



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

Fabício Natan Fischer

**Avaliação e monitoramento operacional em sistema descentralizado de  
tratamento de esgoto no lote**

Florianópolis  
2023

Fabício Natan Fischer

**Avaliação e monitoramento operacional em sistema descentralizado de  
tratamento de esgoto no lote**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Prof. Pablo Heleno Sezerino, Dr.

Florianópolis

2023

Fischer, Fabricio Natan

Avaliação e monitoramento operacional em sistema descentralizado de tratamento de esgoto no lote / Fabricio Natan Fischer ; orientador, Pablo Heleno Sezerino, 2023. 69 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Esgoto; Tratamento; Sistemas no lote; Rotina operacional.. I. Sezerino, Pablo Heleno. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. III. Título.

Fabrcio Natan Fischer

**Ttulo:** Avaliao e monitoramento operacional em sistema descentralizado de tratamento de esgoto no lote

Este Trabalho Concluso de Curso foi julgado adequado para obteno do Ttulo de Engenheiro Sanitarista e Ambiental e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Sanitria e Ambiental.

Florianopolis, 06 de dezembro de 2023.

---

Prof. Bruno Segalla Pizzolatti , Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Pablo Heleno Sezerino, Dr.  
Orientador(a)  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

Flvia Surdi  
Avaliador(a)  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

Vinicius Augusto Belatto  
Avaliador(a)  
Ampla Consultoria e Planejamento

## **AGRADECIMENTOS**

Quero dedicar meu agradecimento carinhoso a todas as pessoas incríveis que fazem parte da minha vida. Primeiramente, à minha família maravilhosa, especialmente à minha mãe, tia e madrinha. A presença de vocês em cada etapa da minha jornada é algo pelo qual sou profundamente grato. Aos meus amigos e companheiros que conheci durante os anos do curso compartilhando comigo essa maravilhosa jornada.

Quero expressar minha gratidão ao meu orientador, Pablo, não apenas pela orientação, mas também pelas aulas inspiradoras que me motivaram na temática deste trabalho. Agradeço também pela paciência ao longo dos meses de desenvolvimento.

À equipe da empresa Ampla Consultoria e Planejamento, agradeço por abrir suas portas e me proporcionar a valiosa oportunidade de vivenciar a vida de um Engenheiro Sanitarista e Ambiental na prática.

Por fim, mas não menos importante, meu agradecimento à Universidade Federal de Santa Catarina pela excelente infraestrutura e aos professores dedicados que tanto contribuíram para a minha formação. Muito obrigado a todos por fazerem parte dessa jornada!

## RESUMO

Enquanto o sistema centralizado não é viável em todas as áreas do território brasileiro devido as limitações técnicas, financeiras e ambientais, o sistema descentralizado no lote se apresenta como uma alternativa para a universalização do serviço. No entanto, é fundamental que o sistema descentralizado no lote seja projetado, construído e operado de maneira apropriada para garantir a eficiência do tratamento de esgoto. Para isso, é necessário desenvolver um roteiro operacional abrangente, abordando aspectos como a construção adequada das unidades de tratamento, a manutenção regular, o monitoramento dos parâmetros de qualidade do efluente tratado e a capacitação dos operadores responsáveis pelo sistema. Dentro deste contexto foi elaborado um roteiro de acompanhamento dos sistemas de tratamento no lote, o qual foi aplicado junto ao SAMAE de Jaraguá do Sul/SC, onde foram realizadas visitas técnicas as estações de tratamento no lote e testado o referido roteiro. Essas visitas técnicas foram essenciais para identificação de possíveis falhas ou áreas de melhoria na operação, possibilitando a implementação das correções necessárias. Dessa forma, a avaliação e o monitoramento operacional em sistemas de esgoto descentralizados no lote são fundamentais para garantir que o tratamento de esgoto seja realizado de maneira adequada, cumprindo os padrões de qualidade estabelecidos pelas normas técnicas e ambientais. Além disso, contribuem para a preservação ambiental e a proteção da saúde pública, minimizando os impactos negativos do esgoto não tratado ou tratado de forma inadequada na natureza e na população.

**Palavras-chave:** Esgoto; Tratamento; Sistemas no lote; Rotina operacional.

## ABSTRACT

While centralized systems are not feasible in all areas of the Brazilian territory due to technical, financial, and environmental limitations, decentralized on-site systems emerge as an alternative for the universalization of the service. However, it is crucial that on-site decentralized systems be designed, constructed, and operated appropriately to ensure the efficiency of sewage treatment. To achieve this, it is necessary to develop a comprehensive operational roadmap, addressing aspects such as the proper construction of treatment units, regular maintenance, monitoring of treated effluent quality parameters, and training of operators responsible for the system. Within this context, an on-site treatment system monitoring guide was developed and applied with SAMAE in Jaraguá do Sul/SC, where technical visits to on-site treatment stations were conducted, and the mentioned guide was tested. These technical visits were essential for identifying possible failures or areas for improvement in operation, enabling the implementation of necessary corrections. Thus, the evaluation and operational monitoring of on-site decentralized sewage systems are crucial to ensure that sewage treatment is carried out appropriately, meeting the quality standards established by technical and environmental regulations. Additionally, they contribute to environmental preservation and public health protection, minimizing the negative impacts of untreated or inadequately treated sewage on nature and the population.

**Keywords:** Sewage; Treatment; On-site Systems; Operational Routine.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Matriz Estruturante empregada no estudo. ....	37
Figura 2: Abrangência do Projeto Saneamento Rural - SAMAE .....	43
Figura 3: Projeto Saneamento Rural – SAMAE Jaraguá do Sul/SC.....	45
Figura 4: Cadastro Usuário do Sistema Individual de Tratamento - SAMAE .....	46
Figura 5 : Reunião sobre o projeto com equipe da SAMAE – Jaraguá do SUL .....	48
Figura 6: Checklist preliminar apresentada a equipe da SAMAE para discussão .....	49
Figura 7: Checklist aplicada – Visita 01.....	51
Figura 8: Operação de limpeza sendo executada e visão geral do sistema - 01 .....	52
Figura 9: Checklist aplicada – Visita 02.....	53
Figura 10: Operação de limpeza sendo executada no sistema - 02.....	54
Figura 11: Checklist aplicada – Visita 03.....	55
Figura 12: Operação de limpeza sendo executada no sistema - 03.....	56
Figura 13: Checklist aplicada – Visita 04.....	57
Figura 14: Operação de limpeza sendo executada e visão geral do sistema - 04 .....	58
Figura 15: Modelo de aplicativo de acompanhamento para o sistema de tratamento de esgoto descentralizado em lote.....	60
Figura 16: Modelo de cartilha educacional para a população que recebe o tratamento .....	61



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Versão 1.....	41
Quadro 2: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões levantadas em campo. ....	50
Quadro 3: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões a serem discutidas com os técnicos operadores.....	50

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA - Agência Nacional de Águas  
ETE - Estações de Tratamento de Esgoto  
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico  
PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico  
PNSR - Programa Nacional de Saneamento Rural  
REISB - Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento do Saneamento Básico  
SAMAÉ - Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto  
SES - Sistema de Esgotamento Sanitário  
TBO - Tarifa Básica Operacional  
USEPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
3.1	LEGISLAÇÕES A RESPEITO DO SANEAMENTO .....	15
3.2	SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL .....	16
3.3	PLANOS DE SANEAMENTO MUNICIPAIS (PMSB) .....	18
3.4	SANEAMENTO RURAL.....	19
3.5	SISTEMAS CENTRALIZADOS DE TRATAMENTO .....	20
3.6	SISTEMAS DESCENTRALIZADOS DE TRATAMENTO .....	21
3.7	REGULAÇÃO DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DESCENTRALIZADO EM LOTE.....	22
<b>3.7.1</b>	<b>NBR 7229/1993</b> .....	<b>23</b>
<b>3.7.2</b>	<b>NBR 13969/1997</b> .....	<b>24</b>
3.8	MANUAIS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ETE EM LOTE .....	25
<b>3.8.1</b>	<b>Zago e Dusi</b> .....	<b>25</b>
<b>3.8.2</b>	<b>EPA</b> .....	<b>26</b>
<b>3.8.3</b>	<b>Hanoi</b> .....	<b>31</b>
<b>3.8.4</b>	<b>Programa Nacional de Saneamento Rural</b> .....	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>36</b>
4.1	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA .....	37
4.2	ELABORAÇÃO DE UM ROTEIRO DE ACOMPANHAMENTO OPERACIONAL PARA ESTAÇÕES DE TRATAMENTO EM LOTE .....	38
4.3	VISITA TÉCNICA E APLICAÇÃO DO ROTEIRO POR MEIO DE CHECKLIST .....	40
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>43</b>
5.1	ESTUDO DE CASO: SANEAMENTO RURAL .....	43
5.2	REUNIÃO COM TÉCNICO DA SAMAE (JARAGUÁ DO SUL) APRESENTANDO O ROTEIRO OPERACIONAL E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS .....	48

5.3	APLICAÇÃO DO ROTEIRO ELABORADO EM UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DESCENTRALIZADO EM LOTE.....	51
5.4	PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS PARA O SISTEMA ANALISADO .....	58
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>63</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

A universalização do atendimento adequado de esgoto é um dos princípios fundamentais da Política Federal de Saneamento Básico, prevista na Lei nº 11.445 de 2007 (Brasil, 2007). Entretanto, o acesso ao serviço de esgotamento sanitário adequado ainda é um problema em muitos municípios brasileiros. O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) estabelece dois principais modais de atendimento adequado de tratamento de esgoto para atender adequadamente a população, como sendo, o modal 1 que consiste na coleta de esgoto sanitário por meio de redes de esgoto seguido de tratamento em estações de tratamento de esgoto (ETE), ou seja, promovendo a centralização dos serviços, e o modal 2 que consiste no sistema de tratamento de esgoto descentralizado no lote de cada domicílio ou estabelecimento. As soluções podem ser fossas sépticas, sumidouros, sistemas de disposição em valas de infiltração, entre outras.

A implantação do modal 1 em todas as regiões é inviável devido as dificuldades técnicas, financeiras e ambientais, como a topografia, a distância dos centros urbanos, o alto custo de instalação das redes e ETE. Para atender a população localizada em áreas onde sistema centralizado não é viável, o PLANSAB apresenta, além do modal 2, o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) que tem como objetivo promover a universalização do acesso ao tratamento de esgoto adequado em áreas rurais e áreas de difícil acesso.

A universalização de acesso aos serviços de esgotamento sanitário devidamente adequado, portanto, se dará na coexistência dos sistemas de tratamento convencionais (centralizados) e em lote (descentralizados).

A operação adequada do sistema de esgoto no lote pode ser comprometida pela falta de conhecimento e educação ambiental da população em geral a respeito do saneamento básico. Muitas vezes, a falta de manutenção adequada por parte do gerador (cidadão na maioria dos casos) e dos órgãos responsáveis pode comprometer o funcionamento do sistema, levando à ineficiência do tratamento e consequente impacto negativo ao meio ambiente e à saúde pública. Por isso, é fundamental que haja investimento em programas de educação ambiental e conscientização da população, além da implementação de medidas de fiscalização e manutenção adequada destes sistemas descentralizados no lote.

O uso de ferramentas de operação e acompanhamento das unidades de tratamento de esgoto em lote é fundamental para garantir que o tratamento de esgoto seja realizado de forma eficiente e adequada, sendo que esta ferramenta pode ajudar a capacitar os operadores e usuários, fornecendo informações claras e objetivas sobre o funcionamento das unidades, seus equipamentos e processos de tratamento. Com isso, é possível induzir ao funcionamento de longo prazo destas unidades de tratamento de esgoto no lote, além de contribuir para a preservação ambiental e para a saúde pública.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Elaborar roteiro de acompanhamento operacional aplicável às unidades de tratamento de esgoto no lote

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar rotinas operacionais vinculadas às unidades de tratamento de sistemas de esgoto descentralizado no lote.
- Aplicar como estudo de caso o roteiro de acompanhamento operacional junto ao SAMAE de Jaraguá do Sul/SC.
- Propor melhorias para o sistema analisado.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 LEGISLAÇÕES A RESPEITO DO SANEAMENTO**

A expansão gradual do acesso aos serviços de saneamento em todos os domicílios ocupados é conhecida como universalização. A gestão associada exige a cooperação voluntária entre a população como um todo, enquanto o controle social inclui mecanismos que fornecem à sociedade informações, detalhamentos técnicos e participação na formulação, no planejamento e na avaliação das políticas de saneamento. Neste contexto, a Lei 11.445 de 2007 inclui questões técnicas, operacionais e de responsabilização em torno das quatro dimensões do saneamento (BRASIL, 2007).

A referida lei estabelece que o titular dos serviços de saneamento deve elaborar um plano de saneamento básico municipal, que deve incluir um diagnóstico da situação atual, indicadores de saneamento, objetivos de universalização e programas relacionados. Além disso, a legislação estabelece o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento do Saneamento Básico (REISB) até 2026, com o objetivo de incentivar concessões para investimentos em saneamento. O Plano Nacional de Saneamento Básico é gerenciado pelo Ministério das Cidades e revisado a cada quatro anos. A Política Federal de Saneamento Básico visa não apenas garantir serviços adequados, mas também contribuir para o desenvolvimento nacional, diminuir a desigualdade regional, criar empregos e aumentar a inclusão social (BRASIL, 2007).

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) representa um marco integrado no planejamento do saneamento básico no Brasil, abrangendo abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas. Aprovado pelo Decreto nº 8.141 de 2013 e pela Portaria Interministerial nº 571 de 2013, o PLANSAB é uma resposta à lei de diretrizes nacionais para o saneamento básico, prevista na Lei nº 11.445. Este plano, elaborado com a participação ativa de diversos setores sociais, passou por uma consulta pública significativa em 2012, resultando em 537 registros e 649 contribuições de 108 autores diferentes. Cerca de 42,6% dessas contribuições foram



acatadas, refletindo o compromisso em incorporar uma visão plural e participativa no desenvolvimento do saneamento básico nacional (BRASIL , 2023).

A Lei número 14.026/2020 (Brasil, 2020) trouxe várias inovações significativas ao marco regulatório do saneamento básico. A lei exige que os contratos incluam metas de desempenho e universalização, incentiva a regionalização dos serviços de saneamento e impõe mudanças significativas na regulação. Além disso, visa promover a privatização e a concorrência nas empresas de saneamento do governo.

O objetivo principal da nova lei é atrair investimentos privados para o setor e desestatizar gradualmente suas operações. Isso é feito por meio da obrigação de contratar concessões de serviços de saneamento por meio de licitações, permitindo que as empresas privadas competissem em igualdade de condições com as estatais.

A responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA) foi ampliada, visto que agora supervisiona o saneamento básico em geral. Para atrair investimentos e promover a universalização dos serviços, o objetivo é estabelecer um ambiente jurídico e regulatório seguro. No entanto, é importante observar que as diretrizes de referência da ANA devem ser diretrizes nacionais aplicáveis uniformemente, sem entrar em detalhes particulares.

A lei também enfatiza o princípio fundamental da regionalização dos serviços de saneamento, que permite a prestação de serviços nos agrupamentos de municípios. Além disso, introduz a regulação baseada em desempenho, estabelecendo metas para o setor que podem ser medidas. As metas de universalização para água potável e coleta de esgoto são ambiciosas e podem ser ampliadas até 2040, desde que seja autorizado pelos reguladores. Apesar dos avanços, há dúvidas sobre a eficácia dessas mudanças para atingir o objetivo de universalizar o saneamento básico no Brasil (BRK Ambiental, 2020).

### 3.2 SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e foi elaborado visando que o objetivo da universalização do acesso ao saneamento básico seja cumprido, ou seja, todos os brasileiros devem ter acesso as atividades e componentes de cada um dos eixos do saneamento básico priorizando os mais necessitados, abrangendo o abastecimento

de água potável, o esgotamento sanitário, o manejo e destinação adequada do lixo e o manejo das águas pluviais. O PLANSAB indica que os serviços de saneamento devem ser executados de forma a maximizar a eficácia das ações e dos resultados, além de serem planejados de maneira a integrar o saneamento, dado que os serviços são complementares e devem estar interligados (BRASIL, 2013).

É possível identificar a situação do saneamento no Brasil por meio do Ranking do Saneamento Básico 2019 do Instituto Trata Brasil, de onde verifica-se que quase 35 milhões de pessoas não tem acesso à água tratada, 100 milhões não possuem coleta de esgoto, o que representa 47,6% da população brasileira e somente 46% dos esgotos produzidos são tratados (TRATA BRASIL, 2019).

Ainda conforme o Instituto Trata Brasil, das 100 maiores cidades brasileiras, 90 apresentam mais de 80% da população com água tratada. Porém quando o assunto é o Esgotamento Sanitário, apenas 46 municípios têm mais de 80% da população com coleta de esgoto, em relação ao tratamento de esgotos, apenas 22 municípios tratam mais de 80%. Apontando que os maiores desafios do saneamento básico na atualidade são diretamente ligados ao esgotamento sanitário.

Conforme a análise da BRK Ambiental, o levantamento evidencia que os progressos no período de 2011 a 2017 foram baixos. Houve uma redução global dos investimentos, e os recursos movimentados são concentrados principalmente nas 100 maiores cidades – mais de 50% dos investimentos estão direcionados para essas cidades. Além disso, grande parte dos municípios apresentam altos níveis de perdas de faturamento, cerca de 70% das cidades avaliadas apresentam índice de perdas superior a 30%. Apenas 9 das 100 cidades demonstram níveis de perdas de faturamento total inferiores ou iguais a 15% (parâmetro ideal) (BRK Ambiental, 2020). Os investimentos recentes em saneamento têm variado entre R\$ 10 bilhões e R\$ 12 bilhões por ano, seguindo essa taxa de investimento, o Brasil não alcançará a meta de universalização do saneamento até 2033, conforme delineado no PLANSAB.

Para garantir um tratamento de esgoto adequado à população, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) estabelece duas estratégias principais. A abordagem modal 1 coleta o esgoto sanitário pelas redes de esgoto e o trata em ETEs. É necessário centralizar os serviços. Um sistema de esgoto descentralizado é implementado no nível de cada propriedade na segunda abordagem, modal 2. Esse sistema consiste em soluções de tratamento individuais que são instaladas em cada

residência ou estabelecimento. Essas soluções incluem fossas sépticas e sistemas de disposição em valas de infiltração.

O PLANSAB abrange diversas dimensões do atendimento adequado e dos problemas existentes nos serviços de saneamento, considerando como atendimento adequado tanto a população que utiliza um serviço coletivo de tratamento (coleta de esgoto seguida de tratamento, por meio de rede e ETE – Estação de Tratamento de Esgoto), quanto as soluções individuais adequadas de tratamento em caso de ausência de sistema coletivo (Fossa séptica seguida por pós-tratamento ou unidade de disposição final adequadamente projetados, construídos e operados).

Dentre o PLANSAB, são desenvolvidos diversos programas com o objetivo de atingir as metas e objetivos proposto, assim surge o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), que objetiva a universalização do acesso por meio da promoção da implementação de medidas de saneamento básico em áreas rurais e isoladas. Isso só pode ser alcançado por meio de métodos que garantam igualdade, abrangência completa, cooperação interdisciplinar, sustentabilidade dos serviços já existentes e participação e supervisão da comunidade. A FUNASA é responsável pela implementação do programa.

### 3.3 PLANOS DE SANEAMENTO MUNICIPAIS (PMSB)

Como responsável pelos serviços de saneamento, o município tem o direito de delegar a organização, supervisão, fiscalização e prestação dos serviços. Não é possível transferir apenas a criação do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e na elaboração da Política Municipal de Saneamento Básico (BRASIL, 2007; PEREIRA et al., 2020). De acordo com a FUNASA (2022), a política e o PMSB desempenham funções importantes na gestão e fornecimento de serviços de saneamento. O controle social e a participação social devem estar presentes durante o processo de criação de políticas e planos.

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é um plano abrangente que aborda o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, a gestão de resíduos sólidos e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas de uma cidade. Um PMSB bem planejado ajuda a melhorar os indicadores sociais e econômicos da

comunidade, ao mesmo tempo em que evita a escassez de água, a propagação de doenças e a poluição do meio ambiente.

De acordo com a Lei no 11.445/2007, os municípios devem desenvolver seus próprios Planos Municipais de Saneamento Básico para garantir quatro serviços essenciais: água potável, coleta e tratamento de esgoto, drenagem urbana e coleta de resíduos sólidos. Apesar dessa obrigação legal, o saneamento básico no Brasil é ruim. Apenas 41,5% das cidades possuem um PMSB definido, de acordo com o IBGE (IBGE, 2017).

A falta de recursos financeiros e a falta de pessoal técnico em muitos municípios são algumas das dificuldades que acompanham o desenvolvimento desses planos. Ainda assim, o PMSB é uma ferramenta importante para planejar, melhorar e monitorar os serviços de saneamento. Inclui diagnósticos da situação, objetivos de curto, médio e longo prazo, programas e ações necessários, mecanismos de avaliação e revisão regular. Os gestores municipais acreditam que a coleta e o tratamento de esgoto são de extrema importância e devem ser alvo de investimentos prioritários. Portanto, a implementação bem-sucedida dos PMSB pode desempenhar um papel significativo na melhoria dos serviços de saneamento em todo o país.

### 3.4 SANEAMENTO RURAL

É notável a diferença entre o saneamento rural e urbano; nas áreas rurais, a falta de acesso ao saneamento é mais acentuada. Entre as dez pessoas que relatam condições de saneamento inadequadas, sete vivem em regiões rurais. Quase metade da população continua enfrentando práticas inadequadas, como uso de banheiros compartilhados e defecação ao ar livre, nessas áreas (WHO/UNICEF, 2020).

A zona rural do Brasil abriga cerca de 30 milhões de pessoas, embora apenas 16% da população resida lá (IBGE, 2010). O Programa Nacional de Saneamento Rural propôs uma maneira diferente de classificar o que é rural ou urbano. Isso pode aumentar os números (RIGOTTI; HADAD, 2017). Somente 8% dos domicílios rurais estão conectados a redes coletoras de esgoto e 13% não têm nenhum tipo de tratamento, de acordo com dados do IBGE (IBGE, 2017). Aqueles que recebem tratamento muitas vezes usam soluções inadequadas, como fossas absorventes ou lançam esgoto em valas ou corpos d'água.

A maioria dos domicílios rurais usa fossas básicas para o tratamento de esgoto, de acordo com estudos abrangentes realizados em Holambra, São Paulo (SUPREMA, 2013). Estudos realizados pela Unicamp na área rural de Campinas mostram que o esgotamento sanitário nas áreas rurais continua sendo um problema grave em várias áreas, apesar de pequenos avanços. O objetivo de universalizar o saneamento ainda está longe de ser alcançado, o que afeta negativamente as comunidades rurais, especialmente as mais desfavorecidas (LANDAU e MOURA, 2016; TEIXEIRA, 2014).

### 3.5 SISTEMAS CENTRALIZADOS DE TRATAMENTO

O sistema centralizado de esgotamento sanitário, também conhecido como sistema convencional ou coletivo, é uma estrutura complexa projetada para coletar, transportar, tratar e distribuir o esgoto sanitário de forma adequada em áreas com muitas pessoas. Esses sistemas geram grandes volumes de esgoto, o que significa que estações de tratamento e redes de tubulações precisam ser instaladas em áreas extensas. De acordo com Von Sperling e Salazar (2013), a implementação e operação envolvem custos consideráveis, onde cerca de 20% dos gastos são destinados à planta de tratamento, enquanto cerca de 80% são destinados à coleta e transporte do esgoto.

Esses sistemas também enfrentam o desafio de requerer uma quantidade significativa de água limpa, muitas vezes potável, para evitar entupimentos nas tubulações e diluir o esgoto concentrado. Isso resulta em altos custos operacionais e um grande consumo de eletricidade. Em termos de gestão dos recursos hídricos, a dependência contínua desses sistemas pode não ser sustentável em regiões onde a água é escassa (VAN LIER; LETTINGA, 1999).

Assim, há uma conscientização crescente sobre a necessidade de alternativas mais sustentáveis, especialmente em áreas com escassez de recursos hídricos. Isso se deve à complexidade e aos custos associados aos sistemas centralizados de esgotamento sanitário.

### 3.6 SISTEMAS DESCENTRALIZADOS DE TRATAMENTO

O desafio do saneamento básico em áreas periurbanas e rurais no Brasil se destaca como uma questão complexa, que vai além da simples falta de acesso às redes coletoras de esgoto. As áreas rurais enfrentam desigualdades significativas em relação ao saneamento, com até sete em cada dez pessoas sem acesso a práticas adequadas (WHO/UNICEF, 2020). Nesse cenário, os sistemas locais de tratamento de esgoto, conhecidos como sistemas descentralizados, ganham importância como alternativas eficazes para melhorar as condições de saúde e preservar o meio ambiente.

A visão comum de que sistemas descentralizados são sinônimos de precariedade e subdesenvolvimento não considera os desafios sociais e técnicos particulares de contextos rurais (SERAFIM; DIAS, 2013). Na realidade, a descentralização complementa a centralização no esforço de universalizar os serviços de saneamento (LIBRALATO; GHIRARDINI; AVEZZÙ, 2011).

Os sistemas descentralizados podem ser unifamiliares ou semicoletivos, atendendo desde um único domicílio até pequenos grupos de casas ou estabelecimentos comerciais (MASSOUD; TARHINI; NASR, 2009). A seleção da tecnologia apropriada para cada situação deve considerar as características locais, como tipo de esgoto gerado, área disponível, tipo de solo e profundidade do lençol freático (MARTINETTI, 2015).

Apesar das vantagens dos sistemas descentralizados, há desafios a serem superados. Aspectos ambientais, como contaminação do solo e da água, demandam planejamento cuidadoso. Questões econômicas também são relevantes, incluindo custos de implantação, operação e manutenção. A gestão desses sistemas é fundamental, e a participação ativa da comunidade na escolha e manutenção das tecnologias é crucial (SAMPAIO, 2011).

A gestão eficiente dos sistemas descentralizados requer coordenação institucional, financiamento adequado e participação comunitária (GARRIDO et al., 2016). O Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) tem buscado abordar essas complexidades e desafios, visando melhorar as condições de saneamento nas áreas rurais brasileiras.

A busca por soluções descentralizadas para o saneamento rural exige uma abordagem multifacetada e adaptativa, que leve em consideração as particularidades de cada comunidade, assegurando não apenas a saúde, mas também a inclusão e o respeito aos direitos de todos os indivíduos (SILVA, 2017). O compromisso com a melhoria das condições de saneamento nas áreas rurais é essencial para promover qualidade de vida e desenvolvimento sustentável nessas regiões.

### 3.7 REGULAÇÃO DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DESCENTRALIZADO EM LOTE

A regulação do esgotamento sanitário descentralizado em lote tem como base diferentes aspectos da legislação ambiental e do saneamento básico, levando em conta também o local onde está inserido. O licenciamento ambiental é muito importante e deve ser considerado ao avaliar a implantação de sistemas de tratamento de esgotos descentralizado em lotes. Esta abordagem se alinha com a Constituição Federal de 1988, que estabelece o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à qualidade de vida, incumbindo ao poder público a proteção da fauna e da flora, bem como a punição de condutas lesivas ao meio ambiente (BRASIL, 1988).

A Lei Federal 11.445/2007 estabelece diretrizes e políticas no que diz respeito ao saneamento básico, destacando a importância de garantir meios adequados para atender à população rural, incluindo soluções adaptadas às suas características econômicas e sociais (BRASIL, 2007).

Enquanto sistemas de tratamento de esgoto coletivo em áreas rurais precisam de licenciamento ambiental, sistemas unifamiliares não estão sujeitos a esse processo regulatório. Não há uma diretriz específica que determine o número mínimo de residências que devem qualificar um sistema como coletivo, portanto, essa avaliação é feita caso a caso (Tonetti, et. Al, 2018). Os critérios para a emissão e lançamento de esgoto são estabelecidos pelas legislações estaduais e federais, considerando a qualidade dos corpos d'água e seus principais usos, em áreas de proteção ambiental os requisitos são mais rigorosos. Além disso, para sistemas de coleta, tratamento e disposição final de esgoto em unidades residenciais e núcleos isolados, a Associação

Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) criou normas técnicas devido à baixa probabilidade de poluição, conforme segue:

- A norma técnica NBR 7229/1993, intitulada "Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos" desenvolvida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em 1993, trata dos procedimentos a serem seguidos no planejamento, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.
- A norma NBR 13969/1997, denominada "Tanques Sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes líquidos – Projeto construção e operação," também elaborada pela ABNT em 1997, estabelece diretrizes específicas para a concepção, construção e operação de unidades de tratamento complementar e a disposição final de efluentes líquidos provenientes de tanques sépticos.

Além disso a Portaria 268, datada de 22 de março de 2017, emitida pelo Ministério das Cidades, a qual está relacionada aos programas "Minha Casa Minha Vida" e "Programa Nacional de Habitação Rural." Essa portaria tem como objetivo incentivar a implementação de tecnologias de tratamento de esgoto em áreas isoladas no Brasil (MCMV Rural, 2017).

### **3.7.1 NBR 7229/1993**

A NBR 7229/1993 (ABNT, 1993) especifica as condições para o projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos que incluem o tratamento e disposição de efluentes e lodo sedimentado. Preservar a saúde pública e ambiental, bem como garantir a higiene, o conforto e a segurança dos residentes nas áreas atendidas por esses sistemas, é seu principal objetivo. Esses sistemas são principalmente destinados ao tratamento de esgoto doméstico, mas podem ser aplicados ao esgoto sanitário em situações justificadas. São adequados para áreas que não possuem redes públicas de esgoto ou para situações em que as redes locais possuem declividade ou diâmetro insuficiente. Este método não permite o despejo de



águas pluviais e efluentes, pois podem prejudicar o tratamento ou aumentar o fluxo de esgoto de entrada.

O tamanho do tanque séptico deve levar em consideração o número de usuários, incluindo temporários, e o consumo total de água. Essa estimativa geralmente deve ser aumentada em 80%. Antes de entrar em operação, o tanque séptico deve ser submetido a um teste de estanqueidade, que ocorre após sua saturação por um período mínimo de 24 horas. Os tanques sépticos destinados a atender a áreas remotas devem ser projetados e instalados de acordo com normas específicas. Esses leitos devem estar localizados em altitudes adequadas para permitir que os efluentes líquidos sejam dispostos ou devolvidos aos tanques. O lodo seco pode ser descartado em áreas agrícolas, aterros sanitários ou usinas de compostagem, desde que não utilizados na cultura de alimentos consumidos crus (ABNT, 1993),

### **3.7.2 NBR 13969/1997**

A Norma Técnica NBR 13969/1997 (ABNT, 1997) complementa a seção relacionada ao tratamento e disposição dos efluentes provenientes de tanques sépticos, conforme estabelecido na NBR 7229/1993. Essa norma atualiza, expande e detalha as opções para o tratamento e disposição dos efluentes dos tanques sépticos. Além disso, introduz novas alternativas visando garantir a conformidade da qualidade do efluente em diversas e rigorosas situações, caso seja necessário.

De maneira geral, nos sistemas de tratamento de esgoto, os custos associados à implantação e operação estão diretamente relacionados ao volume de esgoto a ser tratado. Além disso, é uma prática comum que quanto maior a concentração do esgoto, mais simples e eficiente é o processo de purificação. A correta aplicação desta norma proporciona uma alternativa confiável ao sistema de saneamento convencional, contribuindo para o progresso do saneamento básico e para a preservação do meio ambiente (ABNT, 1997).

## 3.8 MANUAIS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ETE EM LOTE

### 3.8.1 Zago e Dusi

De acordo com Zago e Dusi (2017), um Manual de Operação de Tratamento de Esgoto Individualizado com Fossa, Filtro e Sumidouro para o Usuário deve levar em conta:

#### 1. Localização Adequada

Antes de iniciar a construção do sistema de tratamento de esgoto, assegure-se de que o local escolhido respeite as seguintes distâncias mínimas horizontais:

- 1,50m de divisas de terrenos, construções, valas de infiltração e ramal predial de água;
- 3,0m de árvores e redes públicas de abastecimento de água;
- 15,0m de poços de captação de água e de qualquer ponto de acumulação de água (mares, lagos, lagoas, etc.);
- A fossa séptica e o filtro anaeróbio também devem estar a uma distância de 1,50m do sumidouro.

#### 2. Estabilidade Estrutural

Os materiais utilizados nas paredes e tampões devem suportar as cargas horizontais e verticais aplicadas sobre eles, garantindo estabilidade contra veículos, cargas hidráulicas e pressões horizontais de terra.

#### 3. Acessibilidade para Manutenção

Os tampões de fechamento de todo o sistema devem ser acessíveis para manutenção. Caso sejam revestidos com pisos ou outros materiais de revestimento, eles não podem impedir a abertura das tampas.

#### 4. Teste de Estanqueidade

Antes de entrar em funcionamento, a fossa séptica deve ser submetida a um teste de estanqueidade para garantir que não haja vazamentos do efluente.

## **5. Identificação**

A fossa séptica e o filtro anaeróbio devem ser identificados com uma placa de fácil visibilidade contendo as informações do nome do fabricante ou construtor, data de instalação, norma técnica utilizada como referência, número de usuários e intervalo de limpeza. A fossa séptica também deve incluir a temperatura de referência escolhida de acordo com o mês mais frio.

## **6. Limpeza Periódica**

O sistema precisa ser limpo de acordo com o período de projeto. O filtro anaeróbio também deve ser limpo quando ocorrer obstrução no leito filtrante.

## **7. Segurança ao Realizar Operações no Sistema**

Antes de realizar qualquer operação no interior do sistema, as tampas devem permanecer abertas por pelo menos cinco minutos para permitir a saída de gases tóxicos ou explosivos. Devem ser utilizados equipamentos de proteção pessoal, como botas, luvas de borracha e máscara, ao entrar em contato com o lodo durante a limpeza.

## **8. Descarte Adequado**

Os resíduos resultantes da limpeza do sistema de tratamento de esgoto não devem ser lançados em rios, lagos, lagoas ou galerias de águas pluviais. A empresa especializada contratada deve providenciar o devido tratamento e descarte do resíduo, sujeito à aprovação do órgão municipal responsável pelo sistema sanitário da cidade.

Ao seguir estas diretrizes, a operação da estação de tratamento de esgoto descentralizada será segura e eficaz, garantindo ao mesmo tempo a preservação do meio ambiente e a saúde pública.

### **3.8.2 USEPA**

Nos Estados Unidos, a USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) criou um Programa Modelo de Gestão de Sistemas Descentralizados, com o objetivo de apoiar a implementação de um tratamento eficaz e eficiente de águas

residuais em regiões de difícil acesso. A USEPA documentou estudos de caso que apontam os desafios relacionados a sistemas sépticos antigos, subdimensionados ou com mau funcionamento, bem como empreendimentos mais recentes que necessitavam de instalações de tratamento de alto desempenho para proteger recursos hídricos e ambientais existentes. Essas comunidades implementaram medidas de gestão para garantir a operação adequada e a manutenção de diversas tecnologias de tratamento, desde sistemas sépticos simples até unidades avançadas de tratamento agrupado. Foram utilizados recursos tanto do setor público quanto privado para identificar sistemas existentes que apresentavam problemas, para determinar quais tipos de reparos ou substituições eram necessários e planejar como novos sistemas seriam desenvolvidos. A USEPA também fornece informações detalhadas sobre o desenvolvimento de programas de gerenciamento para sistemas individuais e agrupados no Manual de Gerenciamento de Sistemas de Tratamento de Águas Residuais Onsite e Cluster (descentralizado) (USEPA , 2005).

De acordo com a USEPA, a Operação e Manutenção é um aspecto crucial dos sistemas de tratamento de águas residuais, e sua extensão varia com base na complexidade do sistema. Para a maioria dos sistemas, a operação e manutenção inclui a conscientização do usuário sobre insumos que podem afetar os processos de tratamento, como produtos de limpeza fortes, produtos químicos e outros resíduos. Sistemas simples de infiltração de solo por gravidade requerem uma operação e manutenção simplificada, principalmente envolvendo a limitação de insumos para resíduos residenciais regulares, a limpeza de telas/filtros de efluentes e a limpeza periódica do tanque (geralmente a cada 3 a 7 anos). Por outro lado, sistemas com tecnologias avançadas de tratamento e componentes eletromecânicos exigem operação e manutenção mais intensa, como monitoramento de equipamentos, ajuste de processos de tratamento, verificação da qualidade do efluente e manutenção de equipamentos de desinfecção (USEPA, 2005).

Operadores e técnicos de serviço devem ser adequadamente treinados e certificados para os sistemas em que trabalham. Os serviços de manutenção precisam ser registrados e relatados ao programa de gerenciamento para acompanhar o desempenho a longo prazo. A utilização da internet pode melhorar a eficiência do operador e o acompanhamento do desempenho quando se trata de um grande número de sistemas. A operação e a manutenção está intimamente relacionada a

outros elementos do programa, como projeto do sistema, inspeção e monitoramento, gerenciamento de resíduos, requisitos de desempenho e registro e relatórios. A formação e certificação de fornecedores de serviços também são componentes cruciais (USEPA, 2005).

Segundo a USEPA, a Operação e manutenção de SES pode ser implementada por meio de educação para proprietários (para sistemas mais simples), fornecedores de serviços treinados (para sistemas mais complexos) ou entidades de gerenciamento responsáveis para sistemas de propriedade e operação de uma entidade. A abordagem adotada pode variar de básica (materiais educacionais e lembretes de serviço) a intermediária (contratos de manutenção, relatórios e permissões de operação) a avançada (fornecedores de serviços certificados, acesso eletrônico a registros e avaliações de desempenho) (USEPA, 2005).

No condado de Fairfax, Virgínia, as regras de operação e manutenção exigem a limpeza de tanques sépticos a cada cinco anos, com requisitos rigorosos de relatórios e documentação. As principais questões de avaliação envolvem requisitos de operação e manutenção bem definidos, treinamento e certificação de pessoal, relatórios de dados para o programa de gerenciamento e conscientização dos usuários. Em resumo, a operação e a manutenção é um componente crítico dos sistemas de tratamento de águas residuais, com sua extensão dependendo da complexidade do sistema, e envolve treinamento, certificação, relatórios e educação do usuário para garantir processos de tratamento eficazes e eficientes. (USEPA, 2005).

Conforme o EPA, um em cada cinco lares nos Estados Unidos possui sistemas sépticos, e sua manutenção adequada é fundamental. A falta de manutenção adequada pode afetar a saúde da sua família, prejudicar o meio ambiente e resultar em desperdício de dinheiro. A manutenção do sistema séptico se resume a quatro elementos-chave (USEPA, 2005):

- Inspeção e Bombeamento Frequente.
- Uso Eficiente da Água.
- Descarte Adequado de Resíduos.
- Manutenção do Campo de Drenagem.

### **I. Inspeção e Limpeza Frequente:**

- Um sistema séptico residencial médio deve ser inspecionado por um profissional a cada três anos.
- As fossas sépticas residenciais geralmente são limpas a cada três a cinco anos.
- Sistemas alternativos com interruptores de nível elétrico, bombas ou componentes mecânicos devem ser inspecionados com mais frequência, geralmente anualmente.
- Um contrato de serviço é essencial para sistemas alternativos devido às partes mecanizadas.
- A frequência de bombeamento depende do tamanho da casa, do volume de águas residuais geradas e do tamanho da fossa séptica.

### **II. Uso Eficiente da Água:**

- A água usada em casa acaba no sistema séptico, portanto, conservar água melhora o funcionamento do sistema.
- Reduzir o consumo de água ajuda a evitar mau funcionamento do sistema.
- Produtos eletrodomésticos e encanamentos eficientes em termos de água são recomendados.

### **III. Descarte Adequado de Resíduos:**

- O que é descartado no sistema afeta seu desempenho.
- Não descarte produtos inadequados no sistema séptico, como óleo de cozinha, produtos não descartáveis, produtos químicos tóxicos, medicamentos, produtos de higiene, entre outros.
- Produtos tóxicos podem prejudicar o meio ambiente e a saúde pública.

### **IV. Manutenção do Campo de Drenagem:**

- O campo de drenagem é crucial para remover contaminantes da água proveniente da fossa séptica.
- Evite estacionar veículos ou construir sobre o campo de drenagem.

- Mantenha árvores longe do campo de drenagem e evite a instalação de sistemas de drenagem pluvial próximos.

Os Benefícios da Manutenção do Sistema Séptico apontados pela EPA são:

- Economia de dinheiro.
- Proteção do valor da propriedade.
- Saúde da família e vizinhos.
- Proteção do meio ambiente.

Ainda segundo o USEEPA (2023), os sistemas sépticos apresentam problemas devido a projetos inadequados ou manutenção deficiente; alguns sistemas baseados em solo são instalados em locais com solos inadequados, declives excessivos ou alto lençol freático, o que pode causar falhas hidráulicas e contaminação de fontes de água próximas; a falta de manutenção rotineira pode fazer com que sólidos na fossa séptica migrem para o campo de drenagem e causem obstruções no sistema.

De acordo com o USEPA a Manutenção Adequada consiste em (USEPA, 2005):

- A manutenção adequada inclui inspeção regular, com intervalos de 1 a 3 anos, e a limpeza da fossa séptica a cada 3 a 5 anos.
- A frequência de limpeza depende do tamanho da casa, do volume de águas residuais produzidas e do tamanho da fossa.
- Evitar o uso excessivo de água, espalhando a lavagem de roupas durante a semana, e descartar apenas resíduos humanos e papel higiênico no vaso sanitário contribui para a longevidade do sistema.

A USEPA também define alguns sinais comuns que apontam um Sistema Séptico com problemas (USEPA, 2005):

- Retorno de água e esgoto nos encanamentos da casa.
- Drenagem lenta em banheiras, chuveiros e pias.
- Sons de gorgolejo no sistema de encanamento.
- Água parada ou manchas úmidas próximas à fossa séptica ou campo de drenagem.
- Odores de esgoto nas proximidades da fossa séptica.

- Crescimento excessivo de vegetação sobre a fossa séptica.
- Lançamento direto de águas residuais não tratadas na superfície do solo ou em corpos d'água.
- Acúmulo de algas em lagos ou corpos d'água próximos.
- Elevados níveis de nitratos ou bactérias coliformes em águas superficiais ou poços de água potável.

Alguns comportamentos auxiliam na redução de problemas em Sistemas Sépticos, como por exemplo: realizar manutenção regular, incluindo inspeção a cada 1 a 3 anos e limpeza da fossa a cada 3 a 5 anos; evitar o uso excessivo de água e não descartar produtos não biodegradáveis no sistema; não despejar produtos químicos tóxicos ou medicamentos no sistema; consultar um profissional se houver odores de esgoto ou sinais de disfunção; evitar a instalação de sistemas sépticos em áreas inadequadas do solo. A manutenção adequada de sistemas sépticos é crucial para evitar danos, problemas, proteger a saúde pública e preservar a qualidade da água. (USEPA, 2023).

### **3.8.3 Hanoi**

De acordo com Hanoi (2011) a manutenção de equipamentos é uma parte essencial da operação de um sistema de tratamento de águas residuais descentralizado. Essa etapa envolve várias ações destinadas a garantir que todos os componentes do sistema funcionem de maneira eficaz e constante. Isso inclui:

- Verificar se o equipamento está funcionando constantemente: É crucial assegurar que todos os equipamentos estejam operando sem interrupções. Isso envolve monitorar regularmente os dispositivos para evitar falhas inesperadas.
- Controlar as funções do equipamento: A operação adequada dos dispositivos é fundamental para o desempenho geral do sistema. Portanto, o controle constante das funções é essencial.



- Remover depósitos de lodo, se necessário: Em alguns casos, podem se acumular depósitos de lodo nos equipamentos. Esses depósitos devem ser removidos para manter o funcionamento eficiente.
- Realizar a limpeza do equipamento: A limpeza regular é necessária para evitar obstruções e garantir que os componentes do sistema permaneçam livres de sujeira e resíduos.
- Controlar e ajustar as configurações, conforme necessário: As configurações dos equipamentos podem precisar de ajustes periódicos para garantir que estejam operando com eficiência.
- Realizar inspeção do desempenho biológico (análise de parâmetros): A análise de parâmetros é uma parte fundamental da manutenção, permitindo a avaliação do desempenho biológico do sistema.
- Monitorar o ponto de disposição: O ponto de descarga deve ser monitorado para garantir que o efluente esteja sendo descartado adequadamente no meio ambiente.

Ainda segundo Hanoi (2011), além da manutenção de equipamentos, existem procedimentos de rotina que devem ser seguidos para garantir o funcionamento eficaz do sistema de tratamento de águas residuais descentralizado. Esses procedimentos incluem:

- Realizar uma verificação visual semanal: Isso envolve uma inspeção visual cuidadosa de todos os aspectos do sistema, incluindo entradas, saídas, tampas, tanques, tubos de ventilação e outros componentes visíveis.
- Limpar partes mecânicas a cada 3 a 6 meses: A limpeza regular de partes mecânicas ajuda a prevenir obstruções e problemas de funcionamento.

- Realizar verificações funcionais em dispositivos mecânicos e elétricos a cada 6 meses: Os dispositivos mecânicos e elétricos devem ser verificados para garantir que estejam operando corretamente.
- Determinar o nível de lodo periodicamente: A medição do nível de lodo é importante para determinar quando é necessário remover o lodo acumulado.
- Realizar amostragem e análise do efluente: A amostragem e análise do efluente garantem que o tratamento esteja atendendo aos padrões de qualidade da água.
- Remover o lodo a cada 12 meses ou conforme necessário: A remoção regular do lodo é essencial para evitar o acúmulo excessivo nos tanques.
- Realizar verificações de estanqueidade periodicamente: As verificações de estanqueidade garantem que não haja vazamentos ou problemas de vedação nos componentes do sistema.

Esses procedimentos de manutenção de rotina e de equipamentos são essenciais para manter um sistema de tratamento de águas residuais descentralizado em pleno funcionamento e garantir que ele continue a cumprir suas funções de maneira eficaz. É importante seguir essas etapas regularmente para garantir a operação adequada do sistema e prevenir problemas de desempenho (Hanoi, 2011).

#### **3.8.4 Programa Nacional de Saneamento Rural**

Uma figura essencial, chamada de "operador domiciliar", foi criada no âmbito do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). Ele desempenha um papel essencial no sistema de esgotamento sanitário, garantindo o funcionamento eficaz no nível do domicílio. Suas funções abrangem uma série de responsabilidades que incluem a conservação e o uso adequado da infraestrutura instalada, garantindo as boas condições do sistema. O operador domiciliar também assume a

responsabilidade pelo planejamento e controle da qualidade das soluções e serviços relacionados ao esgoto, garantindo a proteção do o meio ambiente e a saúde pública. A contribuição do operador domiciliar estende-se ainda ao pagamento de tarifas previamente acordadas, garantindo a sustentabilidade financeira do sistema e sua capacidade contínua de prestação de serviços de saneamento básico à comunidade (BRASIL, 2018).

O Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) estabelece também a figura do "operador local", que desempenha um papel essencial na eficácia das ações dentro das comunidades isoladas. A escolha do operador local, devidamente capacitado e com apoio da administração municipal, desempenha um papel fundamental na continuidade das iniciativas, mesmo diante das mudanças frequentes na gestão municipal (BRASIL, 2018). As responsabilidades do operador local podem variar de acordo com a tecnologia de esgotamento sanitário usada na comunidade, conforme o PNSR.

No caso de soluções de esgotamento no lote, as funções do operador local incluem instruir e apoiar os usuários e operadores domiciliares no uso das soluções, bem como monitorar regularmente a eficiência e o desempenho dessas soluções. Além disso, executar ações preventivas, manutenções simples e registrar as atividades realizadas são atribuições do operador local (BRASIL, 2018).

O Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) estabelece diretrizes claras para a operação e manutenção das soluções individuais de tratamento de esgoto, envolvendo papéis distintos para o operador domiciliar e o operador local. Essas ações são cruciais para garantir o funcionamento eficiente e a longevidade dessas unidades, bem como para preservar o meio ambiente e a saúde pública.

O operador domiciliar, responsável pela operação no nível residencial, tem um conjunto específico de tarefas. Além de cuidar da infraestrutura instalada em sua propriedade, ele desempenha um papel fundamental na manutenção da área no entorno à unidade. Isso inclui a importante responsabilidade de limpar e manter livres de obstruções as caixas e tubulações que compõem o sistema de tratamento descentralizado. Essa ação é crucial para garantir que o esgoto seja adequadamente direcionado, evitando problemas de refluxo e vazamentos que poderiam comprometer o funcionamento adequado do sistema (BRASIL, 2018).

Por outro lado, o operador local, atuando em nível mais abrangente na comunidade, assume responsabilidades igualmente vitais. Ele é encarregado de monitorar constantemente as condições físicas e estruturais das unidades de tratamento individuais. Isso envolve a avaliação regular da integridade física das instalações para garantir que não haja danos ou desgaste que possam comprometer o funcionamento, bem como o monitoramento contínuo das condições de funcionamento das unidades. Outra tarefa essencial do operador local é a gestão adequada do lodo gerado nas unidades de tratamento, ou seja, a remoção periódica do lodo acumulado, seu tratamento e a destinação final adequada do resíduo (BRASIL, 2018).

## 4 METODOLOGIA

Este estudo utilizou uma metodologia composta por três etapas fundamentais planejadas para atingir os objetivos da pesquisa e responder às questões pertinentes. Essas ações incluem uma abordagem integral que busca entender e avaliar as práticas de operação de sistemas de esgoto em lote a nível local e nacional.

A primeira fase desta abordagem se concentrou na pesquisa bibliográfica de fontes confiáveis. A síntese e a análise de informações de manuais de operação de esgoto, roteiros operacionais e literatura técnica relacionada estão incluídos nisso. O objetivo foi de criar uma base sólida de informações sobre as melhores práticas e padrões para de operação de sistemas de esgoto em lote.

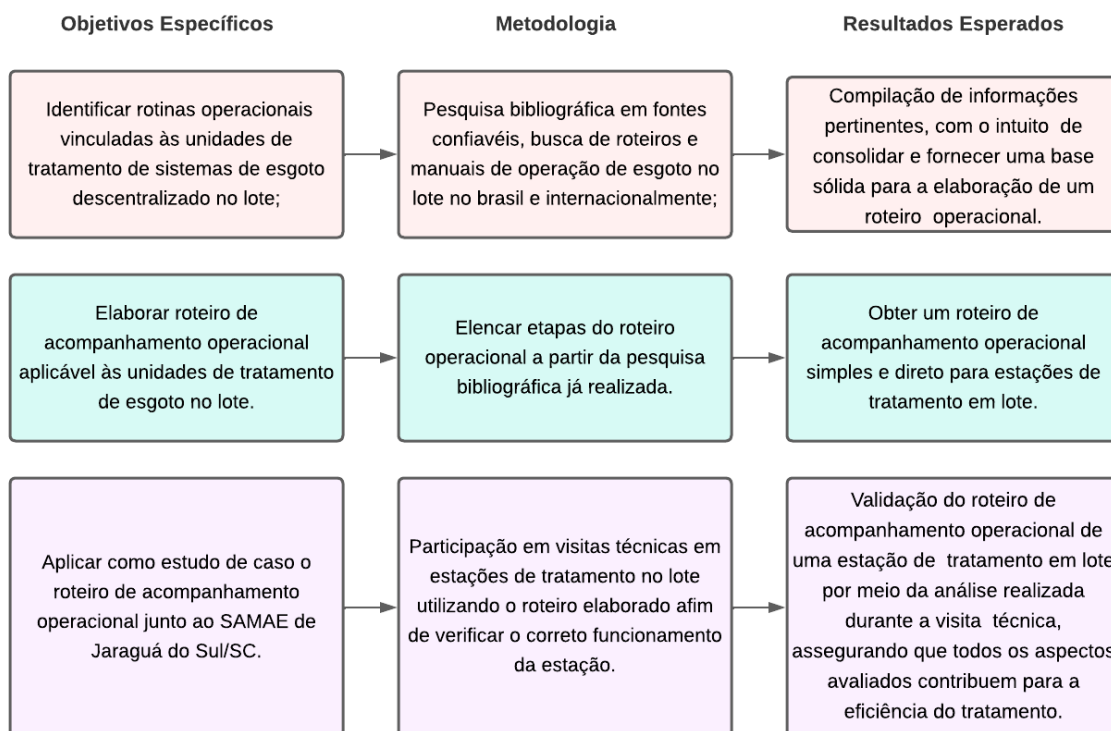
De acordo com a pesquisa bibliográfica, a segunda fase deste estudo envolveu a identificação e classificação das etapas essenciais de um roteiro operacional bem-sucedido. As informações coletadas na etapa anterior serviram de base para a criação desse roteiro, que foi modificado para atender as especificações dos sistemas de esgoto em lote.

A implementação do roteiro operacional criado é a terceira e última etapa do processo metodológico. Isso foi realizado por meio de visitas técnicas em estações de tratamento de esgoto localizadas em lote. Realizou-se um exame do funcionamento real dessas estações durante essas visitas, com ênfase na conformidade com as etapas especificadas no roteiro operacional.

Essa abordagem metodológica abrangente permitiu uma análise completa das operações de sistemas de esgoto em lote. Permitiu, ainda, a compreensão teórica e a validação prática das diretrizes operacionais sugeridas.

As etapas conduzidas neste estudo estão representadas na Figura 1.

**Figura 1 – Matriz Estruturante empregada no estudo.**



**Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.**

#### 4.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Uma das etapas mais importantes de qualquer estudo acadêmico ou científico é realizar uma pesquisa bibliográfica. Ela é fundamental para a validação de argumentos, o embasamento teórico e a construção do conhecimento. A importância de realizar uma pesquisa bibliográfica minuciosa e eficaz neste contexto não pode ser subestimada.

Para começar, qualquer pesquisa é baseada na pesquisa bibliográfica. Ela permite que os pesquisadores compreendam o estado do conhecimento em uma área específica e identifiquem lacunas ou questões que ainda não foram resolvidas. Isso é necessário para determinar a relevância e a originalidade do estudo.

Um princípio fundamental para orientar a pesquisa bibliográfica é a busca de fontes confiáveis. A credibilidade do estudo é diretamente proporcional à confiabilidade das fontes utilizadas. A utilização de fontes confiáveis garante que as informações coletadas sejam precisas, atualizadas e provenientes de especialistas no campo. Artigos técnicos de instituições respeitadas, livros de editoras renomadas,

revistas acadêmicas revisadas por pares e teses/dissertações de universidades reconhecidas são fontes confiáveis.

Algumas das principais fontes utilizadas na pesquisa bibliográfica forma:

- Google Acadêmico
- Site de Periódicos da CAPES
- Material Técnico da UNICAMP
- TCCs Publicados na UFSC
- Arquivos Técnicos da Universidade Federal de Goiás
- FUNASA (Fundação Nacional de Saúde)

A técnica de busca utilizada em plataformas como o Google Acadêmico, o Site de Periódicos da CAPES e outros repositórios acadêmicos, foi baseada na utilização de palavras-chave específicas relacionadas ao assunto da pesquisa, bem como a relevância, a data de publicação e número de citações são considerados para refinar os resultados.

## 4.2 ELABORAÇÃO DE UM ROTEIRO DE ACOMPANHAMENTO OPERACIONAL PARA ESTAÇÕES DE TRATAMENTO EM LOTE

### **Manual Versão 1:**

Este manual compila orientações de Zago e Dusi (2017), USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – 2005), e Hanoi (2011) para fornecer um roteiro abrangente de acompanhamento operacional para unidades de tratamento de esgoto em lote.

A operação e manutenção adequadas de sistemas de tratamento de esgoto descentralizados são cruciais para garantir o seu desempenho eficaz, preservar o meio ambiente e proteger a saúde pública. Este manual oferece um roteiro completo para acompanhar e manter essas unidades, abrangendo aspectos de localização, estabilidade estrutural, acessibilidade, teste de estanqueidade, identificação, limpeza periódica, segurança na realização de operações, e descarte adequado de resíduos, conforme segue:

### **1. Localização Adequada**

Verificar se o local da estação de tratamento está a uma distância horizontal adequada, levar em conta: divisas de terrenos, árvores, poços de captação de água e pontos de acumulação de água.

### **2. Estabilidade Estrutural**

Verificar se a estrutura utiliza materiais que suportem cargas horizontais e verticais, garantindo estabilidade contra veículos, cargas hidráulicas e pressões horizontais de terra. Verificar também se a estrutura não apresenta nenhum sinal de rompimento, de rachadura.

### **3. Acessibilidade para Manutenção**

Verificar se os tampões de fechamento são acessíveis e não impedem a abertura das tampas.

### **4. Identificação**

Verificar se a estrutura é identificada. A fossa séptica e o filtro anaeróbio devem conter informações essenciais, como nome do fabricante, data de instalação, norma técnica de referência, número de usuários e intervalo de limpeza.

### **5. Segurança ao Realizar Operações no Sistema**

Antes de qualquer operação interna, mantenha as tampas abertas por pelo menos cinco minutos para permitir a saída de gases tóxicos ou explosivos. Utilize equipamentos de proteção pessoal durante a limpeza.

### **6. Limpeza Periódica**

Verificar se o sistema foi limpo de acordo com o período de projeto. O filtro anaeróbio também deve ser limpo quando ocorrer obstrução. Verificar o nível do lodo.

### **7. Descarte Adequado**

Verificar se os resíduos da limpeza foram descartados de maneira adequada e não no meio ambiente; o tratamento e descarte adequado pode ser realizado por meio de empresas especializadas.



## **8. Manutenção de Equipamentos**

Verifique se os equipamentos estão funcionando adequadamente e sem interrupções e realizar a limpeza regular dos mesmos.

### **4.3 VISITA TÉCNICA E APLICAÇÃO DO ROTEIRO POR MEIO DE CHECKLIST**

A realização de visitas técnicas de acompanhamento é um passo crucial no processo de avaliação e monitoramento de Estações de Tratamento de Esgoto Descentralizada em lote. Durante essas visitas, um checklist detalhado foi aplicado, verificando os aspectos operacionais da estação. Desde a localização adequada da estrutura até a identificação correta dos componentes, cada detalhe foi minuciosamente analisado. Além disso, a acessibilidade para manutenção, a segurança durante as operações e o descarte apropriado de resíduos foram avaliados com precisão. Essas visitas foram realizadas no município de Jaraguá do Sul/SC e visaram garantir o funcionamento adequado do equipamento de tratamento.

A aplicação rigorosa do checklist durante as visitas técnicas (Quadro 1) teve como objetivo assegurar os padrões estabelecidos, e também serviu como um método sistemático para identificar áreas de melhoria. Cada ponto abordado no checklist representou um elemento importante no funcionamento da estação, desde a estabilidade estrutural até o correto descarte dos resíduos gerados. Ao analisar cada item, foi possível garantir um padrão para a manutenção contínua. Dessa forma, as visitas técnicas e a aplicação cuidadosa do checklist foram passos de grande importância para assegurar que a Estação de Tratamento de Esgoto Descentralizada em lote opere de maneira eficaz, sustentável e em conformidade com todas as diretrizes regulatórias.

## Quadro 1: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Versão 1.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO - CTC  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
ENS7053 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL  
ALUNO: FABRICIO NATAN FISCHER

### AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO OPERACIONAL EM SISTEMA DE ESGOTO DESCENTRALIZADO NO LOTE

Quadro 1: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões levantadas em campo.

Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote	Sim	Não
1. A estação de tratamento está localizada a uma distância adequada das divisas de terrenos, árvores, poços de captação de água e pontos de acumulação de água?		
2. A estrutura da estação utiliza materiais que aparentam suportar cargas horizontais e verticais, garantindo estabilidade contra veículos, cargas hidráulicas e pressões horizontais de terra?		
3. Há sinais visíveis de rompimento ou rachaduras na estrutura?		
4. Os tampões de fechamento são facilmente acessíveis e não impedem a abertura das tampas para manutenção?		
5. A estação de tratamento possui identificação clara contendo informações como nome do fabricante, data de instalação, norma técnica de referência, número de usuários e intervalo de limpeza?		
6. É possível inferir sobre a altura de lodo do Tanque Séptico?		
7. Os equipamentos da estação estão operando de forma contínua e sem interrupções?		

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 2: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões a serem discutidas com os técnicos operadores.

Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote	Sim	Não
1. A estação de tratamento foi limpa de acordo com o período de projeto?		
2. O filtro anaeróbio foi limpo de acordo com o período de projeto?		
3. Ocorreu algum problema de obstrução no sistema?		
4. Os resíduos resultantes da limpeza foram descartados adequadamente e não lançados no meio ambiente?		
5. O tratamento e descarte adequado foram realizados por empresas especializadas?		
6. A limpeza programada dos equipamentos foi realizada?		

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

Após a realização das visitas técnicas e a aplicação do checklist nas Estações de Tratamento de Esgoto Descentralizadas em lote escolhidas, os dados coletados foram compilados e analisados. A discussão dos resultados é vital; durante esse processo, os dados são contextualizados com as melhores práticas e metas de

desempenho. A análise permite identificar problemas, e as conclusões obtidas informam o estado atual da estação e podem orientar a implementação de melhorias necessárias, garantindo assim a operação eficaz e sustentável das Estações de Tratamento de Esgoto Descentralizadas em lote.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 ESTUDO DE CASO: SANEAMENTO RURAL

O projeto de Saneamento Rural do SAMAE em Jaraguá do Sul/SC tem como objetivos primários a ampliação do índice de cobertura dos serviços de tratamento de esgoto no município. A iniciativa visa proteger a captação de água da ETA Sul, responsável por fornecer água potável a aproximadamente 40 mil residentes. Inicialmente, 500 residências, de um cadastro total de cerca de 1.000, foram contempladas (Figura 2).

**Figura 2: Abrangência do Projeto Saneamento Rural - SAMAE**



Fonte: SAMAE, 2023.

Atualmente, o SAMAE coleta e trata 90% do esgoto sanitário na área urbana de Jaraguá do Sul. Embora seja considerado um dos municípios mais avançados em Santa Catarina e no Brasil, existe a demanda para a universalização do serviço, alcançando uma cobertura de 100% (SAMAE, 2023).

A área de abrangência do projeto inclui 1.000 residências, com a expectativa de atender 3.170 pessoas, considerando uma média de 3,17 habitantes por moradia, de acordo com dados do IBGE. A população rural estimada de Jaraguá do Sul,

segundo o IBGE de 2018, é de 12.886 habitantes. Dessa forma, o projeto engloba aproximadamente 25% da população rural do município (SAMAE, 2023).

A escolha por sistemas de tratamento no lote, em vez de sistemas coletivos como nos centros urbanos, se deve principalmente ao alto custo desses sistemas coletivos em áreas rurais, aliado à baixa densidade populacional e à grande distância entre as propriedades, tornando economicamente inviável a implementação de um sistema de tratamento coletivo. A solução mais viável foi determinada: oferecer um modelo completo para o tratamento de esgoto na área rural. Isso inclui não apenas fornecer o sistema mais adequado, mas também garantir uma instalação adequada, manutenção adequada e, além disso, revisar a estrutura tarifária para cobrança do serviço, visando sua sustentabilidade a longo prazo (SAMAE, 2023).

O SAMAE de Jaraguá do Sul propõe um sistema inovador para o tratamento individual de esgoto sanitário, visando facilitar a vida dos moradores e promover a sustentabilidade ambiental (Figura 3). O sistema proposto apresenta diversas vantagens, incluindo facilidade de instalação e manuseio, sendo fabricado em Polietileno com pesos de 30Kg e 45Kg, garantindo total estanqueidade (SAMAE, 2023). Além disso, o sistema está em conformidade com as Normas Brasileiras para Tanques Sépticos (NBR 7229/83 e 13.969/97) e possui uma longa durabilidade, assegurando eficiência a longo prazo.

A aprovação do modelo pela Vigilância Sanitária de Jaraguá do Sul é um marco importante, possibilitando a obtenção do HABITE-SE e Licença Ambiental, se necessário, para as propriedades onde o sistema será instalado. O processo licitatório foi conduzido de forma criteriosa, dividido em duas etapas: aquisição dos conjuntos para o tratamento individual de esgoto sanitário e contratação de uma empresa para a instalação dos sistemas (SAMAE, 2023).

Figura 3: Projeto Saneamento Rural – SAMAE Jaraguá do Sul/SC



Fonte: SAMAE, Jaraguá do Sul – SC – 2023.

A empresa vencedora da licitação, Fibratec, ofereceu um preço unitário significativamente reduzido em relação ao preço de referência, representando uma economia de quase 22%. Além disso, a empresa vencedora acompanhou e capacitou a empresa H&G, que foi escolhida para realizar a instalação dos sistemas individuais de tratamento de esgoto. A instalação dos sistemas envolve diversos elementos, incluindo retroescavadeira, caminhão toco, encanador com auxiliar, tubulação de entrada e saída, e disposição final adequada do material retirado da escavação. O custo total de instalação e equipamentos foi calculado em R\$ 2.894,50 por conjunto. Após a instalação de 480 conjuntos, o custo total foi de R\$ 3.364,75 por conjunto (SAMAE, 2023).

O processo de instalação é conduzido individualmente para cada cliente, envolvendo uma ordem de serviço específica. Caso o morador não possua cadastro no SAMAE, um cadastro é realizado, incluindo a coleta de resíduos sólidos e a participação no Projeto Saneamento Rural. Para manter a eficiência do sistema de tratamento, é essencial realizar a limpeza anualmente (Figura 4). O SAMAE oferece o serviço de limpeza por meio da locação de um caminhão hidrovácuo, sendo cobrada uma Tarifa Básica Operacional (TBO) de R\$ 21,16 por mês, que será incluída no

boleto juntamente com a tarifa do lixo. Esse sistema inovador não apenas promove o tratamento eficiente do esgoto sanitário, mas também simplifica a vida dos moradores, garantindo uma solução sustentável e eficaz para o saneamento rural em Jaraguá do Sul (SAMAE, 2023).

Figura 4: Cadastro Usuário do Sistema Individual de Tratamento - SAMAE



**FICHA DE CADASTRO PARA SERVIÇO DE TRATAMENTO INDIVIDUAL DE ESGOTO SANITARIO**

NOME DO TITULAR:	
CPF:	
ENDEREÇO:	

O titular acima descrito adere de forma integral ao serviço de tratamento individual de esgoto sanitário e tarifação conforme aprovação da ARIS (Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento).

NÚMERO DE ECONOMIAS:	<input type="checkbox"/> Residencial	<input type="checkbox"/> Comercial
DATA DE VENCIMENTO:		

Confirmo os dados acima:

\_\_\_\_\_ ASSINATURA DO TITULAR

\_\_\_\_\_ ASSINATURA DO ATENDENTE (SAMAE-JARAGUA DO SUL)

Jaraguá do Sul, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

**PROTOCOLO DE CADASTRAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO:**  
 O Senhor (a) \_\_\_\_\_ encontra-se cadastrado para a prestação de serviço de tratamento individual de esgoto sanitário e recebeu informações referentes a tarifação do serviço. Jaraguá do Sul, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

Rua Ervino Mesquita, 478 – Água Verde – Jaraguá do Sul/SC  
[www.samae.com.br/](http://www.samae.com.br/) (47) 2106-9100



Fonte: SAMAE, Jaraguá do Sul – SC – 2023.



Após 15 meses da instalação dos sistemas de tratamento de esgoto no lote, foram realizadas análises nas saídas dos equipamentos para avaliar sua eficácia. Os resultados revelaram o seguinte quadro (SAMAE, 2023).

- Na Amostra 01, a concentração de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) foi de 197 mg/L, com uma eficiência na remoção de 34%.
- Na Amostra 03, a DBO foi medida em 77 mg/L, indicando uma eficiência na remoção de 74%.
- Na Amostra 04, a DBO foi de 48,6 mg/L, apresentando uma eficiência de 84% na remoção dos poluentes.
- Na segunda Amostra 04, a DBO foi de 93 mg/L, mostrando uma eficiência na remoção de 69%.

Considerando esses resultados, a eficiência média dos sistemas de tratamento individual de esgoto foi calculada em 65% na remoção da carga de esgoto. Isso implica que aproximadamente 124 mil litros de esgoto sanitário bruto deixam de ser despejados no Rio Jaraguá diariamente, contribuindo significativamente para a preservação do meio ambiente (SAMAE, 2023).

No entanto, durante a implementação do projeto, várias dificuldades foram encontradas, como acesso às propriedades, infiltração de água devido à umidade do terreno, e desafios relacionados à instalação das fossas e filtros. Além disso, questões como a resistência do material das fossas ao peso do aterro vazio e a compactação adequada foram enfrentadas pelos moradores (SAMAE, 2023).

Diante dessas adversidades, uma nova etapa do projeto está em curso. Estudos estão sendo realizados para adquirir conjuntos de fossa e filtro mais eficientes e duráveis. A possibilidade de substituição do material está sendo considerada, visando um sistema mais robusto que possa enfrentar os desafios encontrados durante a operação e garantir uma solução de tratamento de esgoto eficaz e sustentável para as comunidades locais (SAMAE, 2023).



## 5.2 REUNIÃO COM TÉCNICO DA SAMAE (JARAGUÁ DO SUL) APRESENTANDO O ROTEIRO OPERACIONAL E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS

Durante a visita técnica de apresentação realizada no SAMAE de Jaraguá do Sul (Figura 5), teve-se a oportunidade de apresentar a temática do TCC, ao mesmo tempo em que foi possível conhecer o sistema de saneamento rural implementado pela instituição. Durante a reunião, diversos pontos cruciais foram discutidos, fornecendo informações de grande importância para pesquisa.

**Figura 5 : Reunião sobre o projeto com equipe da SAMAE – Jaraguá do SUL**



**Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.**

Um dos principais problemas identificados no sistema era a falta de manutenção adequada da caixa de gordura por parte dos moradores. Foi ressaltado que esses dispositivos devem ser limpos periodicamente para garantir seu funcionamento eficaz. Além disso, o local de instalação do sistema deve ser em uma área livre de movimento, uma vez que o sistema não suporta cargas, como veículos, que poderiam comprometer sua integridade estrutural.


Foi destacado que a fossa utilizada no sistema é 100% estanque, o que impede a entrada de raízes, aumentando sua durabilidade e eficácia. Em relação à manutenção, foi informado que o sistema é submetido a manutenção uma vez por ano, garantindo seu desempenho contínuo. Curiosamente, as informações técnicas sobre o sistema são detidas pela companhia de água e não pelos moradores das residências onde os sistemas estão instalados. A companhia de água é responsável

pela execução da manutenção periódica, assegurando que os sistemas operem de forma eficiente ao longo do tempo.

O SAMAE ainda não considera o tratamento rural com esses dispositivos para o cálculo do índice de atendimento ao esgotamento sanitário no município.

Durante a reunião, a versão preliminar do checklist de avaliação e monitoramento de estações de tratamento de esgoto em lote foi apresentada, esta sofreu algumas alterações para atender melhor o sistema (Figura 6).

**Figura 6: Checklist preliminar apresentada a equipe da SAMAE para discussão**


 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
 CENTRO TECNOLÓGICO - CTC  
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
 ENS7053 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ENGENHARIA  
 SANITÁRIA E AMBIENTAL  
 ALUNO: FABRÍCIO NATAN FISCHER

**AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO OPERACIONAL EM SISTEMA DE ESGOTO DESCENTRALIZADO NO LOTE**

**Quadro 1: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões levantadas em campo.**

Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote	Sim	Não
1. A estação de tratamento está localizada a uma distância adequada das divisas de terrenos, árvores, poços de captação de água e pontos de acumulação de água?	X	
2. A estrutura da estação utiliza materiais que aparentam suportar cargas horizontais e verticais, garantindo estabilidade contra veículos, cargas hidráulicas e pressões horizontais de terra?		X
3. Há sinais visíveis de rompimento ou rachaduras na estrutura?		X
4. Os tampões de fechamento são facilmente acessíveis e não impedem a abertura das tampas para manutenção?	X	
5. A estação de tratamento possui identificação clara contendo informações como nome do fabricante, data de instalação, norma técnica de referência, número de usuários e intervalo de limpeza?	Sim	
6. É possível inferir sobre a altura de lodo do Tanque Séptico?	X	
7. Os equipamentos da estação estão operando de forma contínua e sem interrupções?		*

Fonte: Elaborado pelo Autor.

*Interrupções por Graalup.*

**Quadro 2: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões a serem discutidas com os técnicos operadores.**

Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote	Sim	Não
1. A estação de tratamento foi limpa de acordo com o período de projeto?	X	
2. O filtro anaeróbio foi limpo de acordo com o período de projeto?	X	
3. Ocorreu algum problema de obstrução no sistema?		
4. Os resíduos resultantes da limpeza foram descartados adequadamente e não lançados no meio ambiente?	X	
5. O tratamento e descarte adequado foram realizados por empresas especializadas?	X	
6. A limpeza programada dos equipamentos foi realizada?	X	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

A partir dos comentários e da discussão realizada, a checklist sofreu alguns ajustes para atender melhor o sistema onde será testada. O checklist atualizada se encontra nos quadros 2 e 3.

**Quadro 2: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões levantadas em campo.**

<b>Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
1. A estação de tratamento está localizada a uma distância adequada das divisas de terrenos, árvores, poços de captação de água e pontos de acumulação de água?		
2. A estrutura da estação utiliza materiais que aparentam suportar cargas horizontais e verticais, garantindo estabilidade contra veículos, cargas hidráulicas e pressões horizontais de terra?		
3. Há sinais visíveis de rompimento ou rachaduras na estrutura?		
4. Os tampões de fechamento são facilmente acessíveis e não impedem a abertura das tampas para manutenção?		
5. É possível inferir sobre a altura de lodo do Tanque Séptico?		
6. A limpeza periódica da caixa de gordura foi realizada pelos moradores?		
7. Os equipamentos da estação estão operando de forma contínua e sem interrupções?		

**Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.**

**Quadro 3: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões a serem discutidas com os técnicos operadores.**

<b>Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
1. A estação de tratamento foi limpa de acordo com o período de projeto?		
2. O filtro anaeróbio foi limpo de acordo com o período de projeto?		
3. Ocorreu algum problema de obstrução no sistema?		
4. Os resíduos resultantes da limpeza foram descartados adequadamente e não lançados no meio ambiente?		
5. O tratamento e descarte adequado foram realizados por empresas especializadas?		
6. A estação de tratamento possui identificação clara contendo informações como nome do fabricante, data de instalação, norma técnica de referência, número de usuários e intervalo de limpeza?		
7. Os moradores recebem algum tipo de treinamento ?		
8. A limpeza programada dos equipamentos foi realizada?		


**Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.**



### 5.3 APLICAÇÃO DO ROTEIRO ELABORADO EM UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DESCENTRALIZADO EM LOTE

No dia 8 de novembro de 2023, em parceria com o SAMAE de Jaraguá do Sul, foram conduzidas visitas técnicas a quatro sistemas de saneamento rural instalados. O propósito dessas visitas foi a aplicação de um checklist de acompanhamento operacional, visando avaliar o desempenho e a eficácia dos sistemas individuais de tratamento de esgoto (Figura 7). Essa iniciativa busca não apenas analisar o estado atual dessas infraestruturas, mas também identificar possíveis áreas de aprimoramento e otimização do sistema.

**Figura 7: Checklist aplicada – Visita 01**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO - CTC  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
ENS7053 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL  
ALUNO: FABRICIO NATAN FISCHER

**AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO OPERACIONAL EM SISTEMA DE ESGOTO DESCENTRALIZADO NO LOTE**

**Quadro 1: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões levantadas em campo.**

Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote	Sim	Não
1. A estação de tratamento está localizada a uma distância adequada das divisas de terrenos, árvores, poços de captação de água e pontos de acumulação de água?	✓	
2. A estrutura da estação utiliza materiais que aparentam suportar cargas horizontais e verticais, garantindo estabilidade contra veículos, cargas hidráulicas e pressões horizontais de terra?		✓
3. Há sinais visíveis de rompimento ou rachaduras na estrutura?		✓
4. Os tampões de fechamento são facilmente acessíveis e não impedem a abertura das tampas para manutenção?	✓	
5. É possível inferir sobre a altura de lodo do Tanque Séptico?	✓	
6. A limpeza periódica da caixa de gordura foi realizada pelos moradores?	✓	
7. Os equipamentos da estação estão operando de forma contínua e sem interrupções?	✓	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

**Quadro 2: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões a serem discutidas com os técnicos operadores.**

Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote	Sim	Não
1. A estação de tratamento foi limpa de acordo com o período de projeto?	✓	
2. O filtro anaeróbio foi limpo de acordo com o período de projeto?	✓	
3. Ocorreu algum problema de obstrução no sistema?		✓
4. Os resíduos resultantes da limpeza foram descartados adequadamente e não lançados no meio ambiente?	✓	
5. O tratamento e descarte adequado foram realizados por empresas especializadas?	✓	
6. A estação de tratamento possui identificação clara contendo informações como nome do fabricante, data de instalação, norma técnica de referência, número de usuários e intervalo de limpeza?	✓	
7. Os moradores recebem algum tipo de treinamento ?		✓
8. A limpeza programada dos equipamentos foi realizada?	✓	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

Na visita técnica realizada no primeiro sistema de saneamento rural, composto por caixa de gordura, tanque séptico e filtro anaeróbio, o processo de limpeza foi conduzido de maneira eficaz com a utilização de um caminhão hidrovácuo. Este equipamento permitiu a sucção controlada de parte do lodo presente no sistema, com a ressalva de evitar o esvaziamento completo dos tanques para prevenir o risco de rompimento estrutural. O sistema se encontrava instalado em local apropriado, sem apresentar sinais de ruptura, e o acesso aos tampões de fechamento foi fácil. Durante a visita, observou-se que o sistema operava de forma contínua, sem interrupções (Figura 8).

**Figura 8: Operação de limpeza sendo executada e visão geral do sistema - 01**



**Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.**


Embora o material do sistema não suporte cargas, foi adequadamente instalado para garantir a segurança estrutural. A limpeza periódica da caixa de gordura foi realizada pelos próprios moradores dessa residência. Contudo, os moradores não receberam treinamento específico para operar o sistema, incluindo a caixa de gordura, indicando uma área potencial para aprimoramento no engajamento e capacitação dos usuários finais. Todos os resíduos provenientes da limpeza de operação dos sistemas de saneamento rural visitados foram destinados à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), reforçando práticas ambientalmente responsáveis.



Um aspecto relevante identificado nesta visita foi a presença das informações técnicas essenciais sobre o sistema, incluindo o nome do fabricante, a data de instalação e a norma técnica de referência.

Na segunda visita técnica, o sistema de saneamento rural apresentava operação adequada (Figura 9). Um ponto crucial a ser destacado é que esse sistema instalado a mais tempo, utilizava um material mais resistente, capaz de suportar melhor cargas em comparação ao sistema mais recente. Nesse caso o sistema se encontra submerso, indicando uma capacidade estrutural superior. A impossibilidade de uma verificação visual completa devido à submersão não permitiu avaliar a presença de sinais de rachaduras. Contudo, a terra ao redor do sistema estava seca, sugerindo a ausência de vazamentos (Figura 10). A família que recebeu o sistema optou por criar uma horta sobre o sistema, indicando que, se o sistema for suficientemente resistente, pode ser integrado de maneira harmoniosa ao ambiente residencial.

**Figura 9: Checklist aplicada – Visita 02**


 CENTRO TECNOLÓGICO - CTC  
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
 ENS7053 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ENGENHARIA  
 SANITÁRIA E AMBIENTAL  
 ALUNO: FABRICIO NATAN FISCHER

**AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO OPERACIONAL EM SISTEMA DE ESGOTO DESCENTRALIZADO NO LOTE**

☉

**Quadro 1: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões levantadas em campo.**

Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote	Sim	Não
1. A estação de tratamento está localizada a uma distância adequada das divisas de terrenos, árvores, poços de captação de água e pontos de acumulação de água?	✓	
2. A estrutura da estação utiliza materiais que aparentam suportar cargas horizontais e verticais, garantindo estabilidade contra veículos, cargas hidráulicas e pressões horizontais de terra?	✓	
3. Há sinais visíveis de rompimento ou rachaduras na estrutura?	—	
4. Os tampões de fechamento são facilmente acessíveis e não impedem a abertura das tampas para manutenção?	✓	
5. É possível inferir sobre a altura de lodo do Tanque Séptico?	✓	
6. A limpeza periódica da caixa de gordura foi realizada pelos moradores?		✓
7. Os equipamentos da estação estão operando de forma contínua e sem interrupções?	✓	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

**Quadro 2: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões a serem discutidas com os técnicos operadores.**

Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote	Sim	Não
1. A estação de tratamento foi limpa de acordo com o período de projeto?	✓	
2. O filtro anaeróbio foi limpo de acordo com o período de projeto?	✓	
3. Ocorreu algum problema de obstrução no sistema?		✓
4. Os resíduos resultantes da limpeza foram descartados adequadamente e não lançados no meio ambiente?	✓	
5. O tratamento e descarte adequado foram realizados por empresas especializadas?	✓	
6. A estação de tratamento possui identificação clara contendo informações como nome do fabricante, data de instalação, norma técnica de referência, número de usuários e intervalo de limpeza?	—	
7. Os moradores recebem algum tipo de treinamento ?		✓
8. A limpeza programada dos equipamentos foi realizada?	✓	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

Uma peculiaridade desta visita foi a não localização da caixa de gordura na residência. A moradora não conseguiu informar à equipe onde o equipamento foi instalado, assim a limpeza foi realizada apenas no tanque séptico e no filtro anaeróbio. Ao contrário do primeiro sistema, este não possuía uma etiqueta com informações como nome do fabricante e data de instalação. No entanto, esses dados estão registrados no sistema de informações do SAMAE, para garantir a rastreabilidade e a manutenção eficaz do sistema.


**Figura 10: Operação de limpeza sendo executada no sistema - 02**



**Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.**

Na terceira visita técnica, conduzida de maneira análoga as anteriores, o sistema de saneamento rural foi novamente limpo com o auxílio do caminhão hidrovácuo, e encontrava-se operando de maneira adequada (Figura 11). Este sistema também é mais antigo e é constituído do material mais resistente, ou seja, suporta melhor as cargas quando comparado ao sistema mais recente. O sistema visitado 03 também é submerso, indicando uma capacidade estrutural mais robusta. Entretanto, isso impossibilitou uma verificação visual completa em busca de sinais de rachaduras. Avaliando as proximidades, ao entorno do sistema não foram encontrados indícios de vazamentos .

**Figura 11: Checklist aplicada – Visita 03**


 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
 ENS7053 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ENGENHARIA  
 SANITÁRIA E AMBIENTAL  
 ALUNO: FABRICIO NATAN FISCHER

**03**

**03**

**AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO OPERACIONAL EM SISTEMA DE ESGOTO DESCENTRALIZADO NO LOTE**

**Quadro 1: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões levantadas em campo.**

Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote	Sim	Não
1. A estação de tratamento está localizada a uma distância adequada das divisas de terrenos, árvores, poços de captação de água e pontos de acumulação de água?	✓	
2. A estrutura da estação utiliza materiais que aparentam suportar cargas horizontais e verticais, garantindo estabilidade contra veículos, cargas hidráulicas e pressões horizontais de terra?	✓	
3. Há sinais visíveis de rompimento ou rachaduras na estrutura?	—	
4. Os tampões de fechamento são facilmente acessíveis e não impedem a abertura das tampas para manutenção?	✓	
5. É possível inferir sobre a altura de lodo do Tanque Séptico?	✓	
6. A limpeza periódica da caixa de gordura foi realizada pelos moradores?	✓	
7. Os equipamentos da estação estão operando de forma contínua e sem interrupções?	✓	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

**Quadro 2: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões a serem discutidas com os técnicos operadores.**

Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote	Sim	Não
1. A estação de tratamento foi limpa de acordo com o período de projeto?	✓	
2. O filtro anaeróbio foi limpo de acordo com o período de projeto?	✓	
3. Ocorreu algum problema de obstrução no sistema?		✓
4. Os resíduos resultantes da limpeza foram descartados adequadamente e não lançados no meio ambiente?	✓	
5. O tratamento e descarte adequado foram realizados por empresas especializadas?	✓	
6. A estação de tratamento possui identificação clara contendo informações como nome do fabricante, data de instalação, norma técnica de referência, número de usuários e intervalo de limpeza?	—	
7. Os moradores recebem algum tipo de treinamento ?		✓
8. A limpeza programada dos equipamentos foi realizada?	✓	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

**Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.**

Nesse sistema a caixa de gordura foi localizada e limpa pela equipe de operação, juntamente com o tanque séptico e o filtro anaeróbio. A caixa de gordura estava localizada de forma a garantir o fácil acesso e já havia sido limpa pelos moradores em outros momentos. Devido ao fato do sistema estar submerso, não foi localizada a etiqueta contendo informações como nome do fabricante e data de instalação, mas essas informações estão registradas no sistema do SAMAE (Figura 12).



**Figura 12: Operação de limpeza sendo executada no sistema - 03**



**Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.**

Na visita técnica número 4, o sistema de saneamento rural estava localizado em um local adequado. Contudo, é crucial destacar que a estrutura desse sistema não é resistente a cargas horizontais e verticais, exigindo instalação e operação cuidadosas. Apesar de não apresentar sinais visíveis de rompimento ou rachaduras, o acesso fácil aos tampões facilita a manutenção do sistema (Figura 13).

Um problema identificado foi a falta de limpeza da caixa de gordura pelos moradores, resultando em um entupimento do dispositivo. Agravando a situação, os moradores realizaram uma modificação no sistema, conectando a tubulação diretamente sem passar pela caixa de gordura. Essa prática pode causar danos significativos ao sistema. Portanto, evidencia-se a necessidade urgente de fornecer treinamento ou minicursos para os moradores, orientando sobre o sistema e as medidas apropriadas em caso de problemas.

Devido à obstrução na caixa de gordura, o sistema não estava operando de forma contínua e sem interrupções. Após reparos, o sistema foi restabelecido e voltou a operar conforme esperado. Todos os resíduos resultantes da coleta pelo caminhão hidrovácuo foram devidamente tratados em Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). Essa experiência ressalta a importância da educação dos moradores para

garantir o correto funcionamento e a preservação do sistema de saneamento rural (Figura 14).

**Figura 13: Checklist aplicada – Visita 04**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO - CTC  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
ENS7053 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ENGENHARIA  
SANITÁRIA E AMBIENTAL  
ALUNO: FABRICIO NATAN FISCHER

04  
AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO OPERACIONAL EM  
SISTEMA DE ESGOTO DESCENTRALIZADO NO LOTE

Quadro 1: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões levantadas em campo.

Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote	Sim	Não
1. A estação de tratamento está localizada a uma distância adequada das divisas de terrenos, árvores, poços de captação de água e pontos de acumulação de água?	✓	
2. A estrutura da estação utiliza materiais que aparentam suportar cargas horizontais e verticais, garantindo estabilidade contra veículos, cargas hidráulicas e pressões horizontais de terra?		✓
3. Há sinais visíveis de rompimento ou rachaduras na estrutura?		✓
4. Os tampões de fechamento são facilmente acessíveis e não impedem a abertura das tampas para manutenção?	✓	
5. É possível inferir sobre a altura de lodo do Tanque Séptico?	✓	
6. A limpeza periódica da caixa de gordura foi realizada pelos moradores?		✓
7. Os equipamentos da estação estão operando de forma contínua e sem interrupções?		✓

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 2: Checklist de acompanhamento para as visitas técnicas – Questões a serem discutidas com os técnicos operadores.

Checklist - Operação Estação de tratamento de esgoto descentralizada em lote	Sim	Não
1. A estação de tratamento foi limpa de acordo com o período de projeto?	✓	
2. O filtro anaeróbio foi limpo de acordo com o período de projeto?	✓	
3. Ocorreu algum problema de obstrução no sistema?	✓	
4. Os resíduos resultantes da limpeza foram descartados adequadamente e não lançados no meio ambiente?	✓	
5. O tratamento e descarte adequado foram realizados por empresas especializadas?	✓	
6. A estação de tratamento possui identificação clara contendo informações como nome do fabricante, data de instalação, norma técnica de referência, número de usuários e intervalo de limpeza?	✓	
7. Os moradores recebem algum tipo de treinamento ?		✓
8. A limpeza programada dos equipamentos foi realizada?	✓	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

A partir das quatro visitas técnicas realizadas nos sistemas de saneamento rural em parceria com o SAMAE, diversas observações cruciais foram identificadas. A importância da localização apropriada do sistema, a necessidade de cuidados específicos na instalação e operação, além da resistência dos materiais empregados nos sistemas são pontos que devem ser destacados. A falta de manutenção por parte dos moradores, evidenciada pela obstrução da caixa de gordura em um dos sistemas, reforça a urgência na implementação de programas de educação ambiental como aulas ou cartilhas contendo informações sobre o sistema são de grande importância para garantir que o sistema realmente funcione da maneira esperada. As intervenções



realizadas pelos moradores, como a modificação indevida de tubulações, sublinham a necessidade de orientação contínua. A coleta, tratamento e destino adequado dos resíduos demonstraram ser processos eficientes.

**Figura 14: Operação de limpeza sendo executada e visão geral do sistema - 04**



**Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.**

#### 5.4 PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS PARA O SISTEMA ANALISADO

O aprimoramento dos sistemas de tratamento de esgoto descentralizado em lotes é de grande importância para assegurar a eficácia, durabilidade e sustentabilidade dessas infraestruturas, garantindo o saneamento adequado e a preservação do meio ambiente. A proposição de melhorias visa otimizar a operação dos sistemas, e também busca fortalecer a resiliência frente a desafios futuros, garantindo um ambiente saudável para as comunidades atendidas. Ao identificar áreas de aprimoramento, pode-se aperfeiçoar a eficiência operacional, promover a participação ativa dos moradores e assegurar a conformidade com as melhores práticas, consolidando assim o sucesso a longo prazo dessas iniciativas.

## Melhorias Propostas para o Sistema de Saneamento Rural:

- **Programa Educacional Continuado:**
  - Desenvolver e implementar um programa educacional abrangente para os moradores, fornecendo informações detalhadas sobre os sistemas, suas operações e práticas adequadas de manutenção.
  - Incluir treinamentos práticos para capacitar os moradores na realização de tarefas básicas de manutenção e solução de problemas, como por exemplo a limpeza da caixa de gordura.
  
- **Sinalização e Identificação:**
  - Implementar uma estratégia de sinalização eficaz nos sistemas, incluindo etiquetas visíveis com informações essenciais, como nome do fabricante, data de instalação, normas técnicas e instruções de manuseio. É uma espécie cartilha manual para operação.
  
- **Avaliação de Resistência dos Materiais:**
  - Realizar estudos para avaliar e, se necessário, aprimorar a resistência dos materiais utilizados nos sistemas, especialmente em áreas sujeitas a cargas significativas.
  
- **Incentivo à Manutenção Regular:**
  - Estabelecer um sistema de incentivos para encorajar a manutenção regular por parte dos moradores, como descontos na tarifa de saneamento para aqueles que mantêm a caixa de gordura de acordo com as diretrizes.
  
- **Aprimoramento da Comunicação:**
  - Estabelecer canais eficazes de comunicação entre os moradores e o SAMAE para relatar problemas, agendar manutenção e receber orientações, utilizando tecnologias como aplicativos móveis e plataformas online (Figura 15).

Figura 15: Modelo de aplicativo de acompanhamento para o sistema de tratamento de esgoto descentralizado em lote



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

É essencial que os moradores sejam educados ambientalmente sobre os sistemas de saneamento rural por meio de um programa educacional continuado (Figura 16). O treinamento prático ajudaria as pessoas a adquirir as habilidades básicas de manutenção, diminuindo sua dependência de intervenções externas, principalmente as manutenções rotineiras de limpeza da caixa de gordura por exemplo. A sinalização eficaz dos sistemas garante que dados importantes estão disponíveis, o que facilita a identificação e compreensão por parte dos moradores.

Figura 16: Modelo de cartilha educativa para a população que recebe o tratamento



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

## 6 CONCLUSÃO

A efetividade do saneamento adequado é um fator de grande importância para a preservação ambiental e para saúde pública. A dualidade entre os sistemas de tratamento de esgoto centralizados e descentralizados se apresenta como uma solução versátil, sendo o segundo modal particularmente relevante em áreas rurais ou de difícil acesso. Para garantir que esses sistemas operem da forma esperada, sua construção e sua operação devem ser realizadas de maneira eficiente seguindo as normas técnicas vigentes. A implementação de manuais detalhados, e de esforços contínuos em educação ambiental para a população, visam garantir a manutenção adequada e a eficácia do tratamento.

O estudo de caso do SAMAE em Jaraguá do Sul/SC ressalta a importância de tais iniciativas. A implementação do tratamento descentralizado em lote no município, embora ainda em estágio inicial, já demonstra significativos benefícios ambientais. Se o sistema de tratamento de esgoto descentralizado em lote for construído e operado de maneira adequada, conforme a normas técnicas vigentes, a eficiência média dos sistemas pode atingir até 65% na remoção de DBO. No Brasil a concentração da DBO adotada é de 54 gramas/habitante por dia, logo se considerar-se a população total atendida pelo projeto realizado na cidade de Jaraguá do Sul/SC (3.170 pessoas) ter-se-ia 171,18 kg de DBO sendo gerados por dia, porém com o tratamento de esgoto descentralizado em lotes, apenas 59,91 kg chegariam nos cursos de água e ao solo. Caso esse tratamento atinja toda população rural do município (12.886 pessoas segundo o IBGE, 2018), cerca de 452,3 kg de DBO deixam de contaminar os cursos d'água e o solo do município.

Neste contexto, o roteiro de operação simplificado é uma ferramenta essencial, oferecendo não apenas orientação técnica, mas também um recurso educacional. Os usuários devem ser conscientizados da importância de manutenção regular e operação segura. Para que os sistemas funcionem de acordo com as normas técnicas e cumpram seus objetivos de preservação ambiental e promoção da saúde pública, é necessário investir em programas de educação ambiental e implementar medidas de acompanhamento e fiscalização.

## 7 REFERÊNCIAS

ABC Saneamento básico rural - guia prático. Embrapa Meio Ambiente, 2014.

Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128259/1/ABC-Saneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf> . Acesso em: 02 mai. 2023.

ABNT. NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997

ABNT. NBR 7229: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

BARROS, Rodrigo. "Conheça a história do saneamento básico e tratamento de água e esgoto." Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/historia-saneamento-basico-e-tratamento-de-agua-e-esgoto/> Acesso em: Acesso em setembro de 2023.

BRASIL, Trata Brasil – Saneamento é Saúde. (2023). Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/>. Acesso em: setembro de 2023.

BRK Ambiental. (2020). Saneamento Básico no Brasil: Conheça os Números das Regiões do País. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/saneamento-basico-no-brasil/>. Acesso em agosto de 2023.

D'Oliveira, R. (2020). Reflexões sobre o novo marco regulatório do saneamento básico. Disponível em: <https://epbr.com.br/reflexoes-sobre-o-novo-marco-regulatorio-do-saneamento-basico-por-rafael-daudt-doliveira/>. Acesso em outubro de 2023.

EOS Consultores. (2020). Principais pautas da lei do saneamento básico. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/lei-do-saneamento-basico/>. Acesso em outubro de 2023.



FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Apoio à Gestão dos Sistemas de Saneamento Básico (2022). Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/apoio-a-gestao-dos-sistemas-de-saneamento-basico>. Acesso em agosto de 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Manual de Orientações Técnicas para Elaboração de Propostas para o Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares –FUNASA (2014) E-book. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_orientacoes\\_tecnicas\\_programa\\_melhorias\\_sanitarias\\_ambientais.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_orientacoes_tecnicas_programa_melhorias_sanitarias_ambientais.pdf). Acesso em setembro de 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Manual de Orientações Técnicas para Elaboração e Apresentação de Propostas e Projetos para Sistemas de Esgotamento Sanitário. Brasília, DF: Funasa: (2017). E-book .Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/-/asset\\_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/manual-de-orientacoes-tecnicas-para-elaboracao-e-apresentacao-de-propostas-e-projetos-para-sistemas-de-esgotamento-sanitario?inheritRedirect=false](http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/-/asset_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/manual-de-orientacoes-tecnicas-para-elaboracao-e-apresentacao-de-propostas-e-projetos-para-sistemas-de-esgotamento-sanitario?inheritRedirect=false). Acesso em setembro de 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Manual de Saneamento. Brasília, DF:Funasa. (2015). E-book. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/506>. Acesso em setembro de 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Operação e manutenção de tanques sépticos-lodo: manual de boas práticas e disposição do lodo acumulado em filtros plantados 80 com macrófitas e desinfecção por processo térmico. Brasília, DF: Funasa (2014). E-book. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/operacao\\_manutencao\\_tanques\\_septicos\\_lodo\\_manual\\_praticas.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/operacao_manutencao_tanques_septicos_lodo_manual_praticas.pdf). Acesso em setembro de 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Política e Plano Municipal de 92 Saneamento Básico: convênio Funasa/Assemae. 2. ed. Brasília, DF: Funasa (2014). E-book. Disponível em:

<[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_plano\\_municipal\\_saneamento\\_basico\\_2\\_ed.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_plano_municipal_saneamento_basico_2_ed.pdf)>. Acesso em setembro de 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Saneamento para Promoção de Saúde. (2017). Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/saneamento-para-promocao-da-saude>>. Acesso em setembro de 2023.

GARRIDO, Juliana et al. Estudo de modelos de gestão de serviços de abastecimento de água no meio rural no Brasil: Parte I. Brasília: Banco Mundial, 2016. 112 p. (Séria ÁguaBrasil #13). Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/378901479099282672/pdf/Parte-I.pdf>. Acesso em setembro de 2023.

LANDAU, Elena Charlotte; MOURA, Larissa (Ed.). Variação geográfica do saneamento básico no Brasil em 2010: domicílios urbanos e rurais. Brasília: Embrapa, 2016. 975 p. Disponível em: <https://encurtador.com.br/dAQ56>. Acesso em agosto de 2023.

LIBRALATO, Giovanni; GHIRARDINI, Annamaria Volpi; AVEZZÙ, Francesco. To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management. *Journal Of Environmental Management*, (2012). Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.07.010>>. Acesso em setembro de 2023.

MARQUES, I. S. (2017). TECNOLOGIAS DE BAIXA COMPLEXIDADE OPERACIONAL EM SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO: oportunidades e desafios para municípios baianos de pequeno porte. Disponível em: [https://maasa.ufba.br/sites/maasa.ufba.br/files/49\\_tecnologias\\_de\\_baixa\\_complexidade\\_operacional\\_em\\_sistemas\\_de\\_esgotamento\\_sanitario\\_oportunidades\\_e\\_desafios\\_para\\_municipios\\_baianos\\_de\\_pequeno\\_porte.pdf](https://maasa.ufba.br/sites/maasa.ufba.br/files/49_tecnologias_de_baixa_complexidade_operacional_em_sistemas_de_esgotamento_sanitario_oportunidades_e_desafios_para_municipios_baianos_de_pequeno_porte.pdf). Acesso em outubro de 2023.

MARTINETTI, Thais Helena; TEIXEIRA, Bernardo Arantes do Nascimento; SHIMBO, Ioshiaqui. Pesquisa-ação participativa para execução de sistema de tratamento local

de efluentes sanitários residenciais sustentável: caso do assentamento rural Sepé - Tiaraju. Ambiente Construído, Porto Alegre, (2009). Disponível em: < <https://livrozilla.com/doc/1337529/programa-oficial-do-congresso-miolo-web.ps>>. Acesso em setembro de 2023.

MASSOUD, May A.; TARHINI, Akram; NASR, Joumana A.. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. Journal Of Environmental Management, (2009). Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.07.001>>. Acesso em setembro de 2023.

Matté, E. (2021). Estudo sobre a governança de sistemas de tratamento de esgoto no lote em municípios da microrregião da AMAUC/SC. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/228111>. Acesso em junho de 2023.

Ministry of Construction – Hanoi. (2011). MANUAL ON OPERATION AND MAINTENANCE OF DECENTRALIZED WASTE WATER TREATMENT PLANTS. Disponível em: <https://www.wes-med.eu/wp-content/uploads/2022/06/RW-5-REG-2022.06.09-OM-Handbook.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

ONU. Organização das Nações Unidas. Relatório A/HRC/33/49 da Assembleia Geral das Nações Unidas. Relatório do Relator Especial sobre o direito humano à água potável segura e ao esgotamento sanitário. 21 pg. 2016.

PEREIRA, Luciane Dusi et al. Uma visão sobre a gestão do esgotamento sanitário no Brasil. Ignis, Caçador, v. 9, n. 1, p. 1-24, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ignis/article/view/2339>. Acesso em junho de 2023.

SAMAE. Saneamento Rural (2023). Material fornecido pela companhia.

SAMPAIO, Américo de Oliveira. Editorial. Revista Dae. São Paulo, p. 3-3. set. 2011.

SANEAMENTO BÁSICO RURAL. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Departamento de Articulação e Cooperação Federativa, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/semanario-2/2021-09-16.pdf/view> . Acesso em setembro de 2023.

SERAFIM, Milena P.; DIAS, Rafael de B.. Tecnologia social e tratamento de esgoto na área rural. In: COSTA, Adriano Borges (Org.). Tecnologia social e políticas públicas. São Paulo: Instituto Polis (2013). Disponível em: <<https://polis.org.br/wp-content/uploads/2014/08/2061.pdf>>. Acesso em setembro de 2023.

SILVA, Bárbarah Brenda. As relações de gênero e o saneamento: um estudo de caso envolvendo três comunidades rurais brasileiras. Dissertação de mestrado. 2017.

Silva, F., Ribeiro, H., & Borges, A. (2012). Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 16(9), 1011-1018. Disponível em: <https://www.fecfau.unicamp.br/~saneamentorural/wp-content/uploads/2018/11/Livro-Tratamento-de-Esgotos-Dom%C3%A9sticos-em-Comunidades-Isoladas-ilovepdf-compressed.pdf>. Acesso em agosto de 2023.

SUPREMA. Estudo técnico visando diagnosticar a situação dos recursos hídricos destinados à exploração de água no município de Holambra-SP, compatibilizando alternativas entre disponibilidades e demandas hídricas (Projeto águas de Holambra), (2013): Disponível em: <<https://silo.tips/download/agencia-das-bacias-pc-j-200>> Acesso em setembro de 2023.

Tonetti, et. Al. Tratamento de Esgotos Domésticos em Comunidades Isoladas: referencial para a escolha de soluções. (2018). Disponível em: <https://www.fecfau.unicamp.br/~saneamentorural/wp-content/uploads/2018/11/Livro-Tratamento-de-Esgotos-Dom%c3%a9sticos-em-Comunidades-Isoladas-ilovepdf-compressed.pdf>. Acesso em setembro de 2023.

United States Environmental Protection Agency (EPA). (2005). Handbook for Managing Onsite and Clustered (Decentralized) Wastewater Treatment Systems. Disponível em: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/20017K2G.PDF?Dockey=20017K2G.PDF>. Acesso em outubro de 2023.

United States Environmental Protection Agency (EPA). (2023). Septic System Care and Maintenance. Disponível em: <https://www.epa.gov/septic/septic-system-care-and-maintenance>. Acesso em outubro de 2023.

VAN LIER, Jules B; LETTINGA, Gatzke. Appropriate technologies for effective management of industrial and domestic waste waters: the decentralised approach. *Water Science and Technology*, [s. l.], v. 40, n. 7, p. 171–183, 1999.

VON SPERLING, Marcos. Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. Disponível em: <[https://www.academia.edu/39149408/Introdu%C3%A7%C3%A3o\\_%C3%A0\\_qualidade\\_das\\_%C3%A1guas\\_e\\_ao\\_tratamento\\_de\\_esgotos](https://www.academia.edu/39149408/Introdu%C3%A7%C3%A3o_%C3%A0_qualidade_das_%C3%A1guas_e_ao_tratamento_de_esgotos)>. Acesso em maio de 2023.

WHO/UNICEF. What do safely managed sanitation services mean for UNICEF programmes?. Wash Discussion paper, 2020. Disponível em: <https://www.unicef.org/media/91321/file/2020-DP3-UNICEF-SMSS-Discussion-Paper.pdf>. Acesso em setembro de 2023.

Zago, M., & Dusi, L. Tratamento de Esgoto por Fossa Séptica e Unidades Complementares: Estudo de Caso na Cidade de Fraiburgo-SC. *Ignis | Caçador*, 6(2), 95-114. (2017). Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiFj-r8y\\_GAAxVerpUCHWSQAGg4ChAWegQIGRAB&url=https%3A%2F%2Fperiodicos.uniarp.edu.br%2Findex.php%2Fignis%2Farticle%2Fdownload%2F1414%2F711%2F5251&usg=AOvVaw1kBUaIYjrl2LfJ9nBBzZT\\_&opi=89978449](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiFj-r8y_GAAxVerpUCHWSQAGg4ChAWegQIGRAB&url=https%3A%2F%2Fperiodicos.uniarp.edu.br%2Findex.php%2Fignis%2Farticle%2Fdownload%2F1414%2F711%2F5251&usg=AOvVaw1kBUaIYjrl2LfJ9nBBzZT_&opi=89978449). Acesso em agosto de 2023.