo	31
3.3 Desenvolvimento da pesquisa	33
3.4 Considerações sobre o dimensionamento do sistema individual de tratamento de esgoto	34
3.4.1 Tanque Séptico.....	34
3.4.2 Filtro anaeróbico	37
3.4.3 Sumidouro	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 Apresentação e análise das respostas dos questionários	40
4.2 Situação do esgotamento sanitário na cidade de Fátima	43
4.3 Identificação dos impactos sociais e ambientais provocados pela falta de esgotamento sanitário em Fátima.....	47
4.4 Zona Rural	50
4.5 Alternativa para o tratamento do esgoto sanitário de Fátima.....	53
4.5.1 Dimensionamento do sistema Fossa-Filtro-Sumidouro	54
4.5.1.1 Fossa Séptica	54
4.5.1.2 Dimensionamento do Filtro Anaeróbico	55

4.5.1.3 Cálculo do Sumidouro.....	56
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
REFERÊNCIAS.....	59
ANEXOS.....	66

1 INTRODUÇÃO

Há muito tempo, a ineficácia do saneamento básico é um problema no Brasil. O Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), criado na década de 70, foi o primeiro plano desenvolvido com o intuito de melhorar este cenário, todavia, mesmo depois de muito tempo da sua criação, ainda existe uma grande parte da população brasileira vivendo sem este serviço ou o recebendo de forma precária.

Ainda com a criação da Lei 11.445 - Lei Federal do Saneamento Básico (BRASIL, 2007), que estabelecia as diretrizes nacionais, a evolução desse serviço foi ínfima. Desde então, existiram muitos debates para buscar as possíveis causas do problema, sendo citadas as questões jurídicas e a falta de interesse dos governantes, dentre outros motivos, promovendo discussões que levaram a criação de algumas medidas provisórias ao longo dos anos.

Com o intuito de melhorar as condições do saneamento, foram criadas as Medidas Provisórias (MPs), nº. 844/2018 e nº. 868/2018, que atualizavam o marco legal do saneamento. Entretanto, elas não foram bem recebidas pelo Senado Federal e pela Câmara Federal, por tratarem de temas amplos, que afetariam todo o Brasil, tornando-se necessário um maior debate sobre o assunto, com especialistas junto com a sociedade.

Ainda na tentativa de solucionar o déficit do saneamento no Brasil, em 16 de julho de 2020, foi publicada a Lei Federal nº. 14.026 - Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico (BRASIL, 2020). Esta lei tem como objetivos, a universalização do serviço e a melhoria no sistema de regularização do saneamento básico, buscando a regionalização das empresas que realizarão a tarefa, bem como a regulamentação da forma de contratar tais empresas. O novo marco do saneamento prevê o uso de verbas públicas para garantir que, até 31/12/2033, 99% da população seja abastecida de água potável e 90% da população possua coleta e tratamento de esgoto. Portanto, espera-se o aumento gradativo da oferta dos serviços de saneamento, promovendo melhorias à saúde da população.

A Organização Mundial de Saúde (OMS, 1948) afirma que, para ter-se saúde, é preciso ter um estado completo de bem-estar, físico e social, não sendo apenas a ausência de doenças. Desta forma, considera-se cada vez mais importante o

trabalho no tratamento preventivo, como os investimentos em saneamento básico, representando uma forma de mitigação dos problemas gerados por falta de políticas públicas e dificuldades em tecnologias e gestão, que dificultam o acesso aos benefícios, principalmente, pelas pequenas localidades, povoados e áreas rurais.

A falta ou a ineficácia do saneamento básico pode gerar problemas de saúde, principalmente para as crianças, pois são as mais vulneráveis. Uma das principais doenças de veiculação hídrica é a diarreia, que é responsável por cerca de 30% das mortes de crianças de zero a um ano de idade (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007).

Outro problema decorrente da falta de saneamento básico é a alteração do meio ambiente que gera inconveniente como a degradação das bacias hidrográficas, que corrobora com a disseminação de doenças de veiculação hídrica e prejudica toda sociedade, reduzindo a qualidade de vida. Além disto, estudos demonstram que cada R\$ 1 gasto no saneamento básico é equivalente a uma economia de R\$ 4 no sistema de saúde, demonstrando a sua eficácia como medida de prevenção (CNBB, 2015).

É preciso que o homem conviva de forma harmônica como o meio ambiente, pois tratá-lo como uma fonte inesgotável de recurso irá trazer problemas para as próximas gerações. Para isso, torna-se necessário a criação de um novo modelo harmônico que possa englobar o desenvolvimento social, cuidando do meio ambiente simultaneamente, sendo uma forma deste cuidado o investimento em saneamento básico.

De acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS, 2019), em 2018, a média geral de distribuição de água ficou em torno de 83,6%, enquanto a coleta de esgoto girou em torno de 54,1%. Tais dados demonstram a precariedade do serviço, principalmente do esgotamento sanitário, pois quase a metade dos brasileiros não possui acesso ao serviço. Sendo essa situação pior nos pequenos municípios, em que apenas 32% contam com o serviço de coleta de esgoto.

Pequenos municípios possuem a coleta de seu esgoto mais precária e dificilmente esse esgoto é tratado antes do descarte. Um exemplo é a cidade de Fátima (BA), onde alguns locais possuem a coleta do esgoto, mas o lançamento é realizado de forma indevida, nos pequenos córregos da região, sem passar por um tratamento adequado. Em áreas mais afastadas do centro e na zona rural, esse

descarte acontece após a execução de tratamentos individuais, como o sistema de fossa séptica.

Então, adequar o esgotamento sanitário na cidade de Fátima (BA) é um desafio, que deve contar com a participação do poder público, assim como da população, que pode cobrar soluções aos governantes, mas também agir de forma direta ao promover o tratamento individual dos seus esgotos.

Nesse panorama, esse trabalho tem como objetivo geral contribuir com soluções para minimizar os impactos causados pela falta de esgotamento sanitário no município de Fátima (BA). Para alcançar o objetivo geral relatado anteriormente, os objetivos específicos são: fazer um levantamento sobre a atual situação do esgotamento sanitário de Fátima (BA); verificar como a ausência de saneamento tem afetado a saúde da população e o meio ambiente e propor solução para o tratamento e destinação dos esgotos do município, objetivando a melhora da qualidade de vida da população.

Justifica-se a escolha do tema pelo fato de que os esgotos sanitários, quando lançados sem o correto tratamento nos rios, córregos ou diretamente no solo podem gerar problemas graves, como de saúde pública, poluição do meio ambiente e prejuízos sociais, além de ser uma forma de desvalorização do município. A iniciativa de medidas de tratamento é indispensável para o desenvolvimento com sustentabilidade. Caso não seja possível a adoção de uma estação de tratamento para o correto tratamento, a fim de evitar os problemas decorrentes, implantar sistemas individuais paliativos, como o sistema fossa, filtro e sumidouro, é muito importante.

Nota-se a relevância social deste trabalho, ao se tratar de um assunto que envolve qualidade de vida e saúde. Através desta monografia, busca-se constatar possíveis soluções para os problemas citados, demonstrando para a sociedade a necessidade de intervir nas práticas incorretas de descarte do esgoto, que pode levar a problemas muitas vezes irreversíveis à saúde da população e ao meio ambiente.

A estrutura deste trabalho consiste em cinco capítulos, incluindo este introdutório. No segundo capítulo traz-se o referencial teórico, onde foi abordado, principalmente, o problema da falta de saneamento básico, especificamente do esgotamento sanitário. Ainda neste capítulo foram mostrados métodos alternativos de tratamento primário do esgoto, bem como a orientação para a escolha do sistema

mais adaptado para as residências urbanas e rurais. No terceiro capítulo foi apresentada a metodologia usada, contendo a descrição do ambiente estudado e os meios utilizados para o desenvolvimento da pesquisa. O capítulo quatro traz os resultados obtidos no campo e as discussões a respeito deles, com a apresentação de algumas possíveis intervenções para solucionar o problema do esgoto. No quinto capítulo são descritas as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Análise sobre o saneamento básico

O processo desenfreado de urbanização, sem o correto planejamento, é uma das principais causas da falta de saneamento básico nos pequenos municípios e periferias. Atualmente, no Brasil, ainda existe um grande déficit de abastecimento de água e coleta de esgoto, já que cerca de 16,3% da população que equivale a 35 milhões de brasileiros, não possuem água encanada, 45,9%, equivalente a quase 100 milhões de brasileiros, precisam utilizar medidas alternativas para escoar os dejetos (SNIS, 2019).

O novo marco legal (Lei nº 14.026/2020), que normatiza os serviços públicos de água potável, drenagem urbana de águas pluviais, coleta, tratamento e destinação dos resíduos sólidos e coleta e tratamento dos esgotos sanitários, tem como principal objetivo, a universalização do serviço, buscando sempre um equilíbrio entre saúde pública e meio ambiente.

O saneamento pode ser classificado como uma estrutura de engenharia que ocorre no ambiente, com a intenção de cessar os meios de proliferação de doenças, assegurando a salubridade ambiental, buscando obtenção da saúde (SOUZA; FREITAS, 2010).

Para H. Coing (1992), o saneamento pode ser definido como bens e serviços de uso coletivo situados nas cidades que servem para permitir seu funcionamento, provendo as condições e materiais necessários. Seus serviços são estruturados em forma de redes capazes de coletar, armazenar e transportar ao destino final, através de sistemas que buscam abranger todas as residências, para distribuir água potável, esgotamento sanitário, sistemas de drenagem pluviais e coleta dos resíduos sólidos.

O cenário brasileiro apresenta uma grande disparidade regional, tendo o Sudeste 88,6% dos domicílios com coleta de esgoto, enquanto o Norte possui apenas 21% das casas com esse benefício. Existe também uma grande diferença quando se comparam as regiões urbanas e rurais, já que as residências urbanas possuem cerca de 74% de coleta, enquanto as regiões rurais apenas 7,4%. Estas

precisam recorrer a meios alternativos como as fossas, que são cerca de 80% dos meios usados (PNAD, 2018).

Os dados obtidos na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2017 (IBGE, 2020) demonstram a diferença do serviço entre as regiões brasileiras. No Sudeste, a coleta de esgoto é superior a 90% desde a época de 1989, enquanto no Norte a rede coletora abrangia apenas 16,2% em 2017. O Nordeste, mesmo tendo praticamente dobrado a proporção da rede, ainda continua um valor insatisfatório, já que, em 1989, possuía 26,1%, passando para 52,7% dos municípios com rede coletora em 2017. O Centro-Oeste foi a região que apresentou a melhor evolução, porém, assim como o Nordeste, ainda possui taxas insatisfatórias, sendo ela 43%, em 2017. Na Região Sul, o avanço foi menor comparado aos demais, pois possuía cobertura de 39,1% em 1989, passando para 44,6% em 2017 (Gráfico 1).

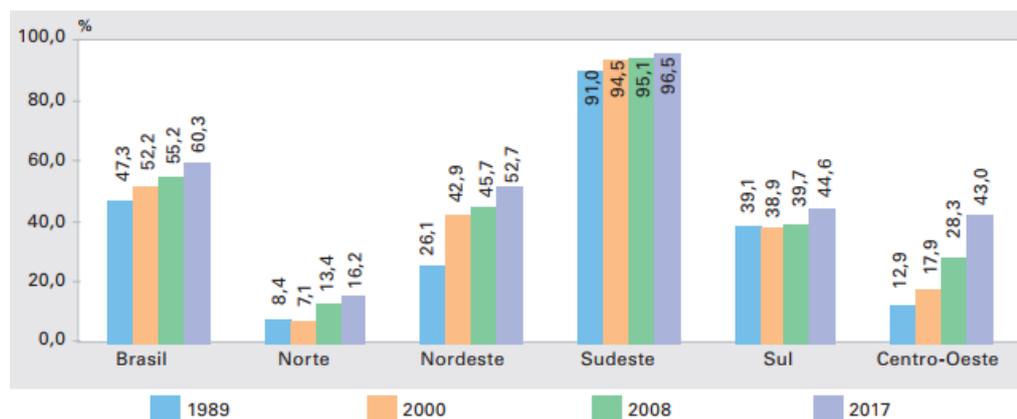


Gráfico 1: Percentual de Municípios com serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, segundo as Grandes Regiões - 1989/2017.

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 1989/2017.

Esse déficit de saneamento básico está diretamente ligado ao perfil geral da população, como a densidade demográfica, pois com uma concentração maior de pessoas morando em uma região, possibilitará uma maior arrecadação das tarifas, reduzindo a dificuldade de implantar os serviços, tendo em vista que, quanto mais usuários da rede, a manutenção será barateada, pois para as empresas não é levado em consideração o fator social que o saneamento básico proporcionará, mas sim o econômico (SAIANI, 2006).

Essa é uma realidade comum a países subdesenvolvidos, como o Brasil, que por viverem em condições mais precárias, estão constantemente condicionados a

riscos resultantes de problemas ambientais, como por exemplo, a condições inapropriadas de saneamento básico (EZZATI et al., 2005). Porém, a forma com que continua sendo tratado no Brasil ainda é desproporcional, diminuindo a qualidade de vida dos cidadãos de baixa renda, sendo os municípios de baixa densidade os que mais sofrem, causando uma exclusão dessa parcela da população a uma qualidade de vida satisfatória.

Com a disparidade da oferta dos serviços de saneamento básico para população mais carente, surgiu a necessidade de intervenção para mudar o cenário nacional, para preservar o meio ambiente, melhorar a saúde pública e garantir a dignidade humana, principalmente nas zonas urbanas, pois são as áreas que concentram a maior parte da população brasileira, tornando-se necessária a criação de planejamentos municipais de saneamento básico (BRASIL, 2006).

Um bom planejamento serve para mitigar os problemas causados pela falta de saneamento de qualidade, evitando gastos com saúde e melhorando a qualidade de vida, quanto mais organizadas forem as ações do poder público, maiores serão os benefícios obtidos pela população, sendo eles de curto prazo, pois a melhoria social é imediata, ou a longo prazo, evitando gastos contínuos com saúde (YÉVENES-SUBIATRE, 2010).

De forma geral, o saneamento busca, por meio de várias ações, diminuir as intervenções do homem que possam alterar o meio ambiente, prevenir doenças, promover bem-estar e conforto para toda a sociedade. Fatores como oferta de água potável, coleta e tratamento do esgotamento sanitário, coleta e tratamento dos resíduos sólidos e sistema de drenagem, atuam diretamente na qualidade de vida da população (SOUSA, 2002).

Muitos municípios não possuem um tratamento adequado do esgoto sanitário e acabam lançando em córregos, rios ou lagos. O problema é que esses locais são utilizados como fonte de abastecimento de água, para consumo, recreação, irrigação e agricultura. Tais problemas acabam aumentando significativamente o preço do tratamento da água para o abastecimento, que podem não receber o correto tratamento e promover a transmissão de doenças, entre outros problemas (KRONEMBERGER, 2011).

Vale ressaltar que, por se tratar de serviços coletivos, o responsável pelo saneamento básico é o poder público. Osmont (1998) enfatiza a importância de estes serviços serem bem eficazes para diminuir os custos de criação e manutenção

dos serviços urbanos, para facilitar o acesso das populações mais pobres, propiciando uma melhor qualidade de vida.

2.2 Saneamento básico: obrigação do poder público, dever de todos

Sabendo-se dos grandes riscos provocados pela ausência do saneamento básico, depreende-se a importância da atenção por parte do poder público, todavia existem algumas atitudes que podem ser tomadas individualmente pelos cidadãos. Um fator importante para prevenção de doenças é a educação da população, pois hábitos saudáveis como lavar as mãos e alimentos, antes das refeições, dificulta a transmissão de doenças. As medidas tomadas no ambiente doméstico não surtirão grandes efeitos no âmbito público, porém, mesmo o poder público fornecendo água potável, de nada servirá se o local onde ela for armazenada estiver contaminado ou sem proteção contra agentes externos (CAIRNCROSS, 1984).

A participação da população na promoção de saúde é enfatizada por Bydlowski et al. (2004), segundo eles as condições ideais de saúde só serão alcançadas com a participação de todos, tornando a população parte dos programas, ou seja, reduzindo a submissão aos governantes e tornando ela parte ativa do processo.

Em pequenas comunidades, com baixa densidade populacional, o custo de implantação e manutenção das redes de esgotamento sanitário são maiores, tornando inviável em algumas regiões. Então, nessas localidades a utilização de sistemas alternativos torna-se necessária. Isso mostra como a implantação de sistemas descentralizados são necessários em países subdesenvolvidos, tornando uma solução eficaz a longo prazo e de baixo custo (MASSOUD, 2009).

As redes coletoras de esgoto requerem uma grande estrutura e investimentos altos na sua construção e manutenção (MASSOUD, 2008). Então o uso de sistemas descentralizados são alternativas eficazes para esses locais, porém tais sistemas, diferentes dos sistemas convencionais, necessitam da participação das comunidades utilitárias, assumindo estas, todas as responsabilidades, tanto de implementação como de operação e manutenção dos sistemas (ORTUSTE, 2012).

Nessa perspectiva, para obter o sucesso do desenvolvimento sustentável, a solução seria o tratamento dos resíduos diretamente ou o mais próximo da fonte. Com isso, é visto a importância da participação da população no planejamento das políticas públicas voltadas ao esgotamento sanitário, permitindo à população ter uma maior responsabilidade do uso de tecnologias mais adequadas a cada realidade vivida (MASSOUD, 2008).

Para utilizar o sistema baseado na descentralização, torna-se necessário implantar um sistema de participação. Para Philippi (2000), a população passaria a usar os recursos naturais, humanos e públicos com racionalidade, adotando técnicas regionais que possibilitem usar as tecnologias corretas para a comunidade, desenvolvendo também a mão de obra local.

Uma forma de participação da comunidade é a realização do tratamento individual, através de sistemas simples, como o da fossa biodigestora, desenvolvida por Novaes (2006), que posteriormente foi estudada por Costa e Guilhoto (2011) na busca de demonstrar a sua eficácia. Para eles a utilização do sistema serve como forma alternativa de tratar o esgoto, diminuindo os impactos sociais, ambientais e econômicos, uma vez que tal sistema reduz os níveis de poluentes que seriam lançados nos locais de captação de água, além da implantação do sistema não possuir custo muito elevado. Este sistema de tratamento será explicado de forma mais aprofundada no próximo tópico.

Outra solução que diminuiria os custos do tratamento do esgoto pelo poder público seriam os sistemas híbridos, composto por estações descentralizadas, que realizam o tratamento dos dejetos, que são lançados já filtrados na rede coletora. O lodo também pode ser armazenado em um tanque específico e a concessionária é responsável por coletá-lo (LARSEN, 2013).

2.3 Saneamento básico em ambientes rurais

As localidades com o mais precário serviço de saneamento básico estão em ambientes rurais, nessa perspectiva surge o Programa Rural de Saneamento Rural (PNSR), criado pelo governo federal com ajuda de especialistas em saneamento, além do auxílio da população, representada por movimentos sociais, poderes

municipais e estaduais, entre outros que sofrem pela falta desse serviço (BRASIL, 2019a). Em 2014, a Funasa deu início ao planejamento para a criação do PNSR, usando como referências o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), porém direcionado aos ambientes rurais. Com isso, em 2015, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), foi escolhida como parceira nos desenvolvimentos do panorama do saneamento rural no Brasil para sugerir bases para o PNSR.

Mais à frente foi incluído o Grupo da Terra, que é um colegiado que faz parte do Ministério da Saúde, sendo os componentes escolhidos, representantes dos moradores da zona rural, das florestas e ribeirinhos, participando junto da UFMG e FUNASA nas atividades programadas. Desta forma, foi possível compor a equipe por todos os interessados, ou seja, do poder público e da sociedade civil, além de facilitar meios de resolver as particularidades de cada região do país (BRASIL, 2019b).

Com os dados do Censo Demográfico realizados pelo IBGE em 2010, é possível observar a quantidade de pessoas que residem em ambientes rurais, sendo que cerca de 29,9 milhões de pessoas, ou seja, em torno de 16% da população brasileira, que totalizam cerca de 8,1 milhões de domicílio, sendo os estados da Bahia, Minas Gerais, Pará, Ceará e Maranhão os detentores da maior população rural (Figura 1).

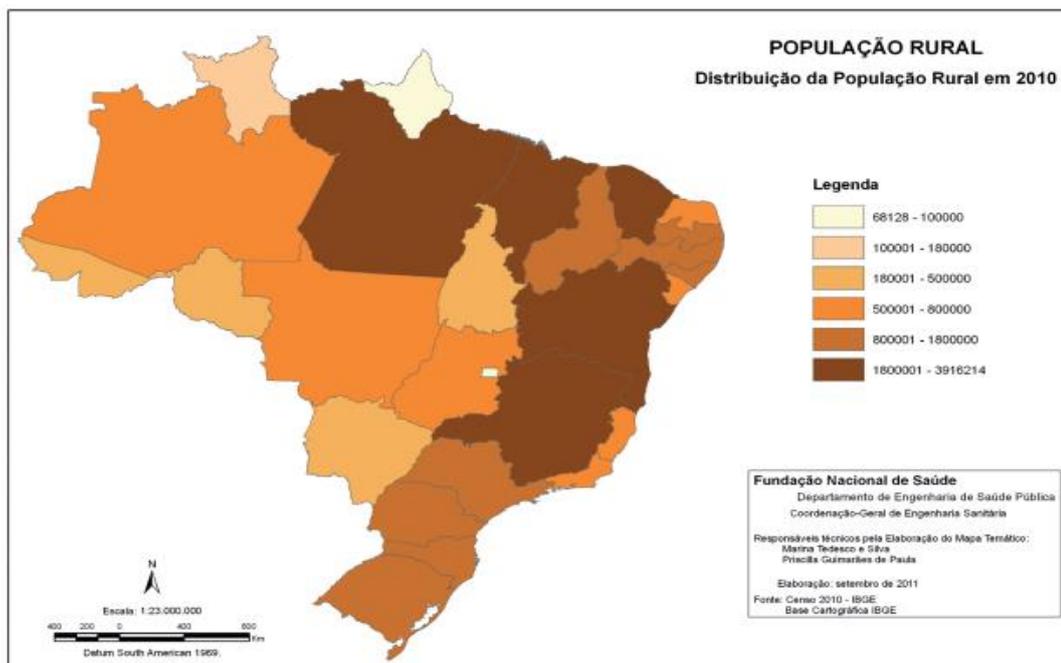


Figura 1: Distribuição da população rural no Brasil por Unidades da Federação, no ano de 2010.
Fonte: IBGE, 2010.

Para obter tais dados, o IBGE de 2010 classifica como residentes de áreas rurais, os moradores de assentamentos rurais, quilombolas e comunidades rurais. Para dificultar mais ainda o acesso em tais áreas, cerca de 25% dos moradores de áreas rurais, vivem na extrema pobreza (MARTELLI, 2013).

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) é o instrumento da Política Nacional de Saneamento Básico, que foi regulamentada pelo decreto nº 7.217/2010 e coordenado pelo Ministério das Cidades, o plano se baseia em três programas voltados a política nacional de saneamento, sendo eles: Saneamento Básico Integrado, Saneamento Estruturante e Saneamento Rural (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2011). Sendo o órgão federal responsável por melhorar a situação do saneamento básico rural no Brasil é a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), incluindo a população quilombola, os assentados e ribeirinhos.

Um dos problemas na implantação do saneamento nas residências rurais no Brasil é a distinção entre rural e urbano. Recentemente estes ambientes sofreram severas mudanças que dificultam a diferenciação, a exemplo da criação de indústrias em áreas rurais que antes eram destinadas apenas às atividades agropecuárias. Para Reis (2006), implantação de serviços urbanos em ambientes rurais, além do aumento do tecido urbano, demonstra a criação de um paradigma espacial no Brasil.

Isso se deve a forma como é definido se o espaço é urbano ou rural, sendo que os parâmetros quantitativos da população não são critérios de discriminação, mas sim a definição de cada administração municipal, demonstrando a inexistência de critérios nacionais que delimitem a fronteira de urbano e rural. Valores como densidade demográfica e número mínimo de habitantes poderiam se incrementados (COSTA; NARDELLI, 2009).

Com tamanha dificuldade em discriminar a zona rural ou urbana, se torna interessante a criação de novos critérios de avaliação, sem essa distinção. Torna-se inviável ou pouco eficaz a implantação de medidas públicas, sanitárias, de moradia e de habitação, tendo em vista que cada ambiente requer diferentes abordagens (HOSOI, 2011).

Enquanto esses critérios de avaliação não são ajustados, ainda se fala no grande déficit do saneamento básico, especialmente, nas zonas rurais, onde são usados meios alternativos de despejo do esgoto, sendo o mais comum, pelo baixo preço de implantação, as fossas negras (ou fossas rudimentares). Para Pimenta et

al. (2002), tais sistemas podem oferecer um risco ao meio ambiente e aos aquíferos subterrâneos, pois permitem a infiltração dos dejetos no solo, que podem atingir até o nível do lençol freático, causando a contaminação do mesmo.

Por causa dos altos custos de implantação e manutenção de sistemas de tratamento de esgoto em ambientes rurais, devido as distâncias entre as residências e a baixa densidade demográfica, torna-se inviável a implantação de sistemas coletivos tradicionais. Com isso, torna-se necessário a implementação de sistemas individuais para o tratamento dos dejetos (CISAM, 2006).

Para resolver esse problema, foi desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) uma alternativa de fossa séptica biodigestora para o tratamento primário dos dejetos gerados em áreas rurais, o responsável pela invenção, foi o médico veterinário Antônio Pereira de Novaes, que usou como base sistemas adotados na Ásia.

A fossa biodigestora trata-se de um sistema fechado de tratamento, evitando a exposição do esgoto a céu aberto. Os benefícios desse sistema comparado com convencionais (fossas rudimentares) são grandes, como maior eficiência do tratamento primário, dificulta a disseminação de doenças, possibilita a reciclagem dos dejetos e possui maior vida útil, além de evitar a contaminação do solo e do lençol freático (NOVAES et al., 2006).

O sistema fossa séptica biodigestora funciona como um método de tratamento com biodigestor anaeróbico, no qual, para manter a eficácia do sistema, as caixas são fechadas, então para o sistema funcionar perfeitamente, é preciso que ocorra a proliferação de bactérias que irão decompor os dejetos mais rápidos, com isso torna-se necessária a separação dos resíduos gerados pelo vaso sanitário do restante do esgoto, como chuveiro e pia, uma vez que ambos possuem produtos químicos que diminuiriam a eficácia do sistema. Esses resíduos são denominados como “água cinza”, então um sistema auxiliar como o “jardim filtrante” pode ser usado como forma de tratamento da água cinza gerada pela residência (LEONEL; MARTELLI; DA SILVA, 2013).

Existem muitas vantagens na utilização dos jardins filtrantes e uma delas é a pequena área necessária para sua implantação, que possibilita utilizá-los em residências com terrenos limitados. Outra vantagem seria seu custo de implementação e manutenção que é muito acessível, além de não demandar de energia elétrica. O sistema possibilita também a utilização de microfibras de Typha

spp, que por serem fabricadas artesanalmente, possibilitam uma fonte de renda para a população local, aumentando a participação da comunidade de forma direta.

Usar plantas no sistema de tratamento do esgoto torna-se cada vez mais comum, por se tratar de um sistema de baixo custo, eficiente e que possibilita uma abordagem estética, se mostrando uma boa alternativa aos sistemas convencionais (ALMEIDA et al., 2005).

Mesmo que o sistema de fossa biodigestor trate apenas dos esgotos do vaso sanitário, já é uma alternativa muito eficaz na prevenção de doenças. O esgoto de outras fontes como o chuveiro e a pia, iria diminuir a eficácia dos microrganismos decompositores da matéria orgânica, que é gerada pelo vaso sanitário (BERTONCINI, 2008; FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

Para realizar o sistema, é preciso de três caixas d'água de 1.000 litros cada, são recomendadas caixas de concreto ou fibra de vidro, pois elas são enterradas, suas conexões são feitas de tubos de PVC. Recomenda-se a aplicação de esterco bovino ou de outros ruminantes, como ovelhas e cavalos, frescos com um pouco de água, para facilitar a biodigestão da matéria orgânica. O resultado final do processo pode ser utilizado como adubo natural líquido, que pode ser aplicado diretamente no solo.

Na Figura 2 é apresentado um sistema de fossa séptica biodigestora, que pode ser utilizada em uma residência com até 5 pessoas (GALINDO et al., 2010).

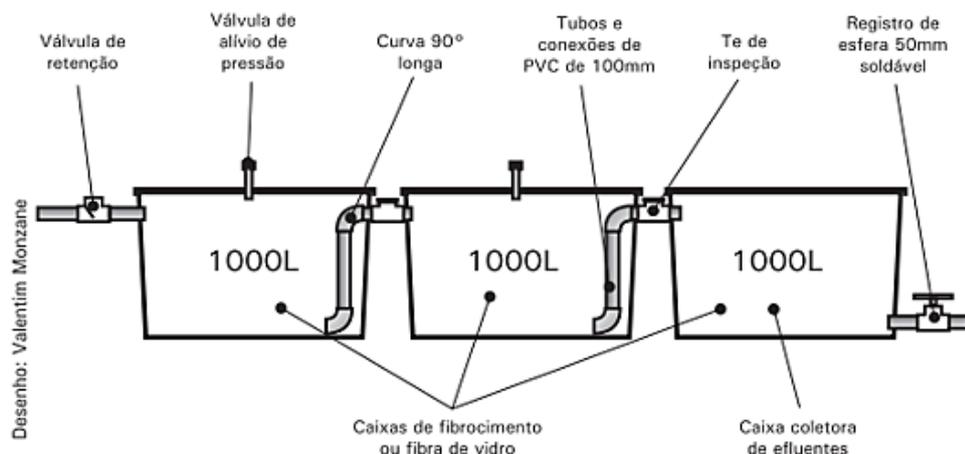


Figura 2: Sistema de fossa séptica biodigestor.
Fonte: Galindo et al. (2010).

Esse esquema representa o tratamento de esgotos sanitários, como fezes e urinas de uma residência que abriga, no máximo, 5 indivíduos. Mesmo que a

quantidade de moradores seja inferior, não é possível reduzir suas dimensões, pois o sistema é projetado para armazenar os resíduos por 25 dias, que é o período ideal da biodigestão completa. Em áreas rurais os dejetos podem ser usados como biofertilizantes (NOVAES et al., 2006).

2.4 Saneamento Básico como forma de prevenção de doenças

Desde os primórdios, o homem aprendeu, mesmo sem estudos aprofundados, a necessidade de manter a qualidade da água, evitando a contaminação por dejetos que propiciavam doenças. Isto é possível comprovar por evidências deixadas pelo império grego e romano, que possuía uma vasta rede de distribuição de água (CAVINATTO, 1992).

O tratamento do esgoto e do lixo como finalidade de evitar doenças propiciadas pela contaminação das águas e do meio ambiente é uma das principais funções do saneamento, inclusive são os profissionais atuantes na área, os responsáveis pelo fornecimento constante de água com qualidade (CAVINATTO, 1992).

Muitos problemas de saúde poderiam ser evitados com uma boa gestão do saneamento básico, a América Latina e o Caribe são as regiões que mais sofrem por causa da deficiência desse serviço, além do mais o processo de urbanização sem controle contribui de forma negativa para as políticas de saneamento (BRASIL, 2004; RIBEIRO, 2004). Os dados de morbidade e mortalidade causadas por algumas doenças transmitidas vias oral-fecal podem demonstrar a necessidade de um olhar mais atencioso ao tema (CLASEN; CAIRNCROSS, 2004).

Nessa perspectiva, é possível depreender que a saúde da população brasileira é precária, graças à falta de saneamento básico, sendo os principais causadores, a falta de água potável e dos serviços de esgotamento sanitário. De acordo com os dados do Ministério da Saúde, cerca de 70% das internações hospitalares, está diretamente ou indiretamente ligada a falta de saneamento, além de que, cerca de 60% dos gastos com internações hospitalares, são por causa do consumo de água contaminada (MOREIRA, 2010).

Nos países subdesenvolvidos a diarreia é um problema que afeta grande parte da população, independente da faixa etária, porém existe uma divisão econômica, sendo a população carente a mais afetada, uma vez que é a parte que vive em residências sem saneamento básico. Então a diarreia é classificada como uma das principais causas de mortalidade nesses países, tendo uma grande faixa da população afetada por ela (OLIVEIRA; LEITE; VALENTE, 2015).

Os agentes patogênicos, que podem gerar doenças infecciosas, podem chegar as fontes provedoras de água, através de esgotos lançados de forma inadequada, sem serem tratados antes do lançamento ou até por dejetos de animais. O consumo de água dessas fontes contaminadas aumenta a chance da ocorrência de doenças (PAUL et al., 1995; WIGGINS, 1996; DOMBECK et al. 2000).

Ao usar o saneamento básico como medida de prevenção, é possível reduzir os riscos de doenças diarreicas, principalmente para moradores de regiões rurais, pois estão mais suscetíveis aos riscos provocados por um saneamento ineficaz (RASELLA, 2013).

O saneamento básico é muito importante como forma de prevenção ou mitigação de doenças, pois é notório que a ausência do mesmo, ou seja, a falta da coleta dos resíduos, do esgoto, abastecimento de água potável, causa condições precárias, facilitando a contaminação por doenças feco-orais, bacterianas e parasitas intestinais (COSTA; GUILHOTO, 2014).

Segundo Camponogara et al. (2013), o poder público brasileiro tem buscado colocar em pauta, desde a década de 90, os debates da criação de um órgão que vise alcançar a vigilância sanitária em saúde, construindo através de leis e aparatos legislativos a redução de danos ambientais. É possível identificar a relação de saúde e saneamento, com as leis de Saneamento básico e a lei do Sistema Único de Saúde (SUS), que norteiam como implantar, gerenciar e manter tais serviços.

A discussão sobre saneamento básico e saúde é necessária para conhecer o potencial do saneamento em provocar doenças, tendo em vista que doenças transmitidas por água são muito prejudiciais a toda a sociedade, exigindo que o poder público atue com emergência para solucionar o problema, pois sobrecarregam o sistema de saúde (MARTINS et al., 2002).

Em estudos realizados por Esrey et al. (1991), eles revisaram 144 pesquisas que visavam buscar os impactos positivos no fornecimento de água potável e coleta de esgoto, perante a doenças transmitidas por meios hídricos. Com base nos dados

foi descoberto que a higiene doméstica e pessoal é essencial para reduzir doenças, como a diarreia, ascaridíase, tracoma e esquistossomose.

Segundo Heller (1998), saneamento e saúde estão diretamente interligados no processo de desenvolvimento social, para ele o problema continua consistente por causa do modelo socioeconômico aplicado à população mais carente, por ser as mais excluídas de uma sociedade desenvolvida, corroborando com o pensamento do saneamento está diretamente ligado à saúde.

Estudos realizados por Mendonça e Seroa da Motta (2009) demonstram a relação da mortalidade infantil, provocadas pelas doenças hídricas, com índices de saneamento e outros fatores como saúde e educação. Os dados do saneamento usados foram em relação à população que possui um adequado sistema de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário. Então foram obtidos resultados que a falta de saneamento básico, saúde e educação, tendem a aumentar drasticamente a taxa de mortalidade infantil. Os autores citam que, no Brasil, a mortalidade infantil teve uma redução graças aos investimentos realizados para ampliar a cobertura de saneamento básico, como também o aumento do acesso à saúde e educação.

Na pesquisa realizada por Teixeira et al. (2014), ele analisa os impactos da ineficácia do saneamento básico para a saúde no Brasil. Os autores citam que a falta do saneamento acarreta um aumento dos custos no sistema de saúde pública por causa do alto índice de pessoas internadas, vítimas de doenças diarreicas. Eles também revelam que ainda falta muito para alcançar a universalização do serviço no país.

Para Oliveira et al. (2015), a ausência de um sistema eficaz de saneamento gera muitos impactos negativos para a sociedade. Eles citam que o saneamento no Brasil é um problema de saúde pública, tornando sua existência essencial para prevenção de doenças e a preservação do meio ambiente.

A necessidade de melhorias no saneamento para prevenir doenças é confirmada por Pimenta et al. (2002), pois, segundo ele, a maioria das fontes de coleta de água no Brasil é contaminada por dejetos, gerando mais gastos para tratar a água, além de aumentar significativamente os riscos de contaminação, que consequentemente, gera mais gastos com saúde pública, pois a água contaminada serve como um transmissor de doenças.

A contaminação é dada por alguns agentes infecciosos, dentre eles, destacam-se, bactérias como: *Escherichia coli*, *Enteropatógenas*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia enterocolitica*, *Vibrio cholerae*, além de vírus como: *Enterovírus*, *Adenovírus*, *Hepatitis A*, *Reovírus*, *Agente Norwalk*, *Vírus Coxsackie*, *Rotavírus* e também, protozoários, como: *Entamoeba histolytica*, *Balantidium coli*, *Cryptosporidium*, *Giardia lamblia*, e os helmintos: *Ascaris lumbricoides*, *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*, *Echinococcus granulosus*, *Fasciolopsis busquei*, *Strongyloides stercoralis*, *Taenia solium* e *Trichiuris trichiura* (GELDREICH, 1986).

Os dejetos de humanos e animais, como fezes, urina e suor, são substâncias inúteis ao corpo, que se permanecessem dentro no organismo, seriam prejudiciais à saúde. Esses dejetos possuem vinculação a diversos patógenos, que são capazes de provocar doenças nos seus hospedeiros (CISAM, 2006).

Os dejetos, por serem mecanismos de contaminações de germes patogênicos de muitas doenças, a exemplo, diarreias infecciosas, febre, ancilostomíase, amebíase, ascaridíase, teníase, entre outras. São considerados problemas de saúde pública, sendo necessária uma intervenção, para impossibilitar o contato com o abastecimento de água, pessoas, alimentos e animais (FUNASA, 2007).

Nesse aspecto, a falta de saneamento básico pode contaminar a água através de dejetos, fazendo a mesma se tornar um vinculador de microrganismos, de forma direta, através do consumo ou indiretamente, como lavando alimentos ou participando de atividades recreacionais, podendo causar doenças gastrointestinais (COSTA et al., 2003 *apud* DUARTE, 2011).

Dessa forma, tendo conhecimento que a maioria dos agentes patogênicos que contaminam a água tem origem nos dejetos de pessoas ou animais portadores de doenças, torna-se necessário o uso de indicadores de contaminação fecal, para analisar se a água é potável, com isso, o nível de concentração de microrganismos na água tem sido usado para aferir sua qualidade (DUARTE, 2011).

2.5 Saneamento Básico e meio ambiente urbano

A destinação correta dos dejetos humanos serve para evitar a contaminação dos mananciais e solos, impossibilitar o contato de animais com os resíduos, bem como dificultar a disseminação de doenças que podem ser provocadas por esse contato. Além disso, diminuem os custos com tratamento de doenças evitáveis e reduzem o custo do tratamento da água, por preservar os mananciais, facilitando a limpeza de praias e locais usados para recreação, aumentando o turismo e protegendo a fauna aquática (FUNASA, 2006).

Para analisar o meio ambiente onde o ser humano está integrado, é preciso entender como a sociedade se organiza em relação às dimensões econômicas, sociais, políticas, culturais entre outros. Pois tais fatores influenciam em como a sociedade se integra ao meio ambiente. Algumas pessoas associam ambiente apenas à natureza, mas é preciso compreender que o ambiente não são apenas os processos naturais, mas também os fatores sociais (SPÓSITO, 2001).

Para Jacobi (1999), o meio ambiente é um local social modificado pelas ações humanas. Classifica-se, então, o meio ambiente como o resultado dos impactos dos indivíduos, assim como a forma que ele se comporta com ele, com suas interferências, sociais e culturais, que recentemente, na maioria das civilizações atuais, é vista como uma situação de degradação ambiental.

Segundo Rodrigues (1998), é possível classificar o meio ambiente urbano, como o conjunto de edificações de uma determinada cidade, além de todos os seus aspectos físicos, sociais, culturais e históricos. É muito importante, também, analisar as leis, que são responsáveis por estabelecer os limites administrativos da cidade. Desta forma, é possível compreender que o meio ambiente vai além de seus aspectos físicos ambientais, englobando todos os conceitos sociais, que podem ser modificados ao passar do tempo. Então, para analisá-lo, é necessário compreender as formas como aquela sociedade se comporta, englobando a sua dinâmica, social, religiosa, cultural, política, entre outros.

Ainda se tratando das características do meio ambiente urbano, Spósito (2001) afirma que muitos associam o meio ambiente apenas ao natural, porém o mesmo engloba o social, inclusive nas cidades, pois nelas o meio ambiente não se

restringe apenas aos fatores naturais, sobretudo aos fatores sociais e como ambos se relacionam.

O setor de saneamento, mais precisamente a ausência dele, tem sido um dos maiores causadores da poluição do meio ambiente, pois ele abrange um conjunto de ações tomadas pelo ser humano, para alterar ou manter o meio ambiente, com o intuito de prevenir doenças e aumentar a qualidade de vida e de saúde. Segundo Coing (1992), o saneamento é um conjunto de serviços e bens de uso coletivos espalhados pela cidade que geram as condições necessárias para o funcionamento de uma cidade, suprimindo suas demandas de produção e consumo.

Segundo Kresse (1997), o esgoto sanitário das residências causa grandes problemas ao meio ambiente, pois os mesmos são os responsáveis por lançar cerca de 90% dos dejetos no meio ambiente, podendo contaminar as fontes d'água, causando problemas mais graves para a população como a diminuição da dignidade e maiores gastos em saúde. Seguindo essa linha de raciocínio, Lemes et al. (2008) infere que investimentos em saneamento diminuem significativamente os gastos de saúde e a taxa de ocupação dos leitos.

A falta de saneamento básico oferece um grande risco à qualidade das águas. O setor de indústria e da mineração, também contribuem negativamente. A degradação da qualidade água, provocada por estes setores, é dada pelo lançamento de grandes cargas inorgânicas e orgânicas. A criação de suínos, na agropecuária, também é vista como um grande gerador de cargas orgânicas (ANA, 2012).

Para Oliveira (2012), é preciso que o ser humano encontre um equilíbrio entre o desenvolvimento financeiro e a proteção do meio ambiente, tendo a população um papel crucial, de garantir a sustentabilidade, uma vez que os recursos são limitados.

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Classificação da pesquisa

Para a realização do presente trabalho, foi realizada, inicialmente, uma pesquisa bibliográfica, usando como fontes, livros, dissertações, manuais, artigos, anais, periódicos, revistas, entre outros. A pesquisa foi direcionada ao saneamento básico, principalmente o esgotamento sanitário, bem como algumas possíveis formas de intervenção para amenizar os danos causados pela falta deste serviço. Foram observados os principais métodos alternativos de esgotamento sanitário utilizados pela população.

Além da pesquisa bibliográfica, foi realizada uma pesquisa de campo, desenvolvida com a participação direta do pesquisador, observando as condições do saneamento público no município de Fátima (BA), possibilitando uma análise crítica a respeito da situação atual do saneamento básico. Desse modo a pesquisa se deu através de uma abordagem quali-quantitativa, com a observação dos dados obtidos pela pesquisa bibliográfica e de campo e a quantificação da taxa da população atendida pelo saneamento básico, bem como o dimensionamento dos métodos alternativos de tratamento do esgoto sanitário (LAKATOS, 2003).

Por fim, esta pesquisa pode ser classificada como exploratória, pois possibilita uma melhor familiarização com o problema, neste caso, a ineficácia no oferecimento dos serviços de saneamento básico (GIL, 2008).

3.2 Características do campo de estudo

Os dados utilizados na realização deste trabalho foram coletados nas zonas urbana e rural da cidade de Fátima, no estado da Bahia. Esta cidade apresenta uma população, mediante dados do IBGE, de, aproximadamente, 17.845 habitantes, distribuídos sobre uma área territorial de 364,419 km², apresentando uma densidade

demográfica de 48,97hab/km², conforme levantamento realizado em 2020 (IBGE, 2020).

O município está localizado a cerca de 319 km da capital do estado da Bahia, Salvador, no agreste baiano, região de transição da zona da mata para o sertão. Possui um clima quente, com chuvas irregulares, com predominância no inverno, que propicia a agricultura e a pecuária. O município de Fátima faz divisa com os seguintes municípios: Cícero Dantas, Heliópolis, Adustina e Antas, em território baiano, e com Poço Verde, em território sergipano, como demonstra a Figura 3.

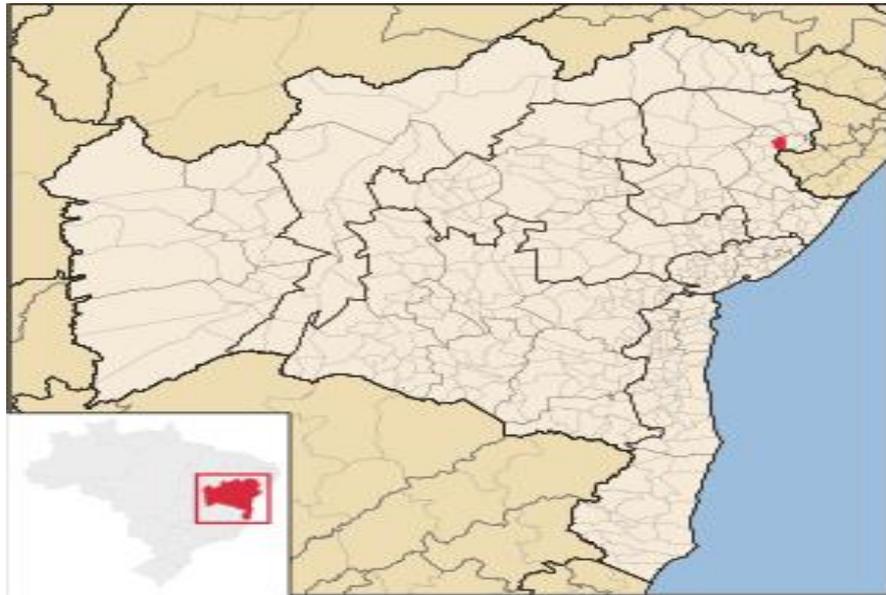


Figura 3: Localização de Fátima (BA).

Fonte: Wikipédia (2021).

Sua principal economia é voltada à agricultura, predominantemente, a familiar, podendo ser considerada a principal fonte de renda do município. As culturas que se destacam são a de milho e feijão. Outra fonte de renda é a pecuária (criação de animais), sendo destaque as criações de gados, ovelhas, porcos e aves.

O comércio local também tem ganhado destaque, pois emprega muitos jovens, além de oferecer um emprego fixo, pois na agricultura e pecuária, existe um problema, voltado para a irregularidade das chuvas. O setor da construção civil, também, tem um destaque na empregabilidade local.

Em relação ao clima da cidade, pode-se afirmar que mês mais frio é julho, com temperatura média de 21,8 °C, como pode ser visto na Tabela 1.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.1	26.2	26.3	25.5	24.1	22.7	21.8	21.9	23.1	24.6	25.7	26.2
Temperatura mínima (°C)	21.8	22.1	22.2	21.9	21.1	19.9	18.9	18.5	19.2	20.5	21.2	21.7
Temperatura máxima (°C)	31.9	31.7	31.8	30.8	28.4	26.6	25.8	26.4	28.4	30.4	31.8	32.3
Chuva (mm)	42	45	46	52	58	58	48	42	32	27	27	29
Umidade(%)	66%	68%	68%	72%	77%	80%	79%	78%	70%	67%	65%	64%
Dias chuvosos (d)	6	8	8	10	11	13	13	11	8	5	5	4

Existe uma diferença de 31 mm entre a precipitação do mês mais seco e do mês mais chuvoso. As temperaturas médias têm uma variação de 4.5 °C durante o ano.

Tabela 1: Dados Climatológicos de Fátima.
Fonte: Climate-data.org. Clima: Fátima (2021).

3.3 Desenvolvimento da pesquisa

Os dados desta pesquisa foram obtidos através de questionários, utilizando a plataforma Google Forms, compartilhado pelas redes sociais, através de um link que foi disponibilizado para a população. O questionário continha 5 perguntas de múltipla escolha, que indagavam a respeito da situação atual do saneamento básico na localidade dos entrevistados e sobre como eram tratados os esgotos quando não existia a rede coletora. Além disso, questionou-se sobre a ocorrência de doenças nos moradores das residências, para fazer-se a relação com a ineficácia na oferta do serviço de saneamento básico. A intenção foi alcançar o maior número de respostas possíveis. O questionário aplicado está localizado no Apêndice A.

Além dos questionários, foram realizadas visitas aos principais pontos da rede coletora de esgotos, para proporcionar uma visão crítica ao autor, possibilitando uma demonstração real da situação. Essas visitas permitiram a verificação do impacto que o esgotamento sanitário ineficaz provoca no meio ambiente.

Também foram realizadas visitas a algumas residências que possuem sistemas alternativos para a destinação dos esgotos e estudado os principais métodos utilizados.

Ainda, na busca de propor soluções para o descarte inadequado do esgoto na cidade, foi dimensionado um sistema de tratamento individual de esgoto, que pode ser adotado pela população do local.

3.4 Considerações sobre o dimensionamento do sistema individual de tratamento de esgoto

Para o dimensionamento do sistema fossa séptica, filtro e sumidouro, foram utilizados os parâmetros estabelecidos pela NBR 7229 (ABNT, 1993), que traz, além das dimensões máximas e mínimas dos tanques, tabelas com o tempo de detenção, a contribuição do lodo fresco e a contribuição diária, necessários para a determinação dos volumes úteis. Para o dimensionamento do filtro séptico e sumidouro, além desta, também foi utilizada a NBR 13969 (ABNT, 1997).

Neste trabalho, foi dimensionada uma proposta de tratamento para uma residência de padrão médio, com 4 moradores, por ser a concepção que mais se adapta ao município.

3.4.1 Tanque Séptico

De acordo com a NBR 7229/93, o volume do tanque séptico pode ser determinado através da Equação 1.

$$V = 1000 + N (CT + KLf) \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:

V = volume útil, em litros;

N= número de pessoas ou unidade de contribuição;

C= contribuição de despejos, em litros/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia;

T= período de detenção, em dias;

K= taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco;

Lf= contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia;

Para determinar os valores de contribuição de despejos (C) e de lodo fresco (Lf), utiliza-se a Tabela 1 da norma, mostrada na Figura 4. Esses valores variam de acordo como o tipo de residência e padrão de vida.

Tabela 1 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
		C	Lf
Unid.: L			
1. Ocupantes permanentes			
- residência			
padrão alto	pessoa	160	1
padrão médio	pessoa	130	1
padrão baixo	pessoa	100	1
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- alojamento provisório	pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
- fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- escritório	pessoa	50	0,20
- edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- bares	pessoa	6	0,10
- restaurantes e similares	refeição	25	0,10
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- sanitários públicos ^(A)	bacia sanitária	480	4,0

^(A) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.).

Figura 4: Contribuição diária de esgoto(C) e de lodo fresco (Lf).

Fonte: NBR 7229 (ABNT, 1993).

O período de detenção (T), em dias, é determinado através da Tabela 2 da norma, apresentada na Figura 5. Para contribuições diárias de até 1500 L, o período de detenção é de 1 dia.

Tabela 2 - Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Figura 5: Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária.

Fonte: NBR 7229 (ABNT, 1993).

Vale destacar que essa contribuição de lodo fresco (L_f) é o valor do material instável que fica acumulado na zona de digestão do tanque séptico, ele é gerado pela sedimentação dos materiais que ficam suspensos, antes do começo da digestão (BARRETO; BRITO, 2018, p. 33).

A taxa de acumulação de lodo digerido (K), em dias, pode variar de acordo com o intervalo de limpeza do tanque, em anos, e a temperatura do mês mais frio, como pode ser visto na Tabela 3 da norma, apresentada na Figura 6.

Tabela 3 - Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t > 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Figura 6: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio.

Fonte: NBR 7229 (ABNT, 1993).

O próximo passo é definir a profundidade da fossa, porém é preciso se atentar às profundidades máximas e mínimas permitidas pela norma. A Figura 7 traz a Tabela 4 da norma, com os valores limites estabelecidos.

Tabela 4 - Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil

Volume útil (m ³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Figura 7: Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil.
Fonte: NBR 7229 (ABNT, 1993).

Outra determinação da norma são as dimensões máximas e mínimas do tanque séptico. A largura interna mínima deve ser de 80 centímetros, além de ter uma relação comprimento/largura de 2:1 ou 4:1. Com a Equação 2 é possível determinar a largura e o comprimento do tanque.

$$V = (A \cdot B) \cdot H \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

V= volume, em metros cúbicos

A= comprimento, em metros

B= largura, em metros

H= altura, em metros

3.4.2 Filtro anaeróbico

Para cálculo do filtro anaeróbico é utilizada como base a NBR 13969/97 - (Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação). O filtro consiste em um reator biológico que utiliza microrganismos não aeróbicos para tratar do esgoto. Sua eficiência depende muito da sua correta aplicação, podendo ser perdida, significativamente, com as mudanças de temperatura do esgoto (ABNT, 1997). Como sugerido, após o efluente tratado, nas residências urbanas que possuem rede

coletora, o mesmo pode ser direcionado para a rede, em regiões urbanas ou residências que não possuem rede coletora, será necessária a execução do sumidouro.

Para calcular o volume útil filtrante, a NBR 13969/97 apresenta a Equação 3, exigindo que o mínimo seja 1000L.

$$V_u = 1,6 NCT \quad (\text{Eq. 3})$$

Em que:

V_u = volume útil

N = número de pessoas ou unidade de contribuição;

C = contribuição de despejos, em litros/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia;

T = período de detenção, em dias;

Para calcular o diâmetro de filtro anaeróbio (D), adota-se a altura (h) e utiliza-se a Equação 4.

$$\frac{\pi * D^2}{4} * h = V_u \quad (\text{Eq. 4})$$

3.4.3 Sumidouro

O sumidouro é uma unidade de infiltração vertical responsável pela depuração final do esgoto proveniente do tanque séptico. Após passar por todas as etapas de digestão e deposição, o esgoto é encaminhado para o sumidouro para então ser absorvido pelo solo. É preciso respeitar o limite de 1,5 m de distância do fundo do sumidouro até o lençol freático, caso não atenda esse requisito, é interessante a implantação de outras alternativas (ABNT, 1997).

Para dimensionar o sumidouro, é preciso, primeiramente, identificar o coeficiente de infiltração do solo. Esses valores podem ser determinados utilizando a Tabela 2, em função do tipo do solo.

Tipos de solos	Coefficiente de infiltração litros/m ² x Dia	Absorção relativa
Areia bem selecionada e limpa, variando a areia grossa com cascalho.	maior que 90	Rápida
Areia fina ou silte argiloso ou solo arenoso com humos e turfas variando a solos constituídos predominantemente de areia e silte.	60 a 90	Média
Argila arenosa e/ou siltosa, variando a areia argilosa ou silte argiloso de cor amarela, vermelha ou marrom.	40 a 60	Vagarosa
Argila de cor amarela, vermelha ou marrom medianamente compacta, variando a argila pouco siltosa e/ou arenosa.	20 a 40	Semi-impermeável
Rocha, argila compacta de cor branca, cinza ou preta, variando a rocha alterada e argila medianamente compacta de cor avermelhada.	Menor que 20	Impermeável

Tabela 2: Coeficientes de infiltração do solo.

Fonte: Jesus (2011).

A área de infiltração e a profundidade do sumidouro são definidas pelas Equações 5 e 6, indicados pelo Manual do Saneamento Básico (FUNASA, 2007).

$$A = V/C_i \quad (\text{Eq. 5})$$

Em que:

A= Área de infiltração; em m²

V= Área necessária, em metros quadrados; é o resultado da multiplicação da quantidade de contribuintes (N), pela contribuição diária de esgoto.

C_i= Coeficiente de percolação, em L/m² x dia, definido na Tabela 2.

Por fim, determina-se a altura do sumidouro, utilizando a Equação 6.

$$h = \frac{A - \pi x r^2}{\pi x D} \quad (\text{Eq. 6})$$

Em que:

A= Área total de infiltração do sumidouro, que consiste na soma da lateral e do fundo;

h= Profundidade necessária do sumidouro, em metros;

D= Diâmetro adotado;

π= Constante Pi (3,14).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Apresentação e análise das respostas dos questionários

Com os questionários, foi obtido um total de 74 respostas.

Pergunta 1: Onde sua residência está situada?

Neste questionamento, 59 pessoas responderam que residiam na zona urbana e 15 pessoas na zona rural, como demonstrado no Gráfico 2.

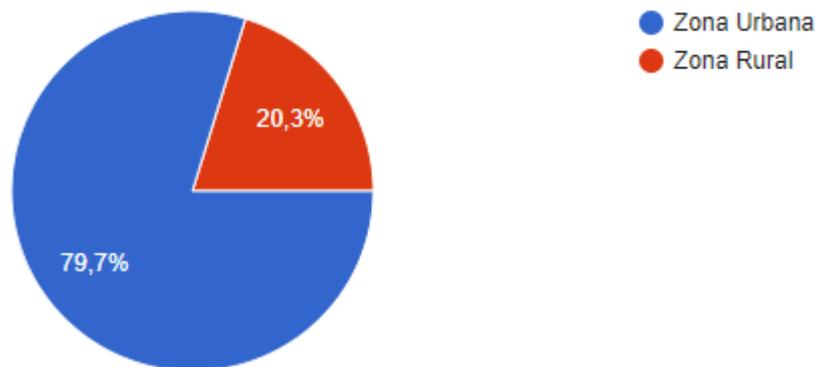


Gráfico 2: Resposta sobre localização das residências.
Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).

A maioria das respostas foi obtida por pessoas da zona urbana, porém foi possível ter acesso a uma quantidade significativa de entrevistados de ambas as localidades.

Pergunta 2: Na rua onde você mora passa a rede coletora de esgoto?

A maioria respondeu que suas residências eram contempladas com rede coletora de esgotamento sanitário (49 pessoas). 23 pessoas responderam que sua residência não possuía tais serviços, como mostrado no Gráfico 3.

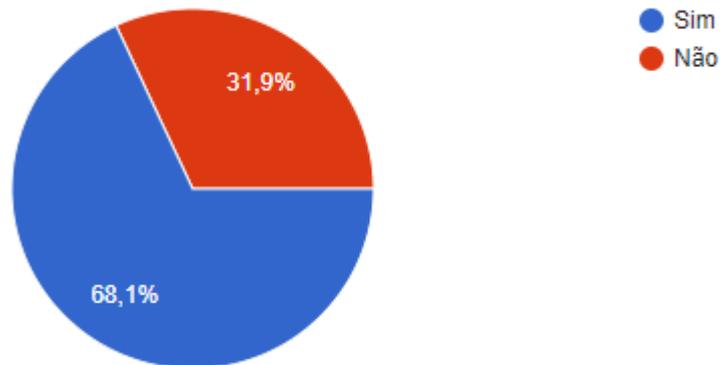


Gráfico 3: Locais que possuem rede coletora de esgoto.
Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).

Como pode ser notado, ao analisar o Gráfico 3, o sistema de coleta de esgoto ainda é bastante precário no município, o que justifica a necessidade de intervenções.

Pergunta 3: Para onde vai o esgoto gerado na sua residência?

Para esse questionamento, 35 pessoas responderam que o esgoto gerado vai para a rede coletora de esgoto, 16 pessoas responderam que o destino final era a fossa séptica, 8 pessoas marcaram que utilizam a fossa negra como forma de descartar os dejetos, 3 pessoas informaram que utilizam valas como alternativa de descarte, 2 pessoas marcaram que o esgoto corre a céu aberto e 10 dos entrevistados não souberam qual o destino final do esgoto que é gerado nas residências, conforme mostrado no Gráfico 4.



Gráfico 4: Sistemas utilizados para descarte do esgoto.
Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).

Foi analisado que apenas 35 dos entrevistados, responderam novamente que seu esgoto é coletado por rede, ocorreu uma diferença de alcance de dois dos entrevistados quando comparado com a segunda pergunta, porém não é o suficiente para servir como margem de erro, essa diferença pode ter ocorrido pela baixa capacidade de diferenciar os sistemas de descarte do esgoto gerado, por parte dos entrevistados.

A necessidade da implantação de esgoto sanitário é fundamental para garantir uma melhor qualidade de vida e propiciar saúde à população, principalmente a mais carente, considerando os dados obtidos na pesquisa, é possível notar que uma faixa significativa, ainda não é assistida por tais serviços, o que pode acarretar problemas mais severos no futuro, como gastos mais elevados em saúde.

Pergunta 4: Qual a fonte de água que abastece sua residência?

Nesse questionário, foi solicitado que os moradores respondessem sobre qual era a sua fonte de abastecimento de água. 71 pessoas responderam que a fonte primária de abastecimento é a rede pública, 2 citaram o uso de poço como fonte e 1 não soube informar, como é possível ver no Gráfico 5.

Com tais dados, é possível depreender que o grande problema do saneamento básico no município de Fátima (BA) está direcionado ao esgotamento sanitário, tendo em vista a grande quantidade dos residentes que não possuem o serviço de coleta pública do esgoto.

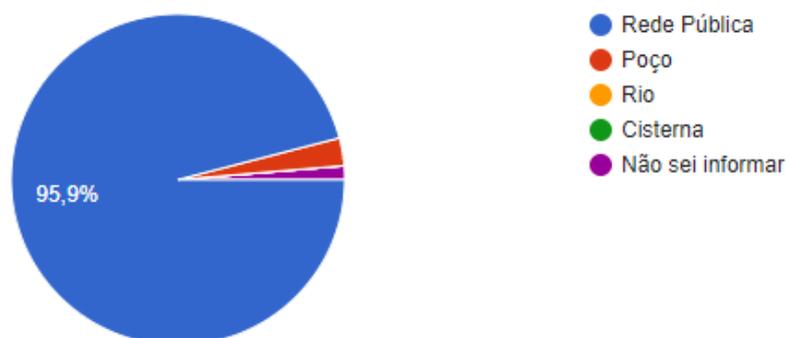


Gráfico 5: Porcentagem dos questionados que possui abastecimento de água potável.

Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).

Pergunta 5: Alguém na sua casa apresentou, nos últimos seis meses, alguma doença ou algum tipo de problema que possa estar relacionado com água, lixo, esgoto ou com chuvas?

Também foi questionado a respeito de doenças que podem ser geradas pela falta de saneamento básico e 10 pessoas afirmaram que ocorreram casos de diarreia, 5 citaram a ocorrência de dengue e 63 não apresentaram caso nos últimos seis meses, conforme Gráfico 6.

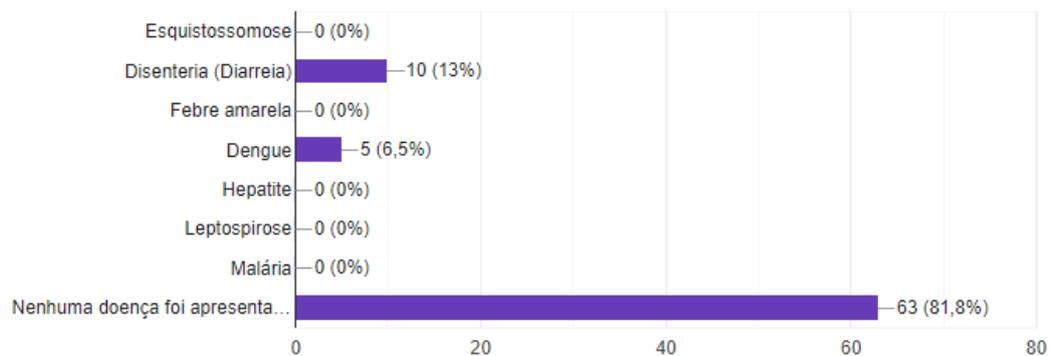


Gráfico 6: Doenças que podem ser provocadas pela falta de saneamento básico.

Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).

Com a utilização do formulário google, foi possível identificar que o principal problema referente ao saneamento básico do município de Fátima (BA), está voltado ao esgotamento sanitário, que reflete a situação da maior parte do Brasil. Outro fator importante, foi identificar os principais métodos alternativos que os entrevistados utilizaram para lidar com os esgoto gerado nas residências, possibilitando correlacionar o esgotamento sanitário com surgimento de doenças, bem como, uma melhor qualidade de vida da população do município.

4.2 Situação do esgotamento sanitário na cidade de Fátima

A cidade de Fátima conta com 17.845 habitantes, desta forma, com base na estimativa de que cada habitante de padrão médio no Brasil produz 130 litros de esgoto por dia, é possível afirmar que em Fátima são gerados cerca de 2319,85 m³

de esgoto diariamente. Este dado é preocupante, tendo em vista a disponibilidade de ações que podem ser tomadas no município.

Atualmente, os pontos de descarte de esgoto da rede pública são pequenos córregos, que são direcionados para um açude localizado no município vizinho de Adestina (BA). Graças a essa contaminação, a água deste açude é imprópria para o consumo, assim como para a irrigação e para uso como atividades recreativas, que eram populares, antes do recebimento dos esgotos.

Nitidamente os efluentes líquidos, que são gerados no município, geram a contaminação desses córregos. Assim, é visto a perda de recursos hídricos que poderiam ser aproveitados, caso não ocorresse a contaminação, além dos danos que podem ser irreversíveis ao meio ambiente e a saúde da população. No entanto, o município de Fátima insiste em continuar com um sistema de esgotamento sanitário, bem como o cuidado com o meio ambiente, ineficaz e insalubre.

É perceptível a ausência de políticas públicas eficazes para tratar dos esgotos que são gerados em Fátima, muitos de seus moradores sequer possuem acesso à rede coletora e precisam utilizar métodos alternativos. Mesmo onde existe a rede coletora, o esgoto não está sendo tratado antes do lançamento nos córregos.

Os resíduos oriundos de atividades humanas podem poluir o meio ambiente caso não sejam tratados, prejudicando de forma direta ou indiretamente o bem-estar, a saúde, a segurança e o desenvolvimento social e econômico da sociedade (FUNASA, 2015).

O esgoto pode ser chamado de águas residuárias ou águas servidas. É gerado por diversas formas de utilização da água, seu descarte sem o tratamento pode ser prejudicial, principalmente quando é lançado em córregos, rios ou fontes que possam ser utilizadas posteriormente para captação, causando problemas ambientais e à saúde de pessoas e animais, pois esses recursos podem estar contaminados por germes patogênicos, procedentes das fezes humanas. Com isso, é sobrecarregado o sistema de saúde, graças a grande quantidade de pessoas contaminadas por doenças vinculadas à água, que pode inclusive levar à morte (FUNASA, 2015).

No Brasil a lei 11.445/07, serve como normativa geral, também chamada como Lei do saneamento, ela demanda investimentos em saneamento. Freitas e Morais (2007) citam que o Ministério das Cidades tem a obrigação de implementar o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB).

Um dos principais objetivos da lei 11.445/07 é a universalização do serviço, além de sua integralidade, ela torna obrigatório ao poder público oferecer uma fonte de água potável, coleta regular de lixo, rede de esgoto sanitário, ou seja, todos os componentes que compõem o saneamento básico. Dessa forma, os municípios são obrigados a realizarem o planejamento, caso contrário, não serão beneficiados com investimentos federais na área, além de oferecer a participação dos mais prejudicados pela falta desse serviço, que é a população (BRASIL, 2007).

É notório que o município está evoluindo no tema, alguns trechos de ruas estão recebendo o sistema de esgoto, porém em uma velocidade relativamente lenta. Porém existe uma grande discrepância quando é comparado o saneamento da zona rural para o das regiões urbanas. No Gráfico 7 é visto a desigualdade do serviço de abastecimento de água potável.

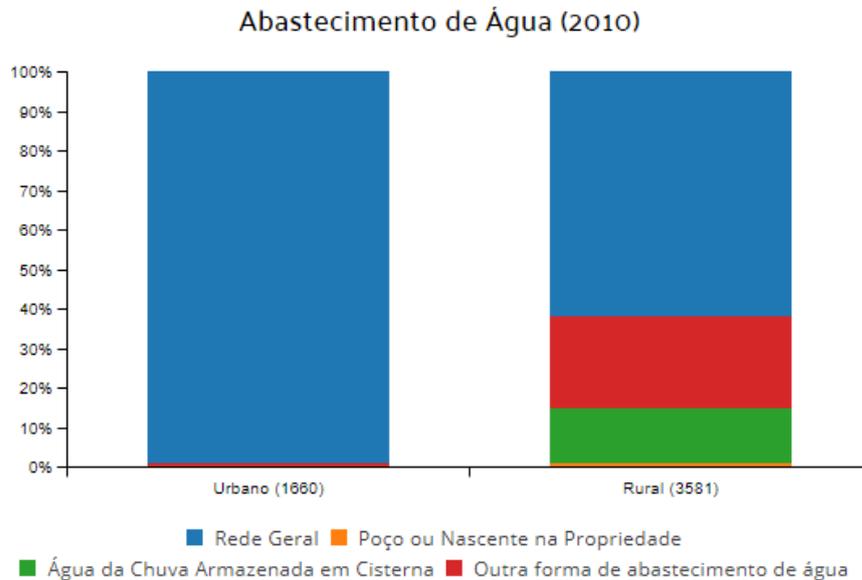


Gráfico 7: Abastecimento de água (2010).

Fonte: Censo – IBGE/Rural – PNSR.

Como é visto no Gráfico 7, cerca de 99% da população das regiões urbanas possuem rede de abastecimento de água potável, enquanto as regiões rurais, possuem um alcance de apenas 62% das residências.

Em relação à destinação final do lixo, também é visto uma grande diferença entre ambos, enquanto na zona urbana, cerca de 91% do lixo é recolhido por serviços de limpeza e 8% é coletado por caçambas de serviço de limpeza. Já na zona rural, apenas 30% das residências contam com o recolhimento por serviços de limpeza, 52% das residências precisam queimar seu lixo para se livrar do volume, que não é o ideal, pois lança uma grande quantidade de dióxido de carbono (CO₂)

na atmosfera, que aumenta o risco do efeito estufa, como o risco de metais pesados contidos nas cinzas, como mostra o Gráfico 8.

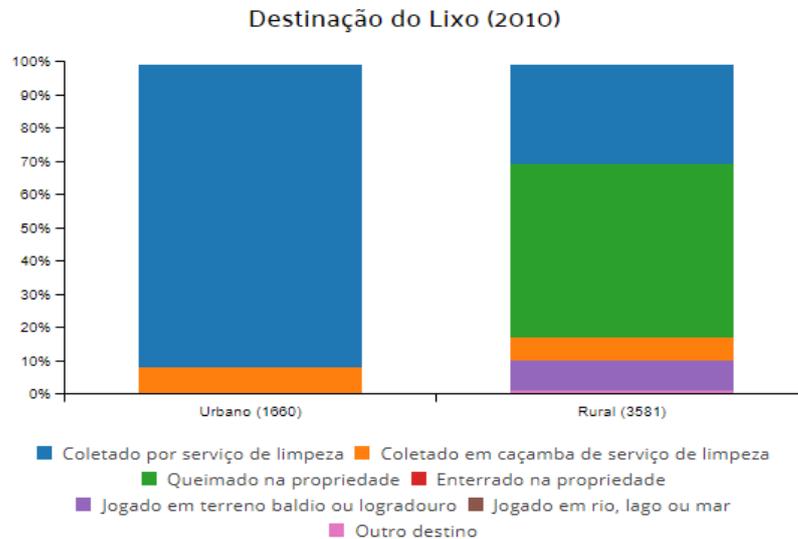


Gráfico 8: Destinação do Lixo (2010).

Fonte: Censo – IBGE/Rural – PNSR.

Com os dados do Gráfico 9, é notório que a maior dissimetria, no tocante à saneamento básico é o esgotamento sanitário, aproximadamente 92% das residências urbanas, possuem rede coletora de esgoto sanitário, 5% utiliza fossa rudimentar e 2% faz o uso de fossa séptica. Enquanto apenas 15% dos domicílios rurais possuem rede coletora de esgoto, e a grande maioria, cerca de 54% faz o uso de fossa rudimentar, 15% utiliza fossa séptica, 5% usa valas e 11% utiliza outras formas de escoamento.

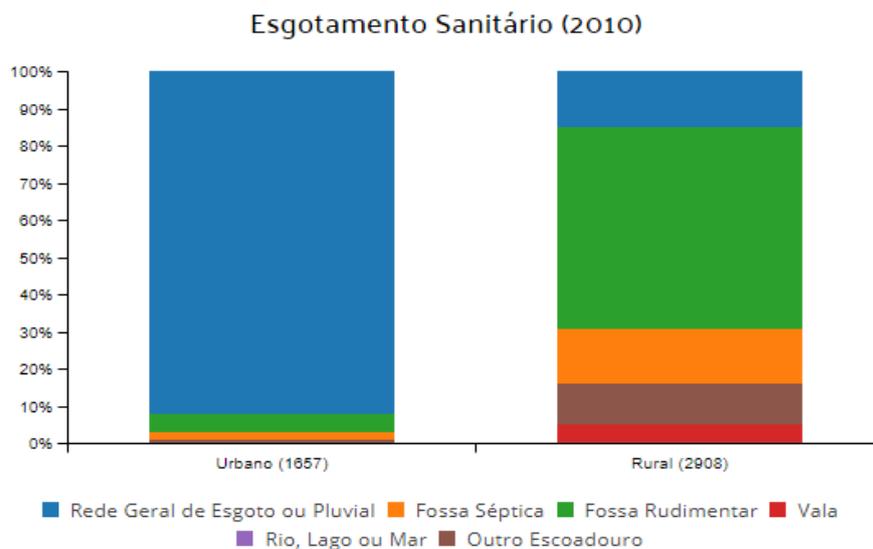


Gráfico 9: Esgotamento Sanitário (2010).

Fonte: Censo – IBGE/Rural – PNSR.

Com tais dados, é possível inferir que o maior problema do saneamento básico em Fátima, é o esgotamento sanitário, principalmente nas residências rurais, que utilizam em sua maioria, o método de esgotamento menos indicado, que é a fossa rudimentar, além de uma quantidade expressiva que utilizam valas, como forma de se livrar do esgoto gerado nas residências.

4.3 Identificação dos impactos sociais e ambientais provocados pela falta de esgotamento sanitário em Fátima

Mesmo as residências urbanas possuindo rede coletora de esgoto, os dejetos estão sendo lançados diretamente nos córregos do município, sem antes ter os devidos tratamentos, poluindo o meio ambiente e os recursos hídricos a jusante do local de lançamento.



Figura 8: Rede pública de esgoto.

Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).

Como é visto na Figura 8, o escoamento do esgoto sanitário é feito de forma incorreta pelo poder público, quando ele é disposto a céu aberto, ele facilita o aparecimento de doenças, cria uma poluição visual, mau cheiro, propagação de roedores e insetos, além de desvalorizar as moradias próximas, diminuindo a qualidade de vida da população próxima.

A figura 8 é uma ótima representação do cenário que foi encontrado no município, onde existe o escoamento do esgoto a céu aberto sem nenhum tratamento, localizado ao lado de um campo de futebol, que reúne diversas pessoas de várias faixas etárias, principalmente crianças, que são as mais propícias a doenças provocadas pela falta de saneamento básico, demonstrando o descaso do poder público.



Figura 9: Lançamento do esgoto no meio ambiente.
Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).

Após sair dos limites da região urbana, como é visto na figura 9, foi identificado que a rede de esgoto, passa a ser lançada diretamente no solo, transformando em um córrego que é possível depreender que seu leito é composto exclusivamente por esgoto, tornando o mesmo, totalmente comprometido, quando o esgoto não possui tratamento antes de ser lançado na natureza, ele causa uma degeneração de corpos receptores, como rios, lagos, lagoas, represas, baías e mares, afetando a vida aquática e os usuários das fontes de água, como pessoas, animais e a vegetação próxima (PIMENTEL; CORDEIRO NETTO, 1998; TCHOBANOGLOUS; SCHROEDER, 1985).

A cidade de Fátima está em constante evolução, em algumas residências localizadas em novos loteamentos, foram identificadas diversas formas prejudiciais de descarte do esgoto, como é visto na figura 10, foi realizada a construção improvisada de uma fossa rudimentar.



Figura 10: Fossa Rudimentar.

Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).

De forma geral, estas residências são localizadas mais afastadas do centro, e geralmente são de indivíduos de poder aquisitivo mais baixo, com isso, muitos não tem condições suficientes para construções de sistemas mais eficientes e optam por métodos com um custo inicial menos elevado, como valas, como é visto na Figura 11, muitas residências lançam o esgoto diretamente nas ruas, por onde transitam os pedestres e automóveis.



Figura 11: Lançamento de esgotos nas Ruas.

Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).



Figura 12: Esgoto lançado em valas.

Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).

É possível identificar de forma clara que nessas novas ruas e avenidas, das regiões urbanas, a disposição do esgoto é feita de forma irregular, inclusive em espaços a céu aberto, que vai à oposição do que demandam as normas e leis, mesmo a população tendo parte nesse descarte indevido, tais atitudes poderiam ser evitadas com a aplicação de um sistema universal de saneamento básico, sendo um serviço que todos têm direito, percebe-se que os mais atingidos pela falta de saneamento, é a população mais vulnerável, sofrendo com o acúmulo de parasitas, roedores, mau cheiro, entre outros problemas gerados.

4.4 Zona Rural

Na maioria das residências das regiões rurais, foi notado um sistema misto, utilizando a fossa rudimentar, como forma de tratamento do esgoto gerado pelo vaso sanitário, e o esgoto provido do chuveiro, pias e tanques de lavagem, ou seja, as

águas cinza. Elas são usadas como forma de irrigação ou descartadas diretamente sobre o solo, por meio de valas, nas figuras abaixo é possível identificar ambas, as alternativas.



Figura 13: Fossa Rudimentar residência 01.
Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).



Figura 14: Descarte de água cinza residência 01.
Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).



Figura 15: Fossa Rudimentar residência 02.
Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).



Figura 16: Descarte de água cinza residência 02.
Fonte: Criação do autor (produzida em 2021).

Em muitos lugares existe a escassez de água, e mesmo em locais com abundância de oferta de recursos hídricos, é correto utilizar métodos de reutilização de água, esses métodos podem ser de forma direta, como utilizado a efluente após ser tratado, ou de forma indireta como armazenados em lagos, represas, rios ou aquíferos, servindo como fonte de abastecimento para utilizações futuras (MONTEIRO, 2009).

Também é possível diferenciar o reúso da água, como reúso de planejado, ou inconsciente, no exemplo da residência 02, é possível ver um exemplo de reúso planejado, pois os proprietários estão utilizando como fonte de irrigação, já o reúso inconsciente, é quando os geradores não possuem ciência que aquela água será reaproveitada (MONTEIRO, 2009).

Ainda seguindo a linha de raciocínio da reutilização da água, Sousa et al. (2006), cita que a utilização de águas residuárias, é uma das diversas maneiras de adaptação da sociedade que convive com a seca, como o Nordeste brasileiro, que possui grandes períodos de estiagem, dessa forma, a utilização das águas cinza se torna uma alternativa interessante no município de Fátima, principalmente em residências rurais.

4.5 Alternativa para o tratamento do esgoto sanitário de Fátima

Para o município de Fátima estar em consonância com o sistema nacional de saneamento básico, deverá se atentar em cumprir a correta coleta, tratamento e destinação final do esgoto gerado pelas edificações, entretanto é possível criar um sistema misto, englobando o poder público e a população.

Em regiões urbanas, o mais correto seria implantar um sistema de coleta e tratamento coletivo do esgoto, porém como tal alternativa está de certa forma distante, poderia ser implantado um sistema de fossa séptica, realizando um tratamento primário direto na fonte e depois lançado na rede pública. Essa forma seria eficiente, inclusive, com a implantação futura de uma estação de tratamento, diminuindo significativamente a taxa de lodo do esgoto.

Já em locais que não possuem rede coletora, um sistema eficaz seria composto por fossa séptica e sumidouro, principalmente nas residências localizadas na zona rural (FUNASA, 2015).

Dessa forma, o sistema descentralizado é compatível com Fátima, tal tratamento é visto como uma das melhores alternativas em questão de sustentabilidade para países em desenvolvimento (PARASKEVAS et al., 2002). Outro fator que faz o sistema se adequar ao município é sua grande flexibilidade de construção, facilitando a aplicação de tecnologias ideais para cada realidade,

visando a proteção do meio ambiente, a conservação dos recursos hídricos e a reutilização da água (HO, 2005).

Os tanques sépticos são a alternativa mais utilizada no mundo para tratamento primário do esgoto em locais que não possuem rede coletora, principalmente na zona rural, que dificilmente são atendidas com o serviço (CHERNICHARO, 1997). Porém não é uma alternativa totalmente eficaz, demandando um tratamento posterior.

Uma alternativa viável que vem sendo utilizada é a tecnologia anaeróbica, que é um sistema simples e com baixo custo de implantação, tornando-o interessante para o município, pois possui uma quantidade pequena de produção de lodo e biogás (KASSAB, et al., 2010).

4.5.1 Dimensionamento do sistema Fossa-Filtro-Sumidouro

4.5.1.1 Fossa Séptica

Os parâmetros utilizados para cálculo da fossa séptica foram:

- Número de Pessoas ou Unidade de contribuição (N)= 4 habitantes
- Contribuição de despejos, em litros/pessoas x dia (C)= 130
- Contribuição de esgoto total (Ct): 520 litros
- Período de Detenção= 1 dia
- Contribuição de lodo fresco (Lf)= 1 L/pessoa
- A taxa de acumulação de lodo digerido em dias (K)= 57

Para o pré-dimensionamento do volume do tanque séptico, foi utilizada a Equação 1, resultando em:

$$V = 1000 + N \times (CT + K Lf)$$

$$V = 1000 + 4 \cdot (130 \cdot 1 + 57 \cdot 1)$$

$$V = 1748 \text{ L} = 1,748 \text{ m}^3$$

Paras determinar as dimensões do tanque séptico, foi adotada a profundidade de 1,5 metros, dessa forma com a Equação 2 foi possível determinar as outras dimensões.

$$V = A \cdot B \cdot H$$

$$1,748\text{m}^3 = A \cdot 2^2 \cdot 1,5$$

$$1,748\text{m}^3 = A^2 \cdot 3$$

$$A = \sqrt{\left(\frac{1,748}{3}\right)}$$

$$A = 0,76 \text{ m}$$

Como a norma determina que a dimensão mínima é 80 cm, então foi adotado a largura com 80 cm, dessa forma;

$$\text{Comprimento} = 80\text{cm} \times 2 = 160 \text{ cm} = 1,6 \text{ m}$$

É preciso ressaltar que deve-se realizar a limpeza do sistema corretamente, pois caso contrário, se for realizada em dois anos, o volume será de 1.908 m³, excedendo a capacidade do sistema.

4.5.1.2 Dimensionamento do Filtro Anaeróbico

Com o uso da equação 3, foi realizado o pré-dimensionamento do volume útil do filtro aeróbico.

$$V_u = 1,6 \text{ NCT}$$

- Número de contribuintes = 4;
- Contribuição de despejos (C) em litros x habitantes/ dia = 130;
- Tempo de detenção hidráulica (T) = 1 dia;

$$V_u = 1,6 \times 4 \times 130 \times 1$$

$$V_u = 832 \text{ l} = 0,832\text{m}^3$$

Foi adotado um modelo circular, e a profundidade do filtro foi adotada a máxima permitida pela norma, ou seja, 1,2 metros, então com a formula 4, foi calculado o diâmetro do filtro.

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} \times 1,2 = V_u$$

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} \times 1,2 = 0,832\text{m}^3$$

$$D = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 0,832}{\pi \cdot 1,2}\right)}$$

$$D = 0,9496 = 0,95\text{m}$$

4.5.1.3 Cálculo do Sumidouro

Para realizar o cálculo do sumidouro, é preciso verificar o índice de infiltração do solo, porém não existe um mapeamento preciso do solo no município de Fátima, dessa forma, foi adotada uma média do coeficiente entre a areia fina, silte argiloso ou solo arenoso com humos e turfas, que é 60 a 90 L/m² x dia. Com a equação 5, será possível encontrar a área de infiltração.

$$A = V/C_i$$

$$V = 4 \times 130 = 520 \text{ litros}$$

$$C_i = (60+90) / 2 = 75 \text{ L/m}^2 \text{ x dia}$$

$$A = \frac{520}{75} = 6,93 \text{ m}^2$$

No pré-dimensionamento da profundidade do filtro anaeróbico foi usada a equação 6, o diâmetro adotado foi de 95 centímetros, de forma a padronizar com o diâmetro do filtro, se houver necessidade de diminuir a altura do sumidouro, é possível aumentar o diâmetro.

$$h = \frac{A - \pi \times r^2}{\pi \times D}$$

$$h = \frac{6,93\text{m}^2}{\pi \times 0,95\text{m}} = 2,32 \text{ metros}$$

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho trouxe como objetivo geral analisar os impactos provocados pela falta do esgoto sanitário na cidade de Fátima (BA), tendo como objetivos específicos a realização de um levantamento da atual situação do esgotamento sanitário, a verificação da relação entre falta de esgotamento sanitário e os problemas para a saúde e o meio ambiente, além de propor solução para o tratamento e destinação do esgoto das residências da cidade. Todos os objetivos foram alcançados com a pesquisa.

Ao avaliar as condições do esgoto sanitário no município de Fátima (BA), foi perceptível que, mesmo que haja leis que ordenam a disposição correta, bem como a universalização do serviço, além de alertarem sobre possíveis problemas de saúde e ao meio ambiente, caso não ocorra a coleta e tratamento adequado do esgoto sanitário, encontram-se residências sem rede coletora, bem como, esgotos despejados a céu aberto e a rede pública depositando o esgoto diretamente na natureza, sem antes tratá-lo.

A pesquisa de campo revelou que em algumas ruas da zona urbana está sendo implementada a rede coletora, mas ainda existem muitas áreas sem o serviço. A situação nas residências rurais é ainda pior, sendo o proprietário das residências, o único responsável pelo serviço, indo em desacordo com a lei que estabelece a universalização do serviço. O município não possui estação de tratamento do esgoto sanitário, então mesmo os resíduos que são coletados, acabam sendo lançados irregularmente, sem o tratamento apropriado.

As principais dificuldades no esgotamento sanitário no município de Fátima (BA) são, justamente, a falta de consciência sanitária e ecológica tanto do poder público, quanto da população, pois foram facilmente encontrados métodos de descarte do esgoto que facilitam o aparecimento de doenças e a contaminação do solo e dos recursos hídricos, como valas e fossas rudimentares.

Com este trabalho, demonstrou-se os principais impactos sociais e ambientais do esgoto sanitário no município de Fátima (BA), mostrando que a população sofre por causa da falta de rede coletora, expondo-os aos possíveis problemas ambientais e de saúde.

Além disso, buscou-se propor solução para um tratamento de pequeno custo e que possibilitasse uma flexibilização, visando atender residências urbanas e rurais, além de ser fácil de implementar e manter, visando reduzir os danos ao meio ambiente e a saúde da população, melhorando a qualidade de vida dos moradores de Fátima (BA).

Para solucionar o problema, foi proposto um sistema de fossa séptica e filtro anaeróbico, nas residências urbanas que possuem coleta de esgoto, possibilitando o tratamento primário diretamente na fonte, antes de lançar na rede pública, que reduziria a poluição do meio ambiente. Com uma futura implantação de uma estação de tratamento no município de Fátima (BA), a mesma teria uma redução de custos no tratamento. Em áreas rurais ou urbanas que não possuem rede coletora, foi sugerida a implantação de um sistema composto por fossa séptica, filtro anaeróbico e sumidouro, que usa o solo para absorver os efluentes já tratados.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil**. Brasília: ANA, 2012. 264p.

BRASIL (2004) **Avaliação de Impacto na Saúde das Ações de Saneamento**: marco conceitual e estratégia metodológica. Brasília: Ministério da Saúde, OPAS/OMS.

_____. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3 ed.rev.- Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 480 p.

_____. NBR 13969. **Tanques Sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Afluentes Líquidos - Projeto, Construção e Operação**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **Medida Provisória no 844, de 06 de julho de 2018a**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas competência para editar normas de referência nacionais sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, e a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Mpv/mpv844.htm. Acesso em: 09 de junho. 2021.

_____. **Medida Provisória no 868, de 27 de dezembro de 2018b**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas competência para editar normas de referência nacionais sobre o serviço de saneamento; a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos; a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País; e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Mpv/mpv868.htm. Acesso em: 09 de junho. 2021.

_____. **Lei 11.445/07- Lei Federal do Saneamento Básico**, disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 09 de junho. 2021

_____. (2010) **Decreto nº 7.217 de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Câmara dos deputados. Brasília-DF.

_____. **Ministério do Desenvolvimento Agrário**. Plano Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário. Brasília: Ministério do

Desenvolvimento Agrário. 2016b. Disponível em:
<<http://www.mda.gov.br/pndrss/>>. Acesso em: 05 maio de 2021.

_____. Ministério das Cidades. **Política Nacional de Habitação**. Brasília: Ministério das Cidades, 2004b. 104p. Caderno MCidades Habitação. Disponível em:
<<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/4PoliticaNacionalHabitacao.pdf>>. Acesso em: 05 maio de 2021.

_____. **Guia para a Elaboração de Planos Municipais de Saneamento**. Brasília: Ministério das Cidades, 2006.

_____. (2020) **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrôpole), e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 jul. 2020. Acesso em: 05 maio de 2021.

BRITO, E. S; BARRETO, J. D. R. **Dimensionamento de Um Sistema de Tratamento de Esgoto Modelo Descentralizado para a Cidade de Salto da Divisa – MG**. 2018. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Teófilo Otoni, Minas Gerais.

BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Rev. Tecnologia e Inovação Agropecuária**, Piracicaba, n. 1, v. 1, p.152-169, jun. 2008.

BYDLOWSKI, C. R.; WESTPHAL, M. F.; PEREIRA, I. M. T. B. Promoção da saúde: porque sim e porque ainda não! **Saúde e Sociedade**, São Paulo, n. 1, v. 13, p. 14-24, 2004.

CAMPOGARA, S.; VIERO, C. M.; ERTHAL, G.; DIAZ, P. S.; ROSSATO, G. C.; SOARES, S. A.; PERES, R. R. Visão de profissionais e estudantes da área de saúde sobre a interface saúde e meio ambiente. **Revista Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, n. 1, v. 11, p. 93-111, 2013.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: Ed. Moderna, 1992.

CHERNICHARO, C. A. de L. **Reatores Anaeróbios**. DESA - UFMG. Belo Horizonte, 1997.

CISAM - Conselho Intermunicipal de Saneamento Ambiental. **Manual de saneamento rural**. AMVAP: Associação dos Municípios da Microrregião do Vale do Paranaíba, nov. 2006.

CLASEN, T.F.; CAIRNCROSS, S. Household Water Management: refining the dominant paradigm. **Tropical Medicine and International Health**, v. 9, n. 2, p. 187-191, 2004.

CLIMA-DATA. **Climograma de Fátima**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/bahia/fatima-42928/> Acesso em: 10 de junho de 2021.

CNBB- Conferência Nacional dos Bispos do Brasil. **Casa comum, nossa responsabilidade**. Texto Base. Editora CNBB, 2015.

COING, H. **Les services urbains revisités in Servicios Urbanos en America Latina**. Santiago. Ed. Redes, 1992.

COSTA, C. C. da; GUILHOTO, J. J. M. **Impactos sociais, econômicos e ambientais da melhoria no saneamento básico rural no Brasil**. In: IX Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, Brasília, 2011.

COSTA, D.; NARDELLI, R. Senado Federal. **Criados critérios de classificação do espaço urbano e rural**. 2009. Disponível em: <<http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2009/10/06/criadoscritérios-de-classificacao-do-espaco-urbano-e-rural>>. Acesso em: 06 maio 2021.

COSTA, A. M. **Avaliação da Política Nacional de Saneamento, Brasil – 1996/2000**. 2003. 248 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2003.

COSTA, C. C. Da; GUILHOTO, J. J. M. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, dez./abr. 2014.

DOMBECK, P. E., et al. Use of Repetitive DNA Sequences and the PCR to Differentiate Escherichia coli Isolates from Human and Animal Sources. **Applied and Environmental Microbiology**. v.66, p.2572-2577, 2000.

DUARTE, P. B. **Microrganismos indicadores de poluição fecal em recursos hídricos**. 2011. 51p. Monografia (Pós-graduação em Microbiologia) - Instituto de Ciências Biológicas - UFMG, Belo Horizonte, 2011.

EZZATI, M.; UTZINGER, J.; CAIRNCROSS, S.; COHEN, A. J.; SINGER, B.H. Environmental Risks in the Developing World: exposure indicators for evaluating interventions, programmes, and policies. **Epidemiological Community Health**, v. 59, p. 15-22, 2005.

ESREY, S. A.; POTASH, J. B.; ROBERTS, L. SHIFF, C. Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, drancunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis and trachoma. **World Health Organization Bulletin**. v. 69, n. 5, p. 609-621, 1991.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Tecnologia Social, Fossa Séptica Biodigestora. Saúde e Renda no Campo**. Brasília: Fundação Banco do Brasil, out. 2010.

Geldreich, E. E. Água potável: novos rumos nas regulamentações microbianas. **Am Soc Microbiol News**, v. 52, p. 530–534, 1986.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 25 março. 2021.

HELLER, L. Relação entre Saúde e Saneamento na Perspectiva do Desenvolvimento. **Ciência e Saúde Coletiva**. v. 3, n. 2, p. 73-84, 1998.

HOSOI, C. Comunidades isoladas exigem um saneamento sob medida. **Revista DAE**. São Paulo, 187 Ed, p 4-12, 2011.

HO, G. Technology for Sustainability: the role of onsite, small and community scale technology. **Water Science & Technology**, v. 51, n. 10, p. 15- 20, 2005.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Diretoria de Pesquisas**. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Estudos e Pesquisas. Informação Demográfica e Socioeconômica. Síntese de Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE; 2001-2010]; Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 04 maio 2021.

_____. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017: abastecimento de água e esgotamento sanitário** / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades, Informações Sobre os Municípios Brasileiros – Fátima BA**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 04 maio 2021.

JACOBI, P. **Cidade Meio Ambiente – percepções e práticas em São Paulo**. São Paulo: Anablume Editora, 1999.

JESUS, M. S. de. **Avaliação da destinação final dos efluentes residenciais no bairro Mangabeira Feira de Santana –BA: estudo de caso**. 2011. 84 f. Monografia (Graduação em engenharia civil) – Curso de engenharia civil. UEFS, Universidade Federal de Feira de Santana, Feira de Santana.

KRONEMBERGER, D. M. P; PEREIRA, R. S; FREITAS, E. A. F; SCARCELLO, J. A; CLEVELALIO JR., J. **Saneamento e Meio Ambiente – Atlas de Saneamento – IBGE** 2011.

KRESSE, K. Água potable y saneamiento: Los avances en los últimos años son insuficientes. **Desenvolvimento e Cooperação**. Berlin, n. 2, p.26-29,1997.

KASSAB, G., HALALSHEH, M., Klapwijk, A., FAYYAD, M. VAN LIER, J.B. Sequential anaerobic–aerobic treatment for domestic wastewater. **A review. Bioresource Technology**, v. 101, 3299–3310, 2010.

LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. - São Paulo: Atlas, 2003.

LEONEL, L.F.; MARTELLI, L.F.A.; DA SILVA, W.T.L. **Avaliação do efluente de fossa séptica biodigestora e jardim filtrante**. In: III Symposium on Agricultural and Agroindustrial Waste Management. São Pedro, São Paulo, 2013.

LARSEN T. A.; UDERT. K. M.; LIENERT, J. **Source separation and decentralization for wastewater management**. London, IWA Publishing, 2013.

LEMES, J.L.V.B.; SCHIRMER, W.N.; CALDEIRA, T.V.; VAN KAICK, T.V.; ABEL, O.; BÁRBARA, R. R. Tratamento de esgoto por meio de zona de raízes, em comunidade rural. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 169-179, abr./jun. 2008.

MARTELLI, F. H. **“Saneamento básico e qualidade das águas – Conceitos fundamentais, principais doenças disseminadas pela água. Principais indicadores biológicos da qualidade da água”**. 2013. São Carlos: Prefeitura de São Carlos. Disponível em:

<http://saneamento.cnpdia.embrapa.br/downloads/Conceitos_fundamentais,_principais_doen%C3%A7as_disseminadas_-_Fabricio.pdf>. Acesso em: 04 maio 2021.

MASSOUD, M. A, TARHINI, A., NASR J. A. - Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. **Journal of Environmental Management**, v. 90, 2009.

MONTEIRO, R. C. M. **Viabilidade Técnica do Emprego de Sistema Tipo “WETLANDS” para Tratamento de Água Cinza Não Potável**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.

MOREIRA, E. S. M. Saúde, educação e meio ambiente: a tríade fundamental para um mundo melhor. In: I Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente. **Anais eletrônicos...**, Goiás, 2010, p. 1-9.

NOVAES, A.P. et al. Saneamento básico na área rural. In: SPADOTTO, C. & RIBEIRO, W. (Org.). **Gestão de resíduos na agricultura e na agroindústria**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2006.

OLIVEIRA, A. Ferreira De; LEITE, Iuri Da Costa; VALENTE, Joaquin Gonçalves. **Carga Global das doenças diarreicas atribuíveis ao sistema de abastecimento de água e saneamento em Minas Gerais**, Brasil, 2005. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, set./abr. 2015.

OLIVEIRA, L. D. de. (2012). **A geopolítica do desenvolvimento sustentável: reflexões sobre o encontro entre economia e ecologia**. *Carta Internacional*, v.7,

n.1, p.118–139. Recuperado de
<https://www.cartainternacional.abri.org.br/Carta/article/view/54>.

OLIVEIRA, J. P. M. et al. **Saúde/ doença:** as consequências da falta de saneamento básico. Informativo Técnico do Semiárido. v. 9, n. 2, p. 23-29, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Constituição**. Genebra: OMS, 1948.

ORTUSTE, F. R. **Living without sanitary sewers in Latin America - The business of collecting fecal sludge in four Latin American cities**. Lima, Peru. World Bank, Water and Sanitation Program, 2012.

OSMONT, A. **La Banque Mondiale et les Villes** - Du développement à l'ajustement. Paris. Éditions Karthala, 1998.

PAUL, J. H. et al. Occurrence of fecal indicator bacteria in surface waters and the subsurface aquifer in Key Largo, Florida. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 61, p.2235-2241, 1995.

PHILIPPI, L.S. Saneamento descentralizado: instrumento para o desenvolvimento sustentável. In: IX SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** 2000.

PIMENTA, H. C.D.; et al. O esgoto: a importância do tratamento e as opções tecnológicas. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Curitiba. **Anais eletrônicos...** Paraná, p.1-8, 2002.

PIMENTEL, C. E. B. & CORDEIRO NETTO, O. M. **Proposta Metodológica de Classificação e Avaliação Ambiental de Projetos de Saneamento**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Recife, 1998.

PARASKEVAS, P.A., GIOKAS, D.L., LEKKAS, T.D., Wastewater management in coastal urban areas: the case of Greece. **Water Science and Technology**, v.46, n.8, p. 177–186, 2002.

RASELLA, D. Impacto do Programa Água para Todos (PAT) sobre a morbi-mortalidade por diarreia em crianças do Estado da Bahia, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 40-50, set./jan. 2013.

REIS, D. S. O rural e urbano no Brasil. Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 15, 2012. **Anais...** Disponível em:
 <<http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/1492/1457>>.
 Acesso em: 06 maio de 2021.

RIBEIRO, H. Saúde Pública e Meio Ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos. **Saúde e Sociedade**, v. 13, n. 1, p. 70-80, 2004.

RODRIGUES, A. M. Produção e Consumo do e no Espaço – **Problemática Ambiental Urbana**. São Paulo. Hucitec, 1998.

SAIANI, C. C. S. **Déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil**. Prêmio IPEA-CAIXA 2006, Brasília, 2006.

SEROA DA MOTTA, R.; REZENDE, L. **The impact of sanitation on waterborne diseases in Brazil**. In: MAY, P. H. (Ed.). *Natural resource valuation and policy in Brazil: methods and cases*. Columbia University Press, 1999.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS 2019** disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2019> Acesso em 07 de Abril de 2021.

SOUZA, C.M.N.; FREITAS, C.M. O saneamento na ótica da prevenção de doenças e da promoção da saúde. In: XXX CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERIA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, Punta del Leste. **Anais Eletrônicos... AIDIS**, 2006.

_____. A produção científica sobre saneamento: uma análise na perspectiva da promoção da saúde e da prevenção de doenças. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 65-74, 2010.

SOUZA, M. S. “Gestão social urbana: novos desafios na gestão dos serviços (exemplo: projeto Sanear em Fortaleza)”. In : **Anais do VI Simpósio Nacional de Geografia Urbana**. AGB/UNESP. Presidente Prudente- São Paulo, 1999.

SOUZA, L. C. de; LARIA, S. T.; PAIM, G. V. Salmonelas e coliformes fecais em águas de bebida para animais. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, n. 26, v5, p.321-327, 1992.

SPÓSITO, M. E. “O embate entre as questões ambientais e sociais no urbano”. In: VII Simpósio Nacional de Geografia Urbana. **Anais...** AGB/USP. São Paulo, 2001.

TEIXEIRA, J. C., OLIVEIRA, G.S., VIALI, A. M., MUNIZ, S. S. Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. **Eng. sanit. Ambient.** v. 19, n. 1, p. 87-96, 2014.

TCHOBANOGLIOUS, G.; SCHROEDER, E. D. **Water Quality: Characteristics, Modeling and Modification**. New York: Addison-Wesley Publishing Company, 1985.

WIGGINS, B. A. Discriminate analysis of antibiotic resistance patterns in fecal streptococci, a method to differentiate human and animal source of fecal pollution in natural water. **Applied and Environmental Microbiology**. v.62, p. 3997-4002, 1996.

YÉVENES-SUBIATRE, A. Prospectiva y estrategia en el escenario contemporáneo. **Latin American Journal of International Affairs**, v. 2, n. 3, p. 90-106.

APÊNDICE A

Saneamento Básico no Município de Fátima-BA

Pergunta 1: Onde sua residência está situada?

- Zona Urbana
- Zona Rural

Pergunta 2: Na rua onde você mora passa a rede coletora de esgoto?

- sim
- Não

Pergunta 3: Para onde vai o esgoto gerado na sua residência?

- Rede coletora de esgoto
- Fossa séptica (local que armazena as fezes até atingir a capacidade máxima de armazenamento, após cheio, pode ser retirado por um caminhão pipa ou lançado em outro local).
- Fossa negra (um buraco no solo, coberto ou não, para onde são direcionados a água e os dejetos)
- Vala
- Corre a céu aberto
- Não sei

Pergunta 4: Qual a fonte de água que abastece sua residência?

- Rede Pública
- Poço
- Rio
- Cisterna
- Não sei informar

Pergunta 5: Alguém na sua casa apresentou, nos últimos seis meses, alguma doença ou algum tipo de problema que possa estar relacionado com água, lixo, esgoto ou com chuvas?

- Esquistossomose
- Disenteria (Diarreia)
- Febre amarela
- Dengue
- Hepatite
- Leptospirose
- Malária
- Nenhuma doença foi apresentada

ANEXOS



TERMO DE RESPONSABILIDADE

RESERVADO AO TRADUTOR DE LÍNGUA ESTRANGEIRA: INGLÊS, ESPANHOL OU FRANCÊS.
Anexar documento comprobatório da habilidade do tradutor, oriundo de IES ou instituto de línguas.

Eu, Aurelia Emilia de Paula Fernandes,

declaro inteira responsabilidade pela tradução do Resumo (Abstract/Resumen/Résumé) referente ao Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia), intitulada:

ANÁLISE DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE FÁTIMA (BA)

a ser entregue por Jonanthas Rabelo de Andrade Fontes,
acadêmico (a) do curso de Engenharia Civil

Em testemunho da verdade, assino a presente declaração, ciente da minha responsabilidade pelo zelo do trabalho no que se refere à tradução para a língua estrangeira.

Paripiranga, 27 de junho de 2021.

Aurelia Emilia de Paula Fernandes

Assinatura do tradutor



Associação Universitária, 78
Parque das Palmeiras Cidade Universitária
Prof. Dr. Joymir Ferreira Bueno Paripiranga - BA

BR 116 - KM 277
Tucuruá - BA

Rodovia Manoel Júnior, BR 407 - Cruz das
Cabeceiras nº 255 Senhor do Bonfim - BA

Rodovia Antônio Carlos de Mendonça,
270 Várzea dos Cágados
Ouricuri nº 125 Uacima - PE

Associação Universitária,
AV. BR 116 (Rod. BR 116), BR 116A,
Jacobina (BA)

Rua Dr. Angelo Dourado
nº 27 - Foz de Iguaçu, 49090-000



TERMO DE RESPONSABILIDADE

RESERVADO AO REVISOR DE LÍNGUA PORTUGUESA

Anexar documento comprobatório de habilidade com a língua, exceto quando revisado pelo orientador.

Eu, JOSEFA IÁDRINE ANDRADE CARVALHO,

declaro inteira responsabilidade pela revisão da Língua Portuguesa do Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia), intitulado:

ANÁLISE DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE FÁTIMA (BA) a ser entregue por JONANTHAS RABELO DE ANDRADE FONTES, acadêmico (a) do curso de ENGENHARIA CIVIL.

Em testemunho da verdade, assino a presente declaração, ciente da minha responsabilidade no que se refere à revisão do texto escrito no trabalho.

Paripiranga, 02 de Julho de 2021.

Josefa Iadrine Andrade Carvalho

Assinatura do revisor



Av. Itália Unibrasília, 22
Parque das Palmeiras Cidade Unibrasília
Prof. Dr. Jayme Ferreira Bueno Paripiranga - BA

BR 116 - RM 277
Tucano - BA

Rodovia Lomanto Júnior, BR 407 - Centro
Cidade Postal nº 245 Remédios Paulista - BA

Rodovia Anísio de Moraes de Moraes,
270 Vila das Palmeiras
Cidade Postal nº 125 Lagarto - SE

Av. Itá, Unibrasília,
751, Estrada Paulo Bandeira, BR 274
Jocotina - BA

Rua 14, Ângela Duravida,
nº 27 - Itacaré - BA, 44900-000.