



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
PERNAMBUCO

Campus Recife

Departamento Acadêmico de Cursos Superiores - DACS

Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental - CGAM

ALINE CARVALHO DE LUCENA

**SANEAMENTO RURAL: IMPLANTAÇÃO DE FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA
NO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PERNAMBUCO**

Recife/PE

2023

ALINE CARVALHO DE LUCENA

**SANEAMENTO RURAL: IMPLANTAÇÃO DE FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA
NO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO - PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Departamento Acadêmico de Cursos Superiores – DACS como requisito para a conclusão do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), como requisito para obtenção do título de Tecnóloga em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alessandra Lee Barbosa
Firmo

Coorientador: Prof. Dr. Devson Palma Gomes

Recife/PE

2023

L935s

2023

Lucena, Aline Carvalho de.

Saneamento rural: implantação de fossa séptica biodigestora no município do Cabo de Santo Agostinho - Pernambuco / Aline Carvalho de Lucena. --- Recife: O autor, 2022.

44f. il. Color.

TCC (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

Inclui Referências.

Orientadora: Professora Dr^a Alessandra Lee Barbosa Firmo.

Coorientador: Professor Dr^o Davson Palma Gomes

1. Saneamento rural. 2. Sustentabilidade. 3. Fossa séptica biodigestora. I. Título. II. Firmo, Alessandra Lee Barbosa (orientadora). III. Gomes, Devson Palma (coorientador). III. Instituto Federal de Pernambuco.

CDD 363.72 (22ed.)

ALINE CARVALHO DE LUCENA

**SANEAMENTO RURAL: IMPLANTAÇÃO DE FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA
NO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO – PERNAMBUCO**

Trabalho aprovado. Recife, 25 de janeiro de 2023.

Prof^a. Dr^a. Alessandra Lee Barbosa Firmo
(Orientadora)

Prof. Dr. Devson Palma Gomes
(Coorientador)

Prof^a. Dr^a Marília Regina Costa Castro Lyra
(Avaliadora Interna)

Msc^a. Sayonara Costa de Araújo
(Avaliadora Externa)

Recife
2023

Ao meu grande e eterno **Deus**, por ter me concedido o dom da vida e que me deu a oportunidade de continuar a minha caminhada na busca pelos meus sonhos.

Ofereço

Aos meus pais, **Antonio e Maria de Fatima** (*In Memoriam*).
Por terem me dado à vida.
Por terem sempre me incentivado e ajudado em tudo.
Por me amarem incondicionalmente, assim como eu os amo!

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco pela oportunidade da realização deste curso.

A Prof^ª. Dr^ª. Alessandra Lee, pela orientação atenciosa, por todo apoio, disposição, confiança e contribuição na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Devson Palma, por toda a sua dedicação e empenho durante o processo de orientação.

Aos professores do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, pela contribuição na minha formação profissional.

A toda a equipe da Secretaria Executiva de Meio Ambiente (SEMA) do Município do Cabo de Santo Agostinho/PE pela colaboração, disposição e amizade, em especial a Daniela Ferreira, Daniel Ferreira, Ederjow dos Santos, Elizandra dos Santos, Geraldo Miranda, Harley Belo, José Claudys Silva, José Eustáquio Brainer Neto, Manuela França, Nélia Nascimento, Valdielly Larisse Silva e Renan Queiroz.

A Prefeitura Municipal do Cabo de Santo Agostinho pela disponibilidade em ofertar sem qualquer dificuldade os dados necessários para a execução deste trabalho.

A minha família, que esteve sempre ao meu lado, partilhando das dificuldades e exaltando as alegrias. Em especial ao meu pai Antônio Lucena e minha mãe *In Memoriam* Maria de Fatima Lucena, aos meus irmãos (Juliana e Humberto), as minhas sobrinhas (Heloísa e Maria Júlia) e meu cachorrinho Obama.

Ao meu esposo Allysson Lyra pelo carinho, amor, compreensão, companheirismo e que sempre me ajudou naquilo que estava ao seu alcance.

A todos os meus amigos do IFPE, os quais felizmente a lista é numerosa, agradeço pelo companheirismo, apoio, cumplicidade, grupos de estudo e bons momentos de descontração, em especial a Gleyciane Correia, Vanessa Silva, Karen Tobias, José Gustavo Melo e Thyale Ferreira.

As famílias contempladas pelo projeto pela colaboração e disponibilidade, em especial a Maria José Gomes “Dona Zezé”.

Enfim, a todos e todas que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho e que contribuíram para minha formação profissional.

Obrigada!

“Precisamos perseguir nossos mais belos sonhos. Desistir é uma palavra que tem que ser eliminada do dicionário de quem sonha e deseja conquistar. Não se esqueça de que você vai falhar 100% das vezes em que não tentar, vai perder 100% das vezes em que não procurar, vai estacionar 100% das vezes em que não ousar caminhar”.

(Augusto Cury)

“Tudo posso naquele que me fortalece”
(Filipenses 4:13)

RESUMO

A situação do saneamento rural no Brasil é precária e a pobreza é uma realidade para uma parcela significativa da população rural. Assim, esse cenário reforça a necessidade de intervenção do poder público com ações capazes de mudar esse quadro. Uma das alternativas para o saneamento rural é a utilização da fossa séptica biodigestora para o tratamento dos efluentes sanitários. Neste contexto, esse estudo foi conduzido com o objetivo de demonstrar como a utilização de fossa séptica biodigestora pode contribuir para a promoção do desenvolvimento rural em propriedades rurais de famílias de baixa renda. Foi realizado o acompanhamento da implantação do sistema em propriedades de baixa renda e feita uma análise das percepções obtidas pelos proprietários rurais que fizeram utilização da fossa no Município de Cabo de Santo Agostinho/PE. Foram realizadas monitoramento técnico e social as famílias atendidas, as quais citaram vários benefícios percebidos desde a instalação da fossa séptica biodigestora, tais como: ausência de odor, de mosquitos e vetores transmissores de doenças, melhoria da qualidade da água, diminuição do consumo de água para a irrigação. A fossa séptica biodigestora demonstrou-se como uma solução para o tratamento dos efluentes sanitários com instalação simples, viável economicamente e ambientalmente para atender as populações rurais, que além de proporcionar a salubridade da população local e do meio ambiente, pode promover a melhoria econômica das famílias, melhor sua qualidade de vida e contribuiu para a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: desenvolvimento rural; impacto socioeconômico; sustentabilidade; tecnologia social

ABSTRACT

The situation of rural sanitation in Brazil is precarious and poverty is a reality for a significant portion of the rural population. Thus, this scenario reinforces the need for government intervention capable of changing the current situation. One of the alternatives for rural sanitation is the use of biodigester septic tanks for the treatment of sanitary effluents. In this context, the present study was conducted with the objective of demonstrating how biodigester septic tanks can contribute to the development of rural low-income properties. The implementation of the system was monitored in low-income properties and an analysis was made regarding the perceptions of rural owners who used septic tanks in the city of Cabo de Santo Agostinho, in the state of Pernambuco. Technical and social monitoring was carried out on the assisted families, who mentioned several perceived benefits since the installation of the biodigester septic tank, such as: absence of odor, mosquitoes and vectors that transmit diseases, improvement of water quality, reduction of water consumption for irrigation. The biodigester septic tank proved to be a solution for the treatment of sanitary effluents with simple installation, economically and environmentally viable to serve rural populations, which in addition to providing the health of the local population and the environment, can promote the economic improvement of families, improving their quality of life and contributing to the preservation of the environment.

Keywords: rural development; socioeconomic impact; sustainability; social technology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma para diagnostico da tecnologia social de tratamento de esgoto adequada.....	17
Figura 2. Mapa de localização do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.	24
Figura 3. Situação do saneamento básico no município de Cabo de Santo Agostinho/PE.....	25
Figura 4. Fossa Séptica Biodigestora das famílias 1 (A) e família 2 (B) contempladas pelo projeto da SEMA do Cabo de Santo Agostinho/PE.....	29
Figura 5. Representação esquematizada com as principais partes de uma fossa séptica biodigestora.....	31
Figura 6. Escavação da área para assentamento do sistema (A) e fossa séptica biodigestora instalada (B).....	31
Figura 7. Coleta do esterco bovino fresco (A), diluição com água (B) e alimentação da fossa séptica biodigestora (C).....	32
Figura 8. Registro de passagem de saída do biofertilizante (A) e biofertilizante (B).....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação de materiais para montagem da fossa séptica biodigestora 26

Tabela 2. Ferramentas utilizadas para montagem da fossa séptica biodigestora

.....27

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Comparação entre as opções de fossa para saneamento rural.....	20
Quadro 2. Roteiro de perguntas da roda de conversa.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS

DACS - Departamento Acadêmico de Cursos Superiores

IFPE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco

CPRH - Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração de Recursos Hídricos

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MS - Ministério da Saúde

MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional

OMS - Organização Mundial da Saúde

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio

PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico

PVC - Policloreto de Vinila

PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico

PIB - Produto Interno Bruto

RMR - Região Metropolitana do Recife

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Saneamento rural no Brasil	14
2.2 Saúde e saneamento	18
2.3 Fossa séptica biodigestora	20
3 METODOLOGIA	23
3.1 Área de estudo	23
3.2 Parâmetros de dimensionamento da fossa séptica biodigestora	26
3.3 Análise de percepção social	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Dimensionamento e materiais da fossa séptica biodigestora	29
4.2 Análise da percepção social	33
5 CONSIDERAÇÕES	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O serviço de tratamento dos efluentes sanitários disponibilizado na zona rural brasileira é precário, uma vez que apenas 5,45% dos domicílios estão ligados à rede de coleta de esgotos, 4,47% utilizam a fossa séptica ligada a rede coletora e 28,78% fossa séptica não ligada a rede coletora como solução para o tratamento dos dejetos. Dentre os demais domicílios, 61,27% depositam os dejetos em fossas rudimentares ou fossas negras, lançam em cursos d'água ou diretamente no solo a céu aberto (IBGE, 2015; IBGE, 2020).

O município do Cabo de Santo Agostinho apresenta um déficit elevado no saneamento urbano, onde apenas 12% do município possui atendimento urbano de esgoto, e esse déficit é ainda mais acentuado nas comunidades rurais (PREFEITURA MUNICIPAL DO CABO DE SANTO AGOSTINHO, 2022). Ao analisar essas comunidades, verifica-se a predominância de fossas negras, que são caracterizadas, por uma escavação realizada sem nenhum revestimento, tampouco tratamento adequado, onde os dejetos humanos são despejados nesta abertura e entram em contato direto com o solo. Do ponto de vista técnico, são soluções consideradas inadequadas e ineficientes.

Um dos principais problemas ambientais da disposição inadequada das águas residuárias no meio ambiente é a eutrofização dos corpos hídricos. O processo de eutrofização é causado pelo excesso de nutrientes, provocando o crescimento das algas, impedindo que ocorra o processo de fotossíntese e diminuindo a quantidade de oxigênio dissolvido, dessa forma provocando a mortandade de alguns organismos.

A fossa séptica biodigestora é uma tecnologia que foi desenvolvida pela Embrapa na unidade de Instrumentação Agropecuária para o saneamento rural, a implantação desse sistema visa colaborar com a qualidade de vida das pessoas, através do tratamento adequado e sustentável do esgoto sanitário, evitando a contaminação do solo e dos corpos d' água, refletindo diretamente na melhoria da saúde da população. Essa tecnologia permite transformar dejetos humanos, oriundos do esgotamento sanitário, em adubo orgânico líquido livre de organismos patogênicos, podendo ser utilizado na fertilização de plantas.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo analisar como a implantação e utilização de fossas sépticas biodigestoras pode contribuir para a promoção do desenvolvimento rural do Município de Cabo de Santo Agostinho/PE em propriedades de famílias de baixa renda.

Objetivo Geral

Analisar como a implantação e utilização de fossas sépticas biodigestoras pode contribuir para a promoção do desenvolvimento rural do Município de Cabo de Santo Agostinho/PE em propriedades de famílias de baixa renda.

Objetivos específicos

- Verificar a adequação do projeto, dimensionamento e do processo de construção e instalação da fossa séptica biodigestor na propriedade de famílias de baixa renda;
- Analisar a percepção da população atendida quanto aos impactos sociais e ambientais do uso da tecnologia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta os trabalhos que evidenciam a importância da discussão sobre saneamento rural, e se encontra subdividida em três outras subseções. A primeira subseção apresenta o tema saneamento rural no Brasil e aborda a situação atual do saneamento no país. Já a segunda subseção traz uma discussão sobre saneamento e saúde, seus principais indicadores e a sua relevância. Por último, a terceira subseção procura fazer um apanhado de trabalhos que evidenciam a importância da implantação da fossa séptica biodigestora em áreas rurais.

2.1 Saneamento rural no Brasil

O Brasil está marcado por uma grande desigualdade social e por um alto déficit em relação à coleta e tratamento de efluentes sanitários, o que impacta diretamente na qualidade de vida e na saúde da população e no ambiente. Assim, o saneamento básico tem como finalidade proteger e melhorar as condições de vida da população urbana e rural.

As diferenças nas condições da coleta de esgoto são ressaltadas quando observamos as diferentes regiões do país. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS 2020, o Norte e Nordeste fornecem rede de esgoto para 13,1 e 30,3% da população, respectivamente. Enquanto o Centro-Oeste e Sul fornecem igualmente 47,4% e o Sudeste 80,5%.

De acordo com o IBGE (2008), o saneamento básico é um conjunto de ações com o objetivo de alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, nas condições que maximizem a promoção e a melhoria das condições de vida nos meios urbano e rural, compreendendo o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de águas pluviais e resíduos sólidos.

No Brasil, existe um conjunto de legislações a fim de proporcionar e garantir aos cidadãos o direito aos serviços básicos que interferem diretamente na qualidade de vida da população. A Lei nº 11.445/2007, estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e o Decreto nº 7.217/2010, marca a regulação da área do saneamento básico no país, pontuando a necessidade da elaboração de um

instrumento de implementação da Política Federal de Saneamento Básico, por meio do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) que deve focar em princípios como a universalização, ou seja, o acesso aos serviços públicos de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, manejo de águas pluviais e de resíduos sólidos, deverá ser ofertado tanto à população urbana quanto a rural (BRASIL, 2007; IBGE, 2008).

Assim se incluem os seguintes serviços, conforme Lei 11.445/07 (BRASIL, 2007):

1. Abastecimento de água, que inclui as atividades, infraestruturas e instalações utilizadas para abastecimento público de água potável, desde o momento da captação até as ligações nos domicílios;
2. Coleta de esgoto, que abarca as atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários, desde as ligações domiciliares até o seu lançamento no meio-ambiente;
3. Limpeza pública e manejo de resíduos sólidos, que inclui atividades, infraestruturas e instalações que envolvam a coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e proveniente das ruas.
4. Drenagem e condução das águas de chuva, que consiste das atividades, infraestruturas e instalações de drenagem urbana das águas pluviais, com posterior tratamento e disposição final;

De acordo com a (FUNASA, 2011), o Saneamento Rural é um dos três componentes do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), sob coordenação do Ministério das Cidades (atual Ministério do Desenvolvimento Regional) por determinação da Lei de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007). O Plano prevê ainda programas de saneamento básico integrado (saneamento urbano) e de saneamento estruturante, com uma visão territorial e populacional, visando a sustentabilidade.

Os dados da PNAD 2015 (IBGE, 2015) revelam que 34,51% da população rural tem acesso à rede coletora de água e 5,45% tem acesso à rede de esgotamento sanitário. No meio urbano, esta relação é 93,94% e 68,05% respectivamente (IBGE, 2008).

Entretanto a precariedade do saneamento básico nas localidades rurais do Brasil se dá devido à existência de uma enorme desigualdade social, pela falta de prioridade nas políticas públicas ou até mesmo pela própria cultura da pessoa que mora no meio rural, que não vê o saneamento básico como uma prioridade a sua saúde (CAMPOS, et al., 2020).

Atualmente, 100 milhões de brasileiros não têm acesso a rede de tratamento de esgoto, e 35 milhões, à água tratada. A adoção de tecnologias simples e de baixo custo, como o Clorador Embrapa, a Fossa Séptica Biodigestora e o Jardim Filtrante, são alternativas que podem levar mais saúde e qualidade de vida aos moradores das comunidades rurais (EMBRAPA, 2020).

O ambiente rural, por se encontrar afastado das áreas urbanas, onde está concentrada a maior parte da população e conseqüentemente as estações de tratamento de água e esgoto, dificulta a existência de uma rede coletora, pois a mesma precisaria ser muito extensa. Desta forma, assim existe a necessidade da implantação de sistema de tratamento de efluentes sanitários individuais nestes locais, como por exemplo, a fossa séptica biodigestora (KOBİYAMA et al., 2008; COSTA e GUILHOTO, 2014).

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE – PNAD 2015), o Brasil possui cerca de 31,2 milhões de habitantes morando na área rural e comunidades isoladas. Sendo que, 10,3% desta população não possuem banheiro, e cerca de 54,5% ainda sofrem com o problema crônico e grave da falta de saneamento básico. Ficando expostos à contaminação por doenças veiculadas pela urina, fezes e água contaminada, tais como cólera, hepatite A, disenteria e febre tifoide (EMBRAPA, 2021).

As soluções alternativas aplicadas no saneamento rural devem ser adequadas às regiões, às comunidades locais e devem ser sustentáveis tanto ambientalmente como economicamente, ou seja, devem ser apropriadas a cada situação, buscando melhorar as condições de saúde e higiene das comunidades que vivem nessas áreas (MDR, 2021).

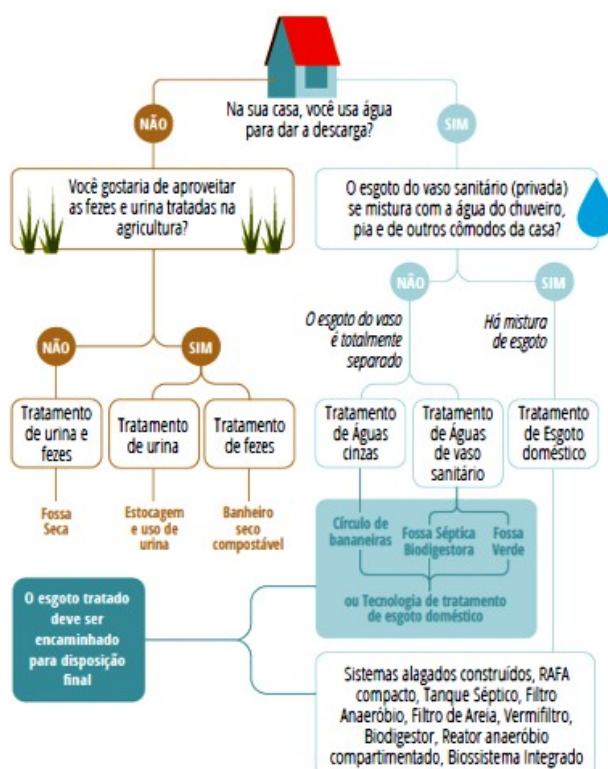
Tonetti et al. (2018) e MDR (2021) salientam que a escolha da tecnologia de tratamento dos efluentes sanitários para o saneamento rural depende de vários fatores, como:

- Presença de água nos banheiros (há água encanada nos banheiros?);

- Tipo de esgoto gerado (águas de vaso sanitário, águas cinzas ou esgoto doméstico);
- Área disponível para a implantação do sistema (tamanho da área e declividade do terreno);
- Tipo de solo local (arenoso, argiloso, entre outros);
- Profundidade do lençol freático;
- Presença de nascentes e cursos d'água superficiais;
- Clima da região.

Tais condicionantes são fundamentais para se diagnosticar qual as tecnologias são adequadas àquela situação específica (Figura 1). Entretanto, além das características técnicas, a capacidade de sustentabilidade econômica da comunidade em questão e a gestão do próprio sistema são fundamentais para que o ele não seja esquecido e fique sem funcionalidade, caso não se tenham os devidos cuidados.

Figura 1. Fluxograma para diagnóstico da tecnologia social de tratamento de esgoto adequada



Fonte: Tonetti et al, 2018; MDR, 2021.

No Brasil, o Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (PROSAB), tem por objetivo apoiar o desenvolvimento de pesquisas e o aperfeiçoamento de tecnologias sociais nas áreas de águas de abastecimento, águas residuárias e resíduos sólidos que sejam de fácil aplicabilidade, baixo custo de implantação, operação e manutenção e que resultem na melhoria das condições de vida da população brasileira, especialmente as menos favorecidas.

As tecnologias sociais podem ser definidas como o conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para a inclusão social e melhoria das condições de vida, como por exemplo a fossa séptica biodigestora.

2.2 Saúde e saneamento

Ações relacionadas ao saneamento básico constituem uma forma de minimizar as emissões de cargas poluidoras, de conservar a qualidade dos recursos hídricos, diminuir a ocorrência de doenças, desenvolver socioeconomicamente a região preservando o meio ambiente. No entanto, o saneamento básico vem sendo negligenciado, principalmente no que se refere ao tratamento dos efluentes sanitários.

O principal risco associado à disposição inadequada dos efluentes domésticos é a possibilidade de transmissão de doenças pelos organismos patogênicos presentes no esgoto. Tais doenças podem ser prevenidas em grande parte pelo adequado tratamento dos esgotos sanitários antes que estes atinjam o solo ou os corpos d'água (LEONEL et al., 2013).

No Brasil, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), definido pela Lei 11.445/2007 que instituiu a Política Federal de Saneamento Básico, determina a elaboração de um Programa Nacional de Saneamento Rural, cuja responsabilidade é do Ministério da Saúde, por meio da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). O Programa Nacional de Saneamento Rural tem como objetivo universalizar o acesso às ações de saneamento básico nas áreas rurais, incluindo ações para abastecimento de água, esgotamento sanitário, melhorias sanitárias domiciliares, manejo de resíduos sólidos, educação e mobilização social (FUNASA, 2017).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1946), “saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença” e Kobiyama et al. (2008) salienta que o saneamento é fator condicionante da saúde e pode ser definido como um conjunto de medidas que promovem a elevação dos níveis de salubridade e os efeitos provocados por essas medidas.

Desta forma os serviços públicos de saneamento básico sempre estiveram ligados à questão da saúde e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade de vida da população. Uma vez que, o saneamento básico é o conjunto de iniciativas ou ações que visam a assegurar a saúde das pessoas, por meio de sistemas de esgoto sanitário, de abastecimento de água, destinação dos resíduos sólidos e drenagem pluvial.

Conforme os dados do IBGE, 75% das residências rurais não possuem sistemas de tratamento ou de destinação adequados de esgoto que, em geral, é despejado em fossas rudimentares, em valas ou, diretamente, no solo ou em córregos, rios e lagoas. E quanto ao abastecimento de água, 65% das residências rurais captam a água em poços e nascentes, muitas vezes contaminados (SENAR, 2019).

As más condições de saneamento afetam principalmente a população mais pobre, e trazem inúmeras privações à vida destes e são fontes de desigualdade de oportunidades (LINS, 2019). Oliveira (2014) salienta que a falta de saneamento prejudica a renda, saúde e educação da população. Em seu estudo no bairro de Vila João Castelo, na cidade de Imperatriz-MA, verificou que as condições de saneamento da cidade eram extremamente precárias, afetando diretamente a qualidade de vida da população.

Ribeiro e Rooke (2010) fizeram uma revisão dos impactos do saneamento no meio-ambiente, e perceberam que a produção crescente de resíduos e o descarte irresponsável dos mesmos contribuem para o esgotamento e contaminação dos recursos naturais. Além disto, muitas vezes compostos de substâncias tóxicas, são jogados em lagos, córregos, rios, encostas e lixões à céu aberto.

Costa e Guilhoto (2014) mensuraram os benefícios ambientais, sociais e econômicos da implementação de uma fossa séptica biodigestora, que consegue coletar e tratar os esgotos para os domicílios da área rural. O estudo concluiu que a implementação desse instrumento de coleta/tratamento de esgoto poderia evitar 250

mortes e 5,5 milhões de infecções por motivo de doenças diarreicas; traria redução na poluição em cerca de 250 mil toneladas de demanda bioquímica de oxigênio ao ano; e cada 1 real investido nessa proposta tecnológica poderia trazer retorno de 4,69 reais à economia em produção e 2,55 reais em PIB. Também haveria geração de 51 mil empregos. Assim, é possível inferir que as soluções tecnológicas para o saneamento podem unir benefícios para o meio-ambiente e para economia.

2.3 Fossa séptica biodigestora

A Fossa Séptica Biodigestora é uma tecnologia social de fácil instalação e custo acessível para tratamento do esgoto doméstico (água com urina e fezes humanas exclusivamente do vaso sanitário), de forma eficiente, em propriedades rurais e áreas isoladas. Foi desenvolvida pelo médico-veterinário e pesquisador Antônio Pereira de Novaes, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no ano 2000. É um sistema de tratamento do esgoto de dejetos humanos, cujo intuito é substituir o esgoto a céu aberto e as atuais fossas utilizadas em propriedades rurais, em razão dos benefícios que podem ser gerados pela mesma (NOVAES et al., 2006).

Com o sistema de fossa séptica biodigestora, os dejetos humanos (fezes e urina), canalizados diretamente do vaso sanitário, são transformados em adubo orgânico pelo processo de biodigestão (GIRÃO et., 2019), que pode ser utilizado no solo como fertilizante, quando aplicado com critério.

No Prêmio da Fundação Banco do Brasil, em 2003, a fossa séptica biodigestora conquistou grande visibilidade, o que permitiu projetos e parcerias com instituições públicas, privadas e organizações do terceiro setor, com a instalação por parte dos parceiros de cerca de 12 mil unidades em 260 municípios em todo o território nacional (EMBRAPA, 2021).

Os benefícios desse sistema em relação às fossas convencionais são, principalmente, a reciclagem dos dejetos e sua vedação hermética (que impede a proliferação de vetores de doenças). O Quadro 1 apresenta um resumo das principais características dos sistemas de fossa negra, fossa séptica e da fossa séptica biodigestora (COSTA e GUILHOTO, 2014).

Quadro 1. Comparação entre as opções de fossa para saneamento rural

CARACTERÍSTICAS	FOSSA RUDIMENTAR	FOSSA SÉPTICA	FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA
CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	Sim	Não	Não
CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	Sim	Não	Não
NECESSIDADE DE RETIRAR OS DEJETOS	Sim/Não*	Sim	Não
EFLUENTE RECICLÁVEL	Não	Não	Sim
TODO ESGOTO DOMÉSTICO	Sim	Sim	Não**
PROLIFERAÇÃO DE VETORES	Sim	Sim	Não
ODOR DESAGRADÁVEL	Sim	Sim	Não
VEDAÇÃO HERMÉTICA	Não	Não	Sim

Fonte: Costa e Guilhoto, 2014.

*Depende do tipo de solo: solos arenosos o material percola e não necessidade.

**A fossa séptica biodigestora, ao contrario das outras, só trata o esgoto proveniente do vaso sanitário. Esgoto de ralos, tanques e pias não são coletados.

Entretanto, apesar da eficiência, a fossa séptica biodigestora não trata a chamada “água cinza”, que é aquela proveniente de pias, tanques e chuveiros. Assim, deve ser instalado um sistema de tratamento auxiliar para o tratamento do restante do efluente doméstico. Um sistema auxiliar, que contempla esse tratamento, foi desenvolvido pela EMBRAPA com a denominação de “jardim filtrante” (EMBRAPA, 2014; LEONEL et al., 2013).

A fossa séptica biodigestora segue os princípios biológicos dos biodigestores asiáticos e das câmaras de fermentação de ruminantes, como os bovinos. Assim como no estômago multicavitário do animal, a tecnologia também é composta de várias câmaras fermentativas, onde o esgoto doméstico passa pelo tratamento anaeróbio (ausência de oxigênio) (EMBRAPA, 2021).

A fermentação anaeróbia é realizada por um conjunto de microrganismos presentes no próprio esgoto (SILVA, 2014). Em condições adequadas de temperatura, tempo de permanência no sistema e nutrientes, os microrganismos consomem a matéria orgânica e transformam o esgoto bruto em efluente tratado para uso controlado no solo como um fertilizante, seguindo recomendações e normas nacionais e internacionais sobre o assunto (EMBRAPA, 2021).

O conjunto básico de materiais para construção da tecnologia (residência com até 5 pessoas), inclui 3 caixas d’água de fibra de vidro de 1000 L; tubos, conexões e

válvulas de PVC, assim como registros e demais acessórios, componentes encontrados facilmente em lojas de material de construção (DA SILVA et al., 2017).

O sistema é conectado à tubulação da saída do vaso sanitário, que recebe apenas o efluente proveniente das descargas, classificado tecnicamente como “águas negras”. Todo o processo é realizado naturalmente, sem o uso de energia elétrica, sendo necessária apenas a aplicação de uma pequena quantidade mensal de fezes frescas de bovinos, para melhoria da eficiência, devido aos microorganismos presentes no material (SILVA, 2014).

Como o sistema é modular, o número de tanques de fermentação pode ser aumentado de maneira proporcional ao número de moradores da residência, mantendo-se o volume mínimo de 1.000 litros para cada caixa (DA SILVA et al., 2017). Outra vantagem do sistema é que não há a necessidade de retirada de sólidos (contratações de caminhão limpa-fossa, por exemplo), o que reduz os custos de manutenção (EMBRAPA, 2021).

Os principais benefícios desse sistema em relação às fossas convencionais são a reciclagem dos dejetos e sua vedação hermética. Em que o produto desse tratamento é um efluente inodoro e com alta carga de nutrientes que são benéficos para adubação das plantas localizadas na propriedade, trazendo uma economia no consumo de água e fertilizantes químicos.

O efluente tratado (biofertilizante) é constituído essencialmente de água e matéria orgânica dissolvida, é rico em nitrogênio (principalmente amoniacal) e outros macro e micronutrientes essenciais à nutrição de plantas, como potássio, fósforo, cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco e cobre (EMBRAPA, 2014).

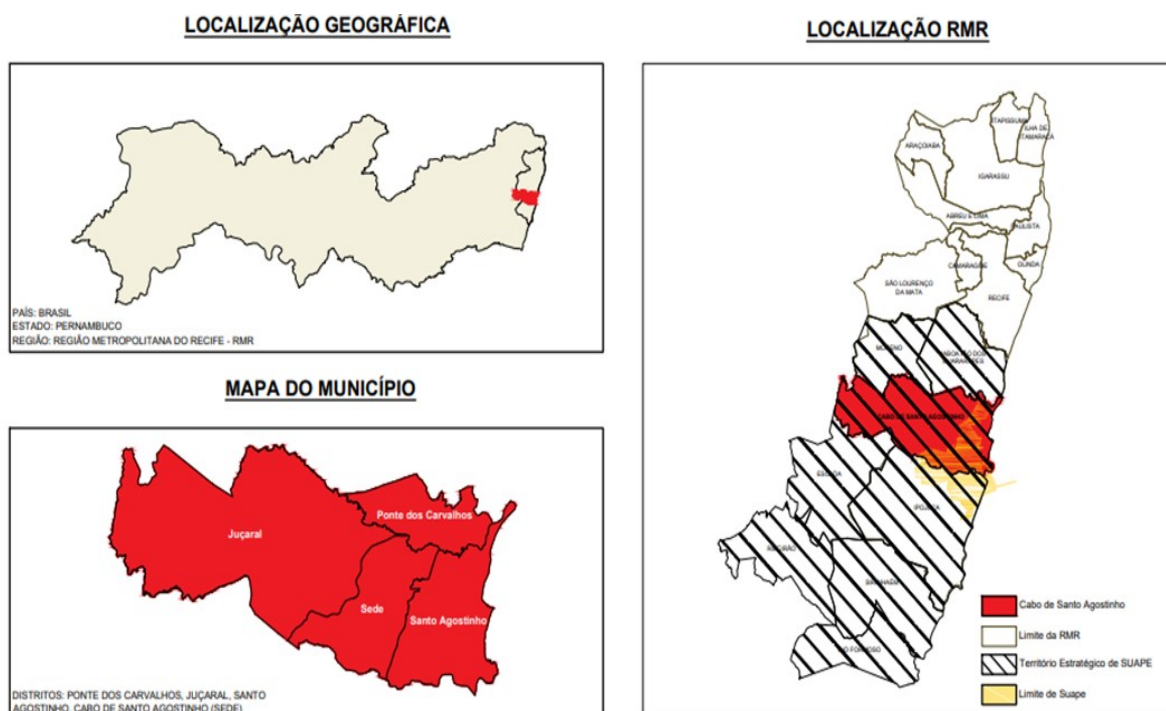
3 METODOLOGIA

A natureza do presente estudo é classificada como uma pesquisa aplicada, esta que objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática a problemas específicos, do ponto de vista dos seus objetivos é exploratória, pois tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Com relação a abordagem do problema a pesquisa será quali-quantitativa e quanto aos procedimentos técnicos que serão utilizados é bibliográfica e de campo (levantamento), pois será desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros, dissertações, teses, artigos científicos e produção científica impressa e on-line, e por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar suas explicações e interpretações do que ocorre no grupo (GIL, 2017).

3.1 Área de estudo

O projeto foi implantado na zona rural do município do Cabo de Santo Agostinho (Figura 2), este que é um dos 185 municípios do estado de Pernambuco, na região Nordeste do país. Situa-se na porção sul da Região Metropolitana do Recife (RMR), distante 30 km da capital. Compõe a microrregião do Complexo de Suape do Estado de Pernambuco e abrange uma área de 448km², correspondente a 16,28% da RMR e 0,45% do território estadual. Uma população estimada em 208.944 habitantes (IBGE/MS-2010).

Figura 2. Mapa de localização do município do Cabo de Santo Agostinho/PE



Fonte: Prefeitura Municipal de Cabo de Santo Agostinho, 2022.

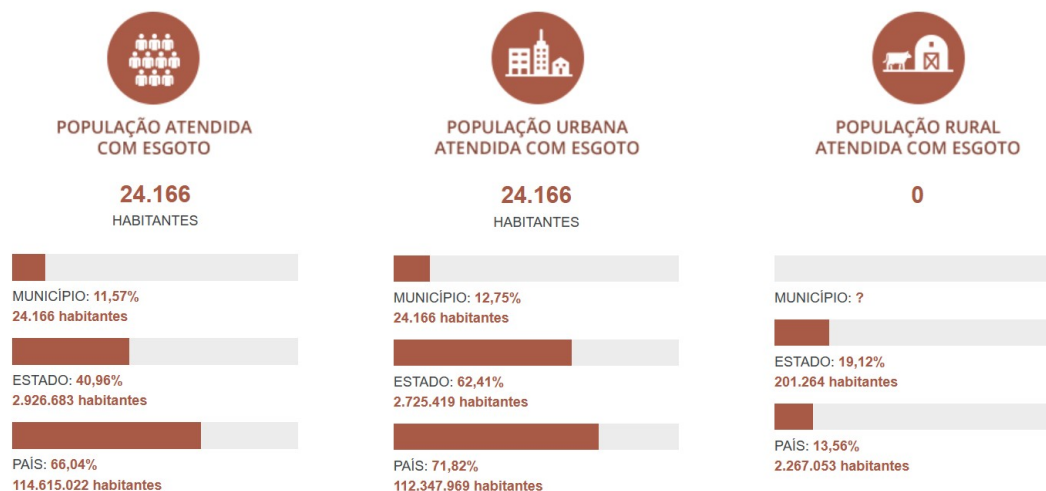
As raízes históricas do Cabo de Santo Agostinho remontam ao período pré-colonial, quando o espanhol Vicente Yañez Pinzón teria desembarcado, em 26 de janeiro de 1500, em território do atual município (SILVA, 2018). O povoamento regular da sede do município tem início em 1618, sobre a planície do rio Pirapama, e adensamento nos meados do século XX. Na década de 60, tem início um processo de urbanização acelerada e desordenada, reforçado pela implantação da Destilaria Central Presidente Vargas, do Distrito Industrial do Cabo, às margens da BR-101 Sul.

No período de 2000 a 2010, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a população do Cabo de Santo Agostinho cresceu a uma taxa média anual de 1,92% a Região Metropolitana do Recife (RMR), por sua vez, cresceu a 1,01%; o Estado, a 1,06%; e o Brasil, no mesmo período, cresceu a uma taxa de 1,17%. Em 2010, a população do município totalizava 185.025 pessoas, e em 2021, o instituto estimou que este total seria de 210.796.

Ainda, de acordo com o IBGE, no ano de 2000, 87,91% da população morava em áreas urbanas, enquanto 12,9% ocupava as zonas rurais do município. Entre 2000 e 2010, a taxa de urbanização no município passou de 88,15% para 90,68%.

Sendo que o saneamento (Figura 3) é um dos grandes desafios do município, onde apenas 12% do município possui atendimento, e esse déficit é ainda mais acentuado nas comunidades rurais.

Figura 3. Situação do saneamento básico no município de Cabo de Santo Agostinho/PE



Fonte: SNIS, 2020.

O alto déficit no saneamento nas comunidades rurais, levou a Secretaria Executiva e Meio Ambiente do município do Cabo de Santo Agostinho/PE a desenvolver o projeto: Saneamento rural com a implantação de fossas sépticas biodigestoras modelo EMBRAPA, em março de 2021.

O projeto tem como objetivo atender cem (100) famílias de baixa renda que residam na área rural do município, visando colaborar com a qualidade de vida da população, através do tratamento adequado e sustentável do esgoto sanitário, evitando a contaminação do solo e dos corpos d' água o que reflete diretamente na saúde da população, evitando doenças.

As famílias beneficiadas pelo projeto possuem cadastro social junto a Secretaria Municipal de Assistência Social, residem na zona rural e trabalham com agricultura familiar e/ou de subsistência; e as comunidades que se localizam próximas a coleções hídricas tem prioridade sobre aquelas que estiverem mais distantes.

3.2 Parâmetros de dimensionamento da fossa séptica biodigestora

Para o dimensionamento e montagem das fossas sépticas biodigestoras, foram consideradas a Cartilha como montar e usar a fossa séptica modelo EMBRAPA (OTENIO, 2014), metodologia de Silva (2014) e as normas técnicas NBR 7229/1993, NBR 13.969/1997. A metodologia foi adaptada pela equipe técnica da Secretaria Executiva de Meio Ambiente (SEMA), conforme observações feitas durante as construções.

Para as famílias contempladas foi utilizado o conjunto de três caixas d'água de fibra de vidro de 1000 L (recomendação para residências com até cinco pessoas), tubos, conexões e válvulas de PVC, assim como registros e demais acessórios (Tabela 1 e 2), componentes que foram encontrados facilmente em lojas de material de construção.

Tabela 1. Relação de materiais para montagem da fossa séptica biodigestora

Item	Quantidade	Unidade
Caixa d'água de fibra de vidro	3	peça
Tubulação de PVC DN 100 (100 mm) para esgoto	6	m
Válvula de retenção de PVC DN 100 (100 mm) para esgoto	1	peça
Luva de PVC DN 100 (100 mm)	4	peça
Luva de PVC DN 100 (100 mm)	2	peça
Tê de PVC DN 100 mm ou Tê de inspeção PVC DN 100 mm	2	peça
CAP de PVC DN 100 mm (desnecessário, caso seja comprado Tê de Inspeção)	2	peça
Anel de borracha para vedação 100 mm (O'ring)	10	peça
Tubulação de PVC soldável DN 25 mm	0,7	m
CAP de PVC soldável DN 25 mm	2	peça
Flange de PVC soldável DN 25 mm	2	peça
Tubulação de PVC soldável DN 50 mm	1	m
Flange de PVC soldável DN 50 mm	1	peça
Registro de esfera compacto soldável de PVC DN 50 mm	1	peça
Cola de silicone de 300 g com aplicador	1	tubo
Pasta lubrificante para juntas elásticas em PVC rígido de 400 g	2	tubo
Adesivo para PVC 100 g	1	tubo
Cola de contato 100 mL	1	lata
Emulsão asfáltica tipo Neutrol	1	litro
Guarnição esponjosa de borracha - espessura 10x20 mm ou 10x10 mm	1	m
Parafuso de fenda cabeça redonda M4x30mm	12	peça
Porca sextavada M4	8	peça
Arruela lisa M4	8	peça

Estacas ou mourões com 1,8 m ⁽²⁾	16	peça
Tela tipo galinheiro 1,2 m largura ⁽²⁾	10	m
Grampos ou pregos para fixar a tela ⁽²⁾	25	peça

Fonte: adaptado de Embrapa, 2022.

Tabela 2. Ferramentas utilizadas para montagem da fossa séptica biodigestora

Item	Quantidade	Unidade
Serra copo 100 mm	1	peça
Adaptador (suporte universal) para serra copo em furadeira	1	peça
Serra copo 76 mm	1	peça
Serra copo 38 mm	1	peça
Aplicador de silicone	1	peça
Arco de serra com lâmina de 24 dentes	1	peça
Furadeira elétrica portátil, potência recomendada 600 W	1	peça
Lixa comum n° 100	2	folha
Pincel de 4 polegadas	1	peça
Pincel de ¾ polegada	1	peça
Estilete	1	peça
Cavadeira	1	peça
Pá	1	peça
Martelo	1	peça
Trena de 5,0 metros	1	peça
Nível	1	peça
Réguas de nível em alumínio	1	peça
Grosa	1	peça

Fonte: adaptado de EMBRAPA, 2022.

3.3 Análise de percepção social

Foram realizadas rodas de conversa e educação ambiental, de acordo com metodologia adaptada proposta por Duarte (2019), Ferreira e Duarte (2019) com as famílias atendidas sobre os benefícios da implantação das fossas sépticas biodigestoras, assim foi possível discutir a importância do uso da fossa séptica biodigestora como alternativa para o saneamento rural para assim poder auxiliar com os dados necessários para realizar a construção dessa análise, foi elaborado um roteiro (Quadro 2) abordando questões referentes à vida cotidiana das famílias atendidas, com o propósito de analisar a percepção social e ambiental das mesmas.

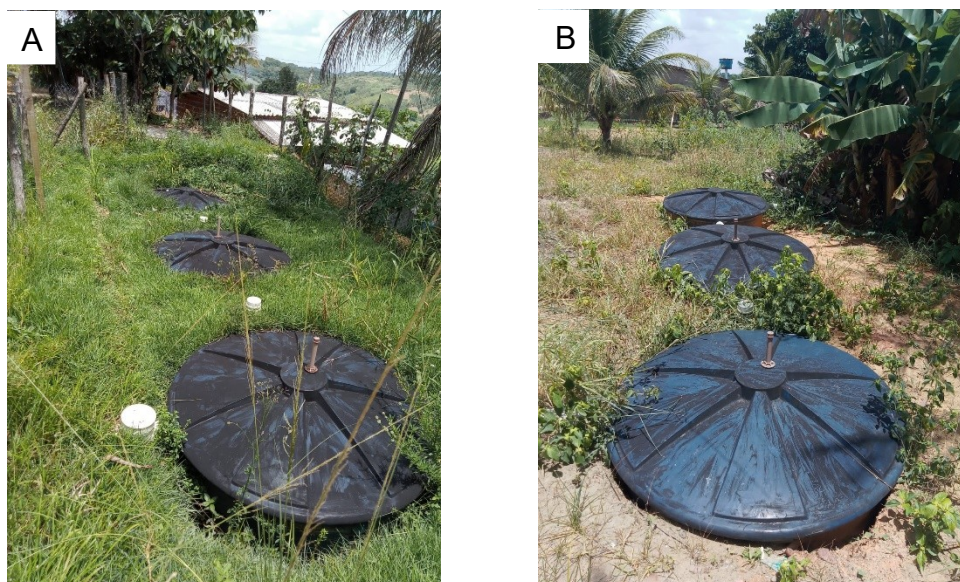
Quadro 2. Roteiro de perguntas da roda de conversa

Já foram realizadas ações de educação ambiental na comunidade?
Qual a origem do abastecimento da água na residência?
Qual a destinação dos efluentes sanitários da residência?
Qual a sua percepção sobre a importância do saneamento na melhoria da saúde e qualidade de vida?
Qual a sua percepção sobre a importância do saneamento para o meio ambiente?
Você percebeu alguma melhora na qualidade de vida após a implantação do sistema? Quais?
Quais as dificuldades encontradas na manutenção do sistema?

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Implantação da tecnologia fossa séptica biodigestora na zona rural do Município do Cabo de Santo Agostinho teve início em março de 2021. Do início da implantação até o presente momento, duas famílias foram contempladas com a instalação dessas unidades de tratamento de esgoto (Figura 4). As famílias atendidas possuem cadastro junto a Secretaria Municipal de Assistência Social e residem na zona rural no Engenho Pau Santo e trabalharam com agricultura familiar e/ou de subsistência.

Figura 4. Fossa Séptica Biodigestora das famílias 1 (A) e família 2 (B) contempladas pelo projeto da SEMA do Cabo de Santo Agostinho/PE



Fonte: acervo pessoal.

4.1 Dimensionamento e materiais da fossa séptica biodigestora

A aquisição do material de construção e a instalação das fossas sépticas foi realizada pela equipe técnica da Secretaria Executiva de Meio Ambiente do Município do Cabo de Santo Agostinho conforme metodologia da EMBRAPA (2022), o valor total para implantação dos dois sistemas foi de R\$5.218,00 (cinco mil, duzentos e dezoito reais), custo em 2021.

Antes da instalação do sistema de tratamento dos efluentes sanitários foi avaliado e discutido com as famílias, qual seria a melhor área para a instalação do

sistema, de acordo com as dimensões e pré-requisitos necessários para o bom funcionamento do sistema (EMBRAPA, 2021), que não interferisse na área de produção agrícola das famílias e que permitisse um fácil acesso para manutenção e uso do biofertilizante na agricultura familiar.

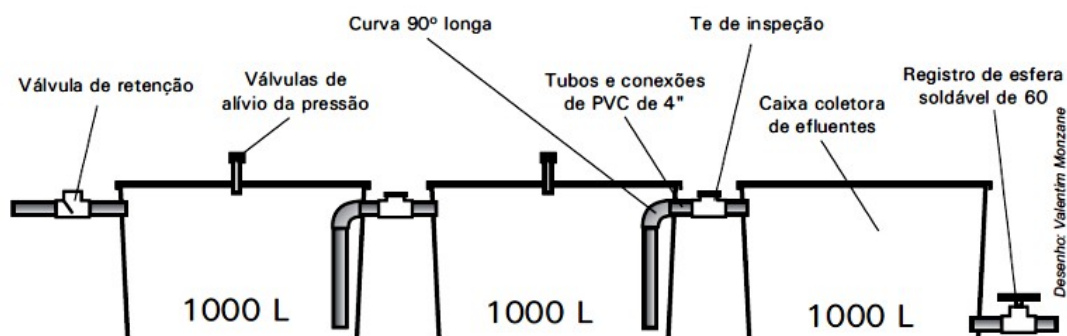
O funcionamento da fossa séptica biodigestora é relativamente simples e se resume a três caixas d'água de 1000 litros cada uma, enterradas no solo e conectadas entre si (Figura 5 e 6). A primeira caixa foi ligada ao sistema de esgotamento sanitário – no caso, o vaso sanitário, e recebe uma vez por mês, na válvula de retenção, uma mistura de 5 litros de água e 5 litros de esterco bovino fresco.

O esterco bovino fresco fornece as bactérias que estimulam a biodigestão dos dejetos, transformando o esgoto bruto em adubo (EMBRAPA, 2014). Esse material segue para a primeira caixa, onde se junta às fezes humanas e sofre fermentação ou biodigestão anaeróbia, destruindo cerca de 70% dos vermes e organismos patogênicos que são potencialmente causadores de doenças, existentes nos dejetos.

A primeira caixa foi ligada à segunda através de um cano com curva de 90 graus. Na segunda caixa, o processo de biodigestão continua eliminando os 30% restantes de patógenos. A primeira e a segunda caixa possuem cada uma, uma chaminé para escape do gás metano, produzido durante o processo de fermentação, instalada na tampa. Entre a segunda e a terceira caixa foi instalado na saída um tubo de PVC com duas curvas de 90°, por onde os detritos humanos já decompostos pela ação da fermentação passarão para a terceira caixa em forma de efluente líquido livre de agentes patogênicos, o biofertilizante.

Foi instalado um registro de espera na base da terceira caixa para facilitar a retirada do biofertilizante, este que pode ser coletado através de um balde, de uma bomba ou até mesmo por gravidade, dependendo da topografia do terreno (EMBRAPA, 2022).

Figura 5. Representação esquematizada com as principais partes de uma fossa séptica biodigestora



Fonte: EMBRAPA, 2021.

Figura 6. Escavação da área para assentamento do sistema (A) e fossa séptica biodigestora instalada (B)



Fonte: acervo pessoal.

Uma vez instalado o sistema, a manutenção é simples e realizada pelas famílias atendidas, necessita apenas da adição mensal de uma mistura de água e fezes bovinas frescas (que contém as bactérias que estimulam o tratamento do efluente) (Figura 7). O esterco é muito rico em microrganismos anaeróbios, que auxiliam e aceleram a decomposição dos dejetos humanos, sua correta utilização também retira odores desagradáveis do sistema, pois alguns destes microrganismos

eliminam substâncias que dão mau cheiro ao líquido que será utilizado como biofertilizante (NOVAES 2002; GALINDO et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2019).

Figura 7. Coleta do esterco bovino fresco (A), diluição com água (B) e alimentação da fossa séptica biodigestora (C)

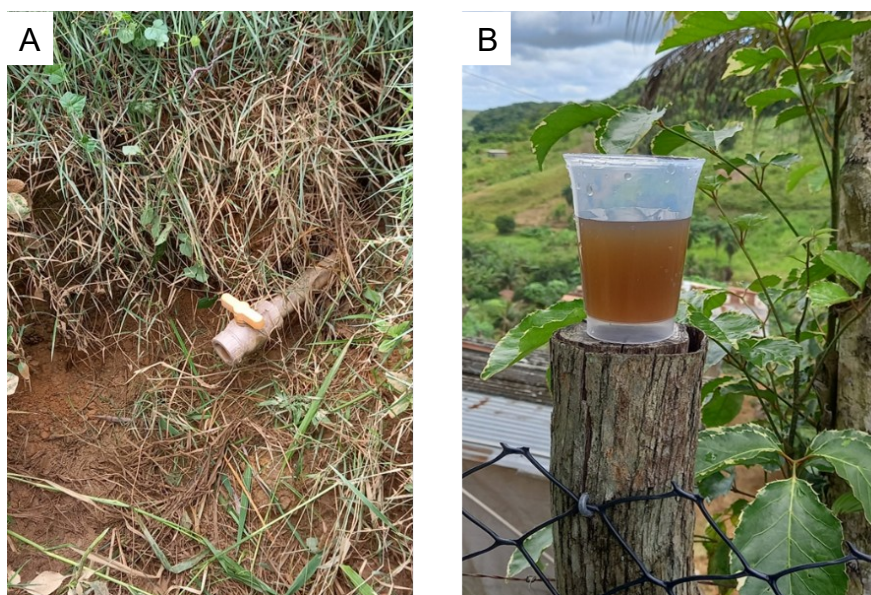


Fonte: acervo pessoal.

Com a realização da manutenção correta, a fossa séptica biodigestora não gera odores desagradáveis, não procria ou atrai ratos, baratas e moscas, não acumula lodo, não contamina o meio ambiente se o adubo for descartado corretamente, e gera produtividade saudável e economia em insumos para a agricultura familiar (EMBRAPA, 2014). Se a última caixa encher em um período menor que 10 dias, é necessário acrescentar mais uma caixa com capacidade para complementar a fermentação, uma vez que o sistema é facilmente redimensionado caso haja necessidade, incorporando outros módulos de fermentação, de forma proporcional ao número de moradores.

Nota-se que o biofertilizante gerado possui aspecto marrom amarelado (Figura 8B), de odor leve e característico corrobora com EMBRAPA (2014), este que foi incorporado no solo, nas culturas: coqueiro, mangueira, aceroleira, pitangueira, fruta-pão, estas que são cultivadas na propriedade das famílias atendidas.

Figura 8. Registro de passagem de saída do biofertilizante (A) e biofertilizante (B)



Fonte: acervo pessoal.

Faustino (2007) comprovou efeitos benéficos em seu estudo avaliando o uso do efluente tratado pela fossa séptica biodigestora na fertilidade do solo, este que forneceu ao solo macro e micronutrientes em quantidades significativas, não foi observado efeito da salinização nas profundidades analisadas. Leonel et al. (2013) salientam que a fossa séptica biodigestora é um sistema bastante eficiente na remoção tanto de sólidos como de coliformes, fornecendo um efluente clarificado e com reduzida contaminação biológica.

Para que o efluente possa ser tratado corretamente é necessário o tempo mínimo de 25 dias, e o mesmo só deve ser retirado após passar pela última caixa. Na forma de fertirrigação, pode ser colocado superficialmente ou incorporado ao solo (EMBRAPA, 2014).

4.2 Análise da percepção social

Por meio da análise das rodas de conversa com as famílias atendidas, observou-se que a fossa séptica biodigestora é uma tecnologia social que além das questões ambientais, proporciona as famílias benefícios e melhorias de qualidade de vida em vários aspectos (social, econômico e ambiental).

Antes da implantação do sistema as famílias destinavam seus efluentes sanitários em um “buraco negro” sem nenhum tratamento e próximo a fonte de água e alimento, podendo ser afetadas por diversas doenças de veiculação hídrica, as quais se associam em sua maioria, à falta de saneamento, e no caso do meio rural, mais especificamente, à falta de um sistema coletor e de tratamento de esgoto mais eficiente.

Após a instalação do sistema, foram realizadas monitoramento técnico e social as famílias atendidas, as quais citaram vários benefícios percebidos desde a instalação da fossa séptica biodigestora, tais como: ausência de odor, de mosquitos e vetores transmissores de doenças corrobora Costa e Guilhoto (2014), melhoria da qualidade da água utilizada, diminuição do consumo de água para a irrigação, uma vez que, quando o sistema enche o efluente é destinado para irrigação como biofertilizante na agricultura familiar, o que será muito útil para a propriedade, principalmente nos períodos de pouca chuva e fornece produtos com melhor qualidade.

Corroborando com Campolin et al. (2010) que realizaram um estudo com famílias de um assentamento de reforma agrária no Mato Grosso do Sul, para demonstrar a eficiência das fossas sépticas biodigestoras como tecnologia alternativa no tratamento de esgotos. E perceberam através da coleta e síntese dos depoimentos e percepções das famílias em relação às fossas biodigestoras, que além de contribuir para a melhoria no tratamento do esgoto, as fossas sépticas biodigestoras contribuem para o controle dos agentes causadores de doenças, para a preservação do lençol freático e recuperação do solo, permitem o reaproveitamento de seus efluentes finais como biofertilizante, podendo ser aplicado nas culturas de espécies frutíferas e forrageiras, aumentando a produtividade e promovendo a melhoria da renda familiar.

Novaes et al. (2002) realizaram testes em plantas submetidas às mesmas condições (temperatura, umidade, etc.), e comprovaram que as plantas que receberam adubo orgânico proveniente das fossas sépticas biodigestoras apresentaram uma quantidade maior de folhas com maior aspecto saudável que as plantas que receberam o fertilizante químico usado normalmente.

Entretanto foi observado que a manutenção do sistema realizada pelas famílias atendidas não estava sendo realizada conforme a orientação técnica, uma

vez que não estavam realizando a alimentação da fossa séptica biodigestora no tempo correto (a cada trinta dias) e que estavam utilizando o esterco seco e não fresco, o que reduz a eficiência do sistema.

As rodas de conversa apontaram que a fossa séptica biodigestora por se tratar de uma tecnologia social adequada às realidades do campo e de fácil manutenção, deve ser estendida ao maior número possível de famílias, através do envolvimento das administrações públicas e criação de políticas públicas que ampliem o benefício.

5 CONSIDERAÇÕES

A fossa séptica biodigestora surgiu como uma alternativa de tratamento de efluentes sanitários eficiente, com aquisição de materiais e instalação simples, viável economicamente e ambientalmente, para atender populações rurais de baixa renda do município do Cabo de Santo Agostinho/PE.

O uso da tecnologia proporcionou impactos positivos na vida das famílias atendidas com aumento da salubridade ambiental, melhor qualidade de vida e econômica.

Ressalta-se a necessidade de capacitação e conscientização da população atendida quanto ao uso da fossa séptica biodigestora para garantir sua máxima eficiência e preservação do sistema.

A fossa séptica biodigestora por se tratar de uma tecnologia social adequada às realidades do campo e de fácil manutenção deve ser estendida ao maior número possível de famílias, através do envolvimento das administrações públicas e criação de políticas públicas que ampliem o benefício.

Este trabalho pode ser utilizado como base para outras pesquisas, sendo as análises da eficiência da fossa séptica biodigestora e do biofertilizante sugeridos para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei no 11.445**, de 05 de janeiro de 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 05 de mar. 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Política Nacional de Saneamento Ambiental**, Brasília, 2003.

CAMPOS, J.; SANTOS, V.; SILVA, L.; SOUSA, A.; SILVA, F.; COSTA, M. Fossa biodigestora econômica e sustentável para a agricultura familiar. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – **Anais...** XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2, 2020.

CAMPOLIN, A. I.; SOARES, M. T. S.; FEIDEN A. Fossa séptica biodigestora: 10 participação e apropriação de tecnologias na reforma agrária. In: **Resumos do III Seminário de Agroecologia de MS**. Cadernos de Agroecologia, vol. 5, no 1, 2010. Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/cad/article/download/10240/6883>>. Acesso em: 05 de mar. 2022.

COSTA, C. C. DA & GUILHOTO, J. JOSÉ M. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestor. **Engenharia Sanitária Ambiental** - Edição Especial, 2014, p. 51-60. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/BgpHQvGzL4kKqDQDsYXPG8P/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 de outubro de 2021.

DA SILVA, W. T. L.; MARMO, C. R.; LEONEL, L. F. **Documentos 65**. Memorial descritivo: montagem e operação da fossa séptica biodigestora. Embrapa Instrumentação. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2017. 27 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1081476/memorial-descritivo-montagem-e-operacao-da-fossasepticabiodigestora>. Acesso em: 05 de janeiro de 2022.

DUARTE, J. P. (Grupo de Extensão e Pesquisa em Agricultura Familiar). Relatório Parcial de Bolsista PIBEX. 10ENVOLVER: uma possibilidade de empoderamento e melhoria da qualidade de vida de sujeitos de municípios dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Teófilo Otoni: **Pró-Reitoria de Extensão e Cultura**. Edital 2019/01 – UFVJM – Campus do Mucuri; 2019. Registro 051.1.008-2011.

EMBRAPA, 2021. **Documentos 72**: 20 anos do Saneamento Rural na Embrapa Instrumentação: do Básico ao Ambiental. Embrapa Instrumentação. São Carlos, SP. 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229894/1/DOC72-2021.pdf>. Acesso em: 05 de junho de 2022.

EMBRAPA, 2020. **Saneamento rural**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52775622/modelo-de-gestao-e-o-principal-desafio-do-saneamento-rural-para-as-proximas-decadas>. Acesso em: 05 de janeiro de 2021.

EMBRAPA, 2016. **Fossa séptica biodigestora**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14221866/fossa-septica-biodigestora-beneficia-57-mil-pessoas-no-campo>. Acesso em: 10 de junho de 2021.

EMBRAPA. **Fossa séptica biodigestora**. Disponível em: Como montar e usar a fossa séptica modelo Embrapa: cartilhas adaptadas ao letramento do produtor. - Portal Embrapa. Acesso em: 05 de janeiro de 2021.

EMBRAPA, 2010. **Fossas Sépticas Biodigestoras em Sistemas Agrícolas Familiares na Borda Oeste do Pantanal**. 2010. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/FOL155.pdf>>. Acesso em: 08 de abr. 2022.

FAUSTINO, A.S. **Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, 2007.

FERREIRA, A. M. E e DUARTE, J. P. **Fossa séptica biodigestora: uma alternativa de baixo custo ao saneamento rural**. 2019. 60p. Monografia de conclusão de curso, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, 2019.

FUNASA. SANEAMENTO RURAL. **Boletim Informativo**. Publicação da Fundação Nacional de Saúde - Dezembro de 2011- Edição nº 10. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/blt_san_rural.pdf. Acesso em: 05 de janeiro de 2021.

GALINDO N; SILVA, W. T. L. **Determinação de matéria orgânica em solos submetidos à adição de efluentes de fossa séptica biodigestora**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2010.

GIL, ANTÔNIO CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2017. 192 p.

GIRÃO, E.G.; MARMO, C. R.; GINHERME, L. C.; CARDOSO, J. H.; CAMARA, C.P. **Tecnologias sociais de eco-habitação**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197637/1/DOC19002.pdf>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

IBGE, 2008. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2008. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>. Acesso em: 05 de janeiro de 2021.

IBGE. **Pesquisa Nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores** 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 101 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98887.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. 2011. Banco de Dados Agregados (PNAD). Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/pnad/pnadpb>. Acesso em: 10 de maio de 2022.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORCEUIL, C. W. Saneamento rural. In: Seminário Saneamento Ambiental, Rio Negrinho: ACIRNE, **Anais...** 2008. CD-ROM. 24p. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Projetos/ARTI_2008/Artigo%20%20_Kobiyama%20Mota%20e%20Corceuil_.pdf>. Acesso em: 24 de janeiro de 2022.

LINS, J. C. de B. **Relação entre saneamento básico e indicadores de saúde: panorama Brasil, Nordeste e Pernambuco**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Economia, Recife, BR-PE, 2019. 2019. 55 f.

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.

MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310p.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR (Brasil). Secretaria Nacional de Saneamento - SNIS. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil**. 2021. Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional. – Brasília/DF, 2021. 223p. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/panorama-do-saneamento>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

NOVAES, A. P. de; SIMOES, M. L.; MARTIN-NETO, L.; CRUVINEL, P. E.; SANTANA, A.; NOVOTNY, E. H.; SANTIAGO, G.; NOGUEIRA, A. R. de A. **Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica**. 2002. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/28989/-utilizacao-de-uma-fossa-septica-biodigestora-para-melhoria-do-saneamento-rural-e-desenvolvimento-da-agricultura-organica>. Acesso em: 05 de outubro de 2021.

OLIVEIRA, D. M. de. **Saneamento Básico e Desenvolvimento Humano: um Estudo de Caso no Município de Imperatriz/MA a Partir da Abordagem das Capacitações**. Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário UNIVATES. 2014. Acesso em: 05 de outubro de 2021.

OTENIO, M. H.; SOUZA, F. de F. C. de; LIGÓRIO, P. P. L.; FAZZA, E.; SOARES, G.; BERNARDO, W. F.; MAGALHAES, V. M. A. de. **Como montar e usar a fossa séptica modelo Embrapa: cartilhas adaptadas ao letramento do produtor**. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes//publicacao/1004077/como-montar-e-usar-a-fossa-septica-modelo-embrapa-cartilhas-adaptadas-ao-letramento-do-produtor>. Acesso em: 05 de outubro de 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CABO DE SANTO AGOSTINHO. **Documentação Interna**, 2022.

RAMOS, M. DE F. **Tecnologia Social como facilitadora para tratamento de esgoto em área rural**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 152p. 2017.

RIBEIRO, J. W. ROOKE, J. M. S. **Saneamento Básico e sua Relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2010.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Saúde: saneamento rural**. Brasília: Senar, 2019. 84 p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Esgoto - Trata Brasil - Progresso na água potável, saneamento e higiene domiciliar 2000-2020 - DADOS DO UNICEF**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-esgotamento-sanitario>. Acesso em: 15 de março de 2022.

SILVA, M. J **Acesso aos recursos hídricos no município do Cabo de Santo Agostinho – PE: construção de cartilha para apoio pedagógico**. 2018. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/32858>. Acesso em: 23 de agosto de 2022.

SILVA, W. T. L. da. **Sistemas biológicos simplificados aplicados ao saneamento básico rural**. Separata de: NAIME, J. de M.; MATTOSO, L. H. C.; SILVA, W. T. L. da; CRUVINEL, P. E.; MARTIN-NETO, L.; CRESTANA, S. (Ed.). Conceitos e aplicações da instrumentação para o avanço da agricultura. Brasília/DF. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1031073/sistemas-biologicos-simplificados-aplicados-ao-saneamento-basico-rural>. Acesso em: 05 de janeiro de 2022.

SILVA, W. T. L. da, 2014. p. 177-210. **ABC Saneamento básico rural**. Brasília, DF: Embrapa. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128259/1/ABC-Saneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf>. Acesso em: 05 de janeiro de 2021.

TASSIS, A. P. DE & CUNHA, D.M. **A utilização de fossas sépticas biodigestoras como instrumento de promoção do desenvolvimento rural**. 2013. Disponível em: http://www3.ifmg.edu.br/site_campi/v/images/arquivos_governador_valadares/AndreiaPerez.pdf. Acesso em: 05 de outubro de 2021.

TONETTI, A. L.; BRASIL, A.L.; MADRID, F.J.P.L.; FIGUEIREDO, I.C.S.; SCHNEIDER, J.; CRUZ, L.M.O.; DUARTE, N.C.; FERNANDES, P.M.; COASACA, R.L.; GARCIA, R.S.; MAGALHÃES, T.M. **Tratamento de esgotos domésticos em**

comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções. Campinas, SP: Biblioteca/Unicamp, 2018.

TEIXEIRA, L. E.; SILVA, F. V. DA; BRANDÃO, L. F. S. Avaliação do custo e da eficiência de três opções de tratamento de esgoto doméstico para unidade familiar na zona rural. **Anais...** XII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe - 18 a 22 de março de 2019, Aracaju/SE.