

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

Marina Victória da Silva Souza

Análise sobre a geração e capacidade de transporte de subprodutos de sistemas de esgotamento sanitário no lote: Estudo de caso em Florianópolis.

Florianópolis
2022

Marina Victória da Silva Souza

Análise sobre a geração e capacidade de transporte de subprodutos de sistemas de esgotamento sanitário no lote: Estudo de caso em Florianópolis.

Trabalho 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/Licenciado em Engenharia Sanitária e Ambiental. Orientador: Me. Alexandre Bach Trevisan. Coorientador: Eng. Vinicius Raghianti

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Souza, Marina Victoria da Silva

Análise sobre a geração e capacidade de transporte de subprodutos de sistemas de esgotamento sanitário no lote : Estudo de caso em Florianópolis / Marina Victoria da Silva Souza ; orientador, Alexandre Bach Trevisan Trevisan, coorientador, Vinicius Ternero Ragghianti, 2022.

74 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em , Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. . 2. tratamento individual de esgoto. 3. fossa séptica. 4. lodo de tanque séptico. 5. Manifesto de Transporte de Resíduos. I. Trevisan, Alexandre Bach Trevisan. II. Ragghianti, Vinicius Ternero . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em . IV. Título.

Marina Victória da Silva Souza

Análise sobre a geração e capacidade de transporte de subprodutos de sistemas de esgotamento sanitário no lote: Estudo de caso em Florianópolis.

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental e aprovado em sua forma final pelo Curso Engenharia Sanitária e Ambiental.

Florianópolis, 18 de março de 2022.

Prof^a. Maria Elisa Magri, Dr^a.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Alexandre Bach Trevisan, Me.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Fábio Castagna da Silva, MBA.
Avaliador
Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina

Eng. Vinicius Ternerero Ragghianti
Avaliador
ECHOA Engenharia S/S Ltda

Dedico este trabalho aos meus irmãos mais novos Lucas, Tiago, João e Maria, para que nunca desistam dos seus sonhos e, mais importante, nunca deixem de acreditar.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço imensamente a Universidade Federal de Santa Catarina e suas políticas de permanência, as quais fazem jus ao nome. Foi graças ao apoio financeiro da instituição que eu consegui permanecer na universidade estudando um curso de período integral. Agradeço a Pró reitoria de assuntos estudantis por se fazer presente e atenciosa.

Agradeço também a duas pessoas que fizeram possível a realização de um sonho que foi se formar em uma universidade, ainda mais federal! A D. Emília que, desde quando eu trabalhava e estudava para passar no vestibular, sempre auxiliou a mim e a minha família. Pessoa querida e de coração gigante a quem sou afortunada de ter a amizade. Sempre preocupada comigo e me ajudando em tudo que podia.

Agradeço também a D. Marli, a qual considero como uma mãe e quem me ajudou muito desde a adolescência. Pessoa maravilhosa, de alegria cativante, que torna melhor a vida de todos a sua volta. Ter você em minha vida foi um presente pra mim.

A minha amiga, Débora, com quem dividi por muito tempo as mesas de estudo, as listas de exercício, os desesperos pré-prova, as ótimas risadas, as conversas profundas e, mais importante, agradeço pela sua amizade sincera e pela pessoa que você é. Saiba que você tornou meu tempo na universidade muito mais feliz. Te admiro muito. Tenho certeza que se tornará uma excelente engenheira.

Agradeço muito a minha namorada, Marina Carpes, com quem tenho a sorte de compartilhar minha vida e as últimas fases da graduação. Hoje eu me sinto capaz de muito mais graças ao seu apoio. Obrigada por sempre acreditar em mim e saiba que eu também acredito muito em você, pois sei o quão incrível você é.

Agradeço a Letícia do IMA que foi tão solícita ao me esclarecer dúvidas e tão prestativa ao gerar os relatórios os quais embasaram parte da pesquisa.

Ao Fábio do IMA agradeço por me conceder informações essenciais na realização deste trabalho.

Agradeço a eng. Thauana por ter me dado a oportunidade de aprender tanto colaborando em seus projetos. Você é uma profissional admirável a quem me espelho e espero encontrar em outros momentos da vida.

RESUMO

As fossas sépticas (FS), utilizadas há mais de cem anos, hoje constituem a principal solução individual de tratamento de esgoto doméstico empregada, por ser uma tecnologia simples, compacta, eficaz e de baixo custo. Em Florianópolis 1/3 das residências não são atendidas por coleta e tratamento de esgoto, utilizando-se, assim, dessa solução. Porém, muitas vezes, a gestão desses sistemas, a qual consiste na limpeza periódica da FS, é ignorada, tendo como consequência o comprometimento da qualidade ambiental e dos recursos hídricos. Uma das etapas cruciais da cadeia de serviços ligadas a gestão dos sistemas individuais para garantir seu bom funcionamento compreende o transporte dos subprodutos gerados pelo tratamento – o lodo de FS – geralmente realizados por caminhões limpa-fossa (CLF). Dessa forma, busca-se com esse trabalho analisar a capacidade da cidade de Florianópolis em oferecer esse serviço com a premissa de que todas as residências usuárias de FS fazem a limpeza periódica de seus sistemas. Para isso, foi calculada a quantidade de CLP necessários para atender a cidade através da planilha *Interactive Septage Management Toolkit* da plataforma web FSM Toolbox, onde o resultado foi comparado com a quantidade disponível desses veículos registrados na cidade e devidamente licenciados. Utilizou-se como dados principais a Tabela 1394 do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), que, entre outros, fornece o tipo de esgotamento sanitário por residência. Além disso, foram analisados relatórios gerados dentro do sistema de Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), nos quais obteve-se o montante de lodo de fossa séptica gerado por pessoa jurídica. O estudo demonstrou que Florianópolis possui potencial para transportar todo o resíduo de fossa séptica gerado tanto pelas residências quando pelos estabelecimentos comerciais que fazem o uso desse sistema. A planilha da FSM Toolbox se mostrou uma ferramenta simples e eficaz para o objetivo proposto. O MTR pode se tornar uma ferramenta para auxiliar no controle da destinação do lodo, bem como na administração das limpezas de FS no município.

Palavras-chave: tratamento individual de esgoto, fossa séptica, lodo de tanque séptico, transporte de lodo, MTR.

ABSTRACT

The Septic tanks (FS) are used for over a hundred years and are today the main individual solution for treating domestic sewage because it is a simple, compact, effective, and low-cost technology. In Florianópolis 1/3 of the residences are not served by sewage collection and treatment, thus using this solution. However, these systems' management which consists of the FS periodic cleaning is often ignored, leading to the consequent environmental quality and water resources compromise. One of the essential steps in the service chain is linked to the individual system's operation to ensure their treatment comprises the by-products generated transport – the septage – maintained by clean tank trucks (CLT). Therefore, this paper aims to analyze Florianópolis' ability to offer this service with the premise that all residences with FS do the systems cleaning periodically. For this purpose, the CLT amount needed to serve the city was calculated through the Interactive Septage Management Toolkit spreadsheet of the FSM Toolbox web platform thereon the obtained result was compared with the registered in the city and duly licensed vehicles available quantity. The IBGE Automatic Recovery System (SIDRA) table 1394 was used as the principal data source which among other information provides data on sanitary sewage per residence type. In addition, generated reports within the Waste Transport Manifest (MTR) system of the Santa Catarina Environmental Institute (IMA) were analyzed, whereby septage generated amount by legal person obtained. The study demonstrated Florianópolis has the potential to transport all the septage generated by both residences and commercial establishments that use this system. The FSM Toolbox spreadsheet proved to be a simple and effective tool for the proposed objective. The MTR can become a tool to assist in controlling the septage disposal as well as municipality FS cleaning administration.

Keywords: individual sewage treatment, septic tank, septage, septage transport, MTR.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema Individual.	21
Figura 2 - Exemplo de caixa de gordura de alvenaria.	22
Figura 3 - Funcionamento geral da fossa séptica.....	23
Figura 4 - Esquema de tratamento complementar.	24
Figura 5 - Tratamento complementar com filtro anaeróbio.....	25
Figura 6 - Exemplo de sumidouro de concreto.....	26
Figura 7 - Cadeia de serviço na gestão do lodo de FS.	28
Figura 8 - Caminhão limpa fossa.....	30
Figura 9 - Sucção dos lodos da FS.	30
Figura 10 - Fluxo do processo do MTR convencional	34
Figura 11- Fluxo do processo do MTR Romaneio.....	37
Figura 12 - Interface do Sistema de Controle de MTR de Minas Gerais.	38
Figura 13 - Interface do Sistema de Controle de MTR do Rio Grande do Sul.....	38
Figura 14 - Campos a serem preenchidos para emissão do MTR Romaneio.....	39
Figura 15 - Exemplo de MTR Romaneio emitido pelo transportador.....	40
Figura 16 - Área de estudo: Florianópolis.	45
Figura 17 - Fluxograma da metodologia.....	44
Figura 18 - Interface da plataforma de consultas IMA.....	47
Figura 19 - Interface da planilha: aba 1.....	51
Figura 20 - Interface da planilha: aba 2.....	52
Figura 21 - Tipos de Esgotamento Sanitário em Florianópolis.....	53
Figura 22 - Destinação dos resíduos transportados por veículos limpa-fossa em Florianópolis.....	63
Figura 23 - Lodo transportado com MTR na cidade de Florianópolis.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tempo de trânsito estimado dos limpa-fossas	58
Tabela 2 - Resultados para o volume de lodo a ser transportado	59
Tabela 3 - Prestadoras de serviço de limpa-fossa registradas em Florianópolis.....	60

LISTA DE SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CASAN Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CDF Certificado de Destinação Final
CLP Caminhões Limpa Fossa
DBO Demanda Bioquímica de Oxigênio
DMR Declaração de Movimentação de Resíduos
DQO Demanda Química de Oxigênio
ETE Estação de Tratamento de Esgoto
FCE Formulário Integrado de Caracterização do Empreendimento
FS Fossa Séptica
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PROSAB Programa de Pesquisa de Saneamento Básico
IMA Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
MTR Manifesto de Transporte de Resíduos
PLANSAB Plano Nacional de Saneamento Básico
PMISB Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico
PNSB Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
SI Sistema Individual de Tratamento de Esgoto Doméstico
TS Tanque Séptico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo Geral	15
1.1.2	Objetivos Específicos	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO	16
2.2	MODAIS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	18
2.3	TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO EM LOTE	20
2.3.1	Caixa de gordura	21
2.3.2	Fossa Sépticas	22
2.3.3	Tratamento complementar do efluente de fossa séptica.....	24
2.3.4	Disposição final do efluente de fossa séptica	26
2.4	GESTÃO DO LODO DE FOSSA SÉPTICA.....	28
2.4.1	Contenção	28
2.4.2	Esvaziamento e transporte	29
2.4.3	Tratamento e Disposição final.....	31
2.5	MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS (MTR)	32
2.5.1	Responsabilidade dos agentes na movimentação dos resíduos.....	33
2.5.2	Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e Declaração de Movimentação de Resíduos – DMR	34
2.5.3	Emissão do MTR.....	34
2.5.4	MTR Romaneio	35
2.5.5	Emissão do MTR Romaneio	36
2.5.6	MTR em Santa Catarina	41
3	METODOLOGIA	44
3.1	COLETA DE DADOS	46

3.1.1	Censo Demográfico do IBGE.....	46
3.1.2	Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina - IMA.....	47
3.1.3	Revisão do PMISB	48
3.2	ESTIMATIVA DO TRANSPORTE DO LODO DE FOSSA SÉPTICA.....	49
3.2.1	Calculo do lodo gerado.....	49
3.2.2	Cenários avaliados.....	50
3.2.3	FSM Toolbox: Planilha interativa de gestão de fossas séptica.....	50
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTAMENTO DE FLORIANÓPOLIS.....	53
4.1.1	Panorama a partir de dados do IBGE	53
4.1.2	Situação do esgotamento sanitário	55
4.1.3	Gestão dos sistemas de tratamento individuais de esgoto sanitário	56
4.2	TRANSPORTE DO LODO DE FOSSAS SÉPTICAS	57
4.2.1	Contenção e volume de lodo a ser removido	57
4.2.2	Capacidade necessária de transporte	58
4.2.3	Prestadoras de serviço de limpa-fossa	59
4.2.4	Transporte de lodo de fossa séptica com MTR	61
4.2.5	Destino final dos resíduos de fossas sépticas	63
5	CONCLUSÃO	65
6	RECOMENDAÇÕES.....	66
	REFERÊNCIAS.....	67

1 INTRODUÇÃO

O esgotamento sanitário é um dos serviços de saneamento que mais necessita de análises e propostas de soluções, principalmente para a conservação dos recursos hídricos. O déficit de coleta e tratamento de esgotos nas cidades brasileiras tem resultado em uma parcela significativa de carga poluidora chegando aos corpos d'água, o que vêm causando implicações negativas a qualidade ambiental (ANA, 2017).

Dados do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico (PMISB) de Florianópolis, mostram que na cidade o índice atual de cobertura de rede de esgoto é de 68%. Dessa forma, 32% do tratamento de esgoto domiciliar é realizado de forma individual, sem a existência de um cadastro atualizado que permita quantificar e qualificar o tipo de tratamento nestes locais e se há destinação final adequada do resíduo gerado, o que contribui para muitas irregularidades no tratamento em lote (FLORIANÓPOLIS, 2021).

O sistema de tanque séptico (TS) é um processo de tratamento de esgotos em lote bastante difundido devido ao baixo custo e a facilidade de instalação e operação. Este sistema é popularmente chamado de fossa séptica (FS), termo que será adotado ao longo do trabalho. O Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB (BRASIL, 2019) classifica a solução individual por sistema de FS como atendimento adequado de esgotamento sanitário, assim como a rede de coleta pública de esgotos com tratamento centralizado.

Muitos sistemas individuais de tratamento de esgoto doméstico (SI) apresentam mal funcionamento, seja por estarem mal dimensionados, não receberem a manutenção correta ou não compreenderem todas as fases necessárias ao tratamento. Isso pode implicar a poluição dos ecossistemas, gerando maus odores, contaminação de mananciais e balneabilidade imprópria. Devido à falta de controle, fiscalização e orientação técnica pela concessionária ou pela prefeitura, estas irregularidades são comuns nas áreas onde não há rede pública coletora. (FLORIANÓPOLIS, 2021).

Uma das etapas cruciais da cadeia de serviços ligadas a gestão dos sistemas individuais para garantir seu bom funcionamento compreende o transporte dos subprodutos gerados pelo tratamento – o lodo de FS – geralmente realizados por

caminhões limpa-fossa (CLF). Porém, esse serviço precisa ser controlado e monitorado, pois a gestão incorreta desses resíduos pode acarretar em sérios problemas ambientais.

Nos estados do Rio Grande do Sul e Minas Gerais, já está sendo utilizado, através do MTR Romaneio, o Sistema Online do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) para o controle da geração, tratamento e/ou disposição final do lodo de fossa doméstica. Conforme a Portaria nº280 de 2020, o sistema MTR é de uso obrigatório em todo o país para os geradores de resíduos sujeitos à elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Porém, para fossas sépticas de origem doméstica o manifesto é dispensável. Por isso, é necessário elaborar uma legislação específica para esse resíduo, como é o caso dos estados de RS e MG, o qual faz uso do MTR Romaneio, utilizado exclusivamente para transporte de lodo de FS doméstica.

Para que a FS opere da forma esperada, é necessário fazer limpezas e manutenções periódicas, que devem ser realizadas por empresas especializadas que tenham compromisso com a destinação correta do lodo.

Dado esse contexto, o presente trabalho busca analisar a capacidade de transporte do lodo de fossa séptica com limpezas programadas na cidade de Florianópolis através de caminhões limpa-fossa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar capacidade de transporte programado do lodo de fossa séptica gerado na cidade de Florianópolis.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar os tipos de soluções individuais de esgotamento doméstico existentes em Florianópolis;
- Verificar a disponibilidade de caminhões limpa-fossa licenciados para atender Florianópolis;

- Estimar a geração de lodo por tratamentos individuais de esgoto doméstico em Florianópolis;
- Estimar a quantidade necessária de veículos limpa-fossa para transporte dos subprodutos dos sistemas de fossa séptica atualmente em Florianópolis;
- Analisar o montante de lodo de fossas sépticas de estabelecimentos comerciais transportados com MTR em Florianópolis;
- Identificar as oportunidades de se implementar um mecanismo de gestão dos subprodutos originados dos tratamentos de esgoto doméstico em lote em Florianópolis.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO

A Política Nacional de Saneamento Básico representada pela Lei nº 11.445, de janeiro de 2007 define a universalização como “ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico, [...] incluídos o tratamento e a disposição final adequados dos esgotos sanitários”. A universalização do acesso e efetiva prestação do serviço de saneamento básico é o primeiro princípio fundamental da referida Lei (Art. 2º, inciso I).

Erradicar a desigualdade no acesso ao serviço e vencer o desafio da universalização do saneamento básico no Brasil é de responsabilidade das diferentes esferas governamentais. A própria Constituição Federal (BRASIL, 1988) estabeleceu como responsabilidade da União, Estados, Distrito Federal e Municípios promover, dentre outros, a melhoria das condições de saneamento básico (art. 23, inciso IX).

A Política Nacional de Saneamento Básico estabelece que a União elaborará o Plano Nacional de Saneamento Básico, atualmente conhecido como PLANSAB, o qual deve conter “os objetivos e metas nacionais e regionalizadas, de curto, médio e longo prazos, para a universalização dos serviços de saneamento básico e o alcance de níveis crescentes de saneamento básico [...]”.

Já no âmbito municipal, desde 2014, existência de plano de saneamento básico, elaborado pelo titular dos serviços, é condição para o acesso a recursos

federais destinados aos serviços de saneamento básico (BRASIL, 2007). Dessa forma, o plano municipal de saneamento básico (PMSB) se tornou referência no desenvolvimento de cada cidade, estabelecendo diretrizes para o saneamento básico e fixando metas de cobertura e atendimento com os serviços de água, coleta e tratamento do esgoto doméstico.

A existência de saneamento básico é indispensável para a qualidade de vida, pois implica diretamente num meio ambiente equilibrado, na saúde e no bem-estar da população. Porém, o acesso a esse serviço ainda é limitado e está intimamente relacionado ao perfil de renda dos consumidores, onde as pessoas com renda mais alta possuem maior acesso aos serviços de saneamento. Os investimentos necessários para se atingir a universalização quanto ao esgotamento sanitário estão acima da capacidade do setor, os quais necessitam recursos federais, estaduais, municipais e privados (VENSON; RODRIGUES; CÂMARA, 2015).

A universalização se torna ainda mais difícil conforme a população sem acesso aos serviços de saneamento se encontra em áreas rurais ou em periferias e áreas de urbanização informal e precária. Parte substancial dos investimentos em saneamento é proveniente do setor público, sendo muito onerosos e por vezes pouco lucrativos, especialmente se feito em pequena escala. Com isso, há uma acentuada concentração espacial no acesso ao esgotamento sanitário, principalmente nas localidades altamente urbanizadas e mais desenvolvidas, devido às economias de escala (IPEA, 2006).

Apesar do aumento significativo na oferta desse serviço nas últimas décadas, ainda é necessário ampliar o acesso da população que se localiza em áreas mais isoladas, especialmente nos extratos de renda mais baixos. Visto isso, um dos objetivos da Política Federal de Saneamento Básico é “priorizar planos, programas e projetos que visem à implantação e à ampliação dos serviços e das ações de saneamento básico nas áreas ocupadas por populações de baixa renda, incluídos os núcleos urbanos informais consolidados”. Ainda, nessa referida Lei, a instituição das tarifas, preços públicos e taxas para os serviços de saneamento básico observará a ampliação do acesso desses cidadãos aos serviços.

A Lei nº 14.026 de julho de 2020, a qual atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico e traz questões a respeito da regulamentação do saneamento básico no Brasil, dá a ANA a responsabilidade de estabelecer normas de referência

sobre a regulação tarifária dos serviços públicos de saneamento básico, as quais estabelecerão os mecanismos de subsídios para as populações de baixa renda, a fim de possibilitar a universalização dos serviços.

Além disso, pela referida lei, em áreas ocupadas predominantemente por população de baixa renda, o serviço público de esgotamento sanitário inclui conjuntos sanitários e solução para a destinação de efluentes para as residências desprovidas dessas infraestruturas, sendo realizado pela prefeitura ou por concessionário (Art. 3º-B, Parágrafo único).

Dessa forma, nota-se que para se atingir a universalização é de extrema importância que se atinja as classes sociais mais pobres, que muitas vezes não são contempladas por esgotamento sanitário público e nem possuem apoio técnico e financeiro para o fazer de forma individual.

2.2 MODAIS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Composto majoritariamente por água (99,9%), os esgotos domésticos possuem 0,1% de impurezas sólidas orgânicas e inorgânicas e patógenos, as quais conferem ao efluente um potencial de poluição dos corpos hídricos e de transmissão de doenças, que justificam a necessidade de tratamento (ÁVILA, 2005; VON SPERLING, 2005).

O esgotamento sanitário pode ser classificado em dois tipos. O modal centralizado, também chamado de sistemas coletivos ou dinâmicos, é composto por tubulações que coletam e transportam o esgoto dos imóveis até uma estação de tratamento preferencialmente distante do gerador. Já o modal descentralizado, conhecido ainda como sistema estático, individual, em lote ou local, é quando a contenção e o tratamento são realizados próximos de onde o esgoto é gerado (PMF, 2018; TAE, 2021).

O tipo de tratamento de esgoto escolhido pelo município depende do perfil da cidade em questão. Alguns municípios, por exemplo, encontram dificuldades na contratação de profissionais com conhecimento técnico para operação de sistemas de tratamento complexos, como é o caso da maioria dos tratamentos centralizados, o que pode influenciar negativamente no desempenho desses sistemas (PEREIRA et al., 2020; TAE, 2021).

Enquanto isso, os sistemas de tratamento de esgoto descentralizados, por serem menos complexos, de simples operação e manutenção, pode-se adotar tecnologias com menor demanda de mão de obra com alta qualificação (TAE, 2021). Geralmente são utilizados para locais com baixa densidade populacional, devido a sua simplicidade e efetividade em termos de custos, contemplando residências unifamiliares ou unidades de habitação multifamiliares.

O modal centralizado, amplamente utilizado para tratamento de grandes volumes de esgoto, correspondente a áreas altamente urbanizadas e de elevada densidade populacional. Por isso, esse sistema exige grandes instalações com técnicas avançadas de tratamento com áreas significativas para instalação da estação e investimentos financeiros igualmente elevados (TAE, 2018).

Tendo em vista que muitas vezes são necessárias indenizações por desapropriações de terrenos e criação de áreas de servidão, o processo de implantação da rede pode se tornar ainda mais caro e burocrático, sem contar que muitas vezes são necessárias estações elevatórias onerosas para recalcar o esgoto das áreas mais baixas da bacia de contribuição para a estação de tratamento. Cabe destacar, também, que durante o tratamento ocorre a geração de lodo, o qual necessita tratamento específico passando pelas etapas de adensamento, condicionamento, desaguamento e higienização para a disposição final (PACHECO, 2011).

Ainda que exista rede implantada, isso não garante que o esgoto está sendo coletado e tratado devidamente. Segundo informações do Atlas Esgoto (ANA, 2017), cerca de 33% da população urbana de Santa Catarina é contemplada com rede coletora, entretanto, apenas 24% do esgoto total gerado é tratado, resultando numa parcela tratada em relação a coletada de 74%.

A medida em que as cidades continuam a crescer, muitos sistemas centralizados de gerenciamento de efluentes ficam sobrecarregados. Além disso, o desenvolvimento residencial e comercial cerca muitas instalações de tratamento que antes estavam afastadas de áreas povoadas, limitando a área para ampliações, como acontece em muitos casos em Florianópolis. Como consequência dos problemas mencionados, os planejadores avaliam uma série de alternativas para o desenvolvimento futuro do gerenciamento de esgoto doméstico, incluindo o uso de tratamentos descentralizados (GIKAS; TCHOBANOGLOUS, 2009).

Dessa forma, o baixo índice de atendimento por rede pública de esgotos sanitários não deveria justificar más condições sanitárias para a população. Em muitos países desenvolvidos também ocorre baixa cobertura por rede coletora em certas regiões, porém as necessidades de saneamento são atendidas satisfatoriamente com residências providas de sistemas locais de tratamento e disposição final adequada (FUNASA, 2015).

Na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB, em 2008 pouco mais da metade (55,2%) dos municípios brasileiros eram atendidos por rede coletora de esgoto. Esse número não evolui muito nos últimos 10 anos, sendo atualizado para 60,3% dos municípios em 2017.

O principal sistema adotado para atender a falta desse serviço foi à construção de sistema de fossas sépticas (FS), seguido por unidades complementares de tratamento e/ou de disposição final de efluentes e lodo, o qual apresentou aumento em relação ao levantamento realizado em 2000. O uso dessa solução resultou na redução do lançamento dos esgotos domésticos *in natura*, amenizando os impactos ambientais decorrentes da inexistência de rede coletora de esgoto (IBGE, 2010b; IBGE, 2020).

As FS são largamente usadas, não somente no Brasil, mas no mundo todo, se tornando uma das principais alternativas para o tratamento primário de esgoto para residências que utilizam sistemas descentralizados (CHERNICHARO, 1997).

2.3 TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO EM LOTE

Os parâmetros de funcionamento das fossas sépticas são regrados pela NBR 7.229/1993, a qual trata dos aspectos construtivos e de dimensionamento dessa solução. Em complemento a essa norma, a NBR 13.969/1997 apresenta alternativas de procedimentos técnicos para o projeto, construção e operação das unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos do pós-tratamento das fossas sépticas.

Para um melhor funcionamento da FS, recomenda-se que seja colocada, entre a cozinha e a FS, uma unidade de retenção da gordura. Essa unidade é normatizada pela NBR 8160 (ABNT, 1997), a qual trata do projeto e execução dos

sistemas prediais de esgoto sanitário. A Figura 1 apresenta o esquema de um SI tradicional.

Figura 1 - Sistema Individual.



Fonte: Corsan (2022).

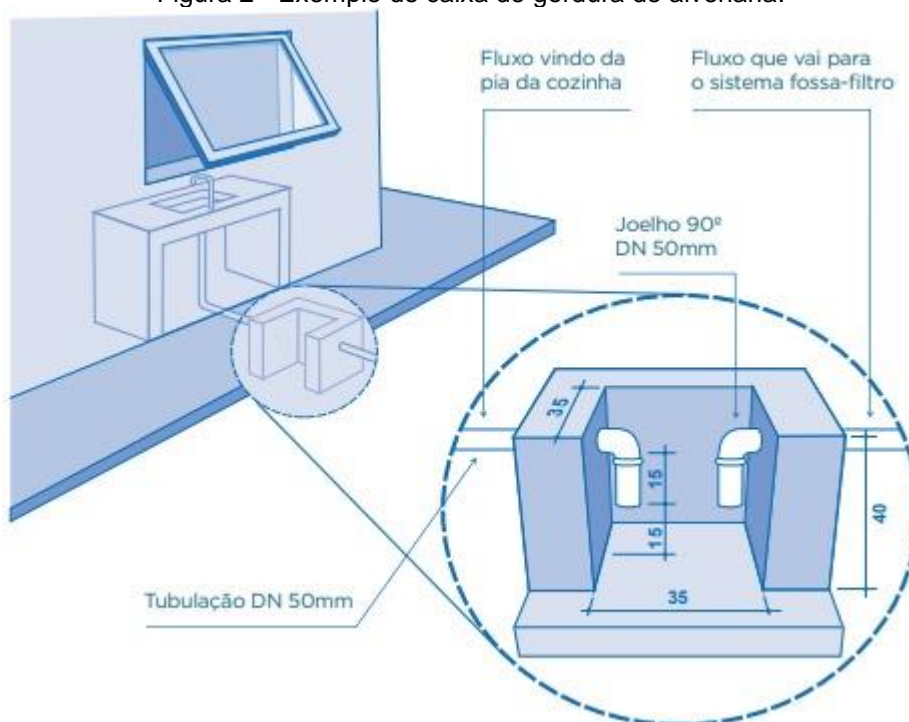
2.3.1 Caixa de gordura

Denominada caixa de gordura (CG), essa unidade tem a função de acumular a maior parte possível da gordura, graxas e óleos presente no efluente e possibilitar a posterior remoção desse resíduo. (PROSAB, 2009; ABNT, 1997).

De acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1997), em edificações com mais de um pavimento, devem ser previstos tubos de queda exclusivos para pias de cozinha e máquinas de lavar louças, os quais devem descarregar em uma CG coletiva.

As tubulações internas da caixa precisam estar posicionadas de uma forma que impeça o material flutuante de sair da CG junto com o esgoto efluente, preferencialmente posicionada com a abertura para baixo Figura 2. Também podem ser construídas com mais de um compartimento, separadas por um septo não removível e que não permita o extravasamento da gordura da câmara receptora para a vertedoura (PMF, 2022). O compartimento deve ser impermeabilizado, para que o esgoto bruto não infiltre, e vedado para impedir o acesso de pequenos animais, águas de lavagem de pisos ou de águas pluviais (PMF, 2022; PROSAB, 2009; ABNT, 1997).

Figura 2 - Exemplo de caixa de gordura de alvenaria.



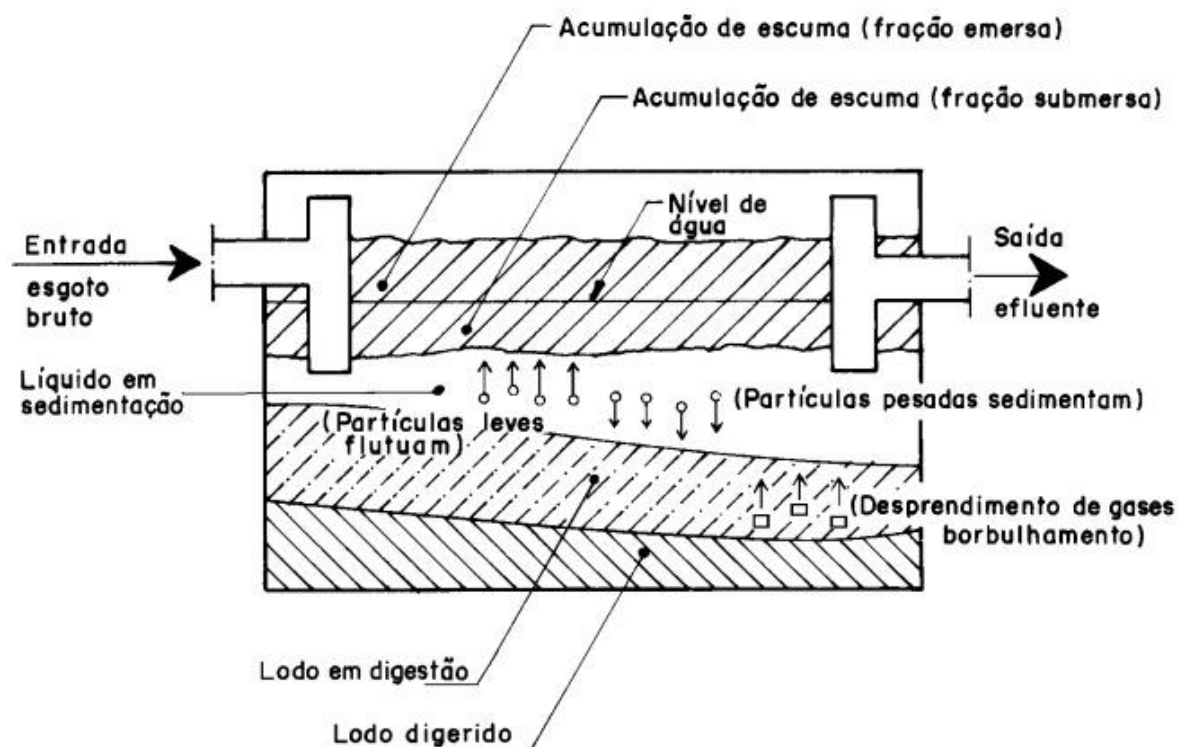
Fonte: Corsan (2022).

O uso da caixa de gordura é recomendado sempre que houver efluentes com resíduos gordurosos, porém, enquanto não for exigido pela autoridade pública competente, a sua adoção fica a critério do projetista (ABNT, 1997). Em Florianópolis, por exemplo, o uso da caixa de gordura é obrigatório, tanto para residências contempladas por rede de esgotamento sanitário quanto para aquelas que se utilizam de SI, as quais devem seguir a Orientação Técnica 03 (PMF, 2022).

2.3.2 Fossa Sépticas

A fossa séptica Figura 3, é uma câmara decanto-digestora dimensionada para reter o esgoto sanitário por um determinado período de tempo, criteriosamente estabelecido. Sua função é permitir a sedimentação, o armazenamento dos sólidos sedimentáveis (lodo) e retenção de materiais graxos e a degradação e estabilização bioquímicas de determinadas substâncias presentes no esgoto recebido. Esse processo ocorre em ambiente anaeróbio, ou seja, sem a presença de oxigênio, e tem como resultado a diminuição do volume e da carga orgânica do esgoto (NUVOLARI et al., 2003; JORDÃO e PESSÔA, 2011).

Figura 3 - Funcionamento geral da fossa séptica.



Fonte: NBR 7229 (ABNT, 1993).

Podem ser executadas tanto em concreto armado como em peças pré-fabricadas, contanto que suas dimensões atendam ao volume dimensionado, permitam a manutenção e sejam estanques. A construção desse sistema é simples e relativamente barata, mas as vezes não seguem as normatizações. Além disso, a manutenção do sistema é feita muitas vezes com descaso, onde as limpezas do lodo que deveriam ser programadas, são feitas apenas quando a FS já apresenta problemas. A manutenção desses sistemas será abordada com mais afinco no tópico 2.4.

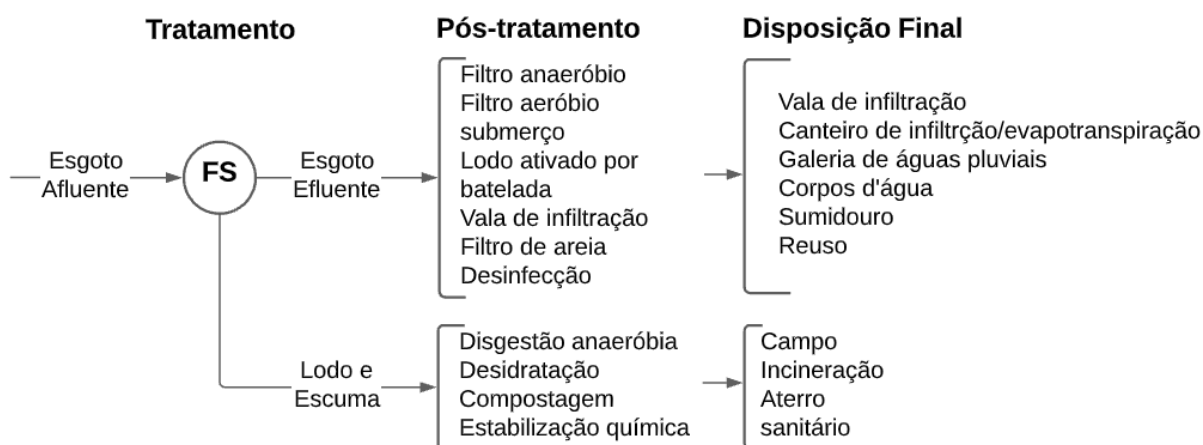
Ao entrar na câmara, os sólidos sedimentáveis são direcionados ao fundo, compondo o lodo que sofre uma estabilização contínua através da digestão anaeróbia. Os óleos, gorduras e outros materiais de baixo peso molecular, flutuam até a superfície do efluente líquido e formam uma camada de espuma na câmara acima. O efluente líquido de qualidade regular flui entre as camadas de lodo e espuma, deixando a câmara na sua extremidade oposta (CHERNICHARO, 1997).

2.3.3 Tratamento complementar do efluente de fossa séptica

O efluente tratado apenas por fossa ainda contém concentração de matéria orgânica remanescente, nutrientes e microrganismos patogênicos, sendo necessário um tratamento complementar e destinação final adequada (von SPERLING, 2005).

De acordo com a NBR 13.969/1997, são alternativas para tratamento complementar do efluente pós-tanque séptico: filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente; filtro aeróbio submerso; valas de filtração e filtros de areia; lodo ativado por batelada; e lagoa com plantas aquáticas. Para a disposição final do efluente após o tratamento complementar, as alternativas dispostas pela mesma norma sugerem vala de infiltração; canteiro de infiltração e de evapotranspiração; sumidouro. Essas alternativas podem ser utilizadas em conjunto ou pode o efluente seguir da fossa séptica diretamente para disposição final, dependendo do nível de tratamento requerido (ABNT, 1997). Abaixo é possível ver o esquema na Figura 4.

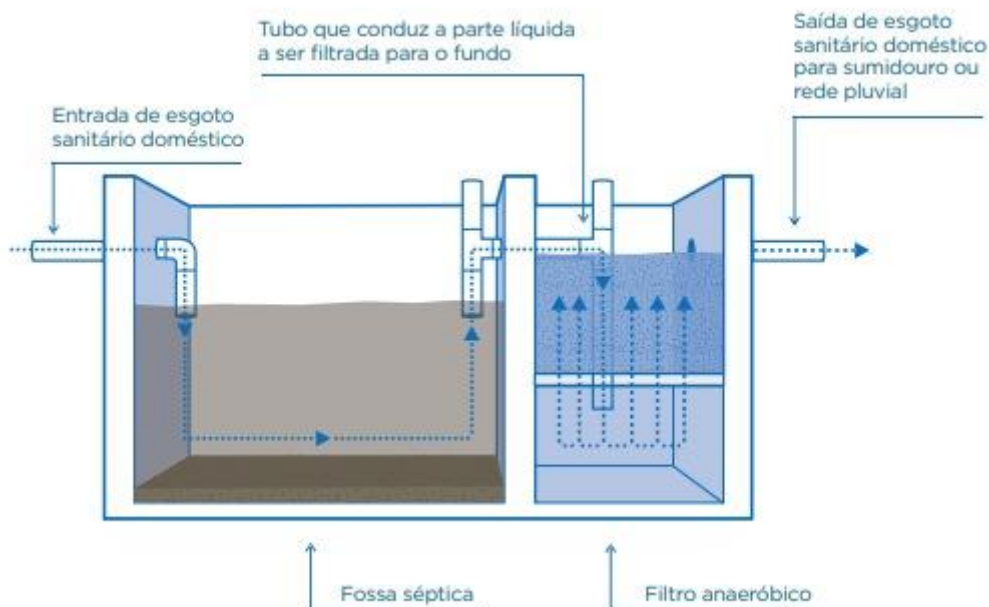
Figura 4 - Esquema de tratamento complementar.



Fonte: Adaptado de NBR 13969, ABNT(1997).

Dentre os tratamentos complementares, o filtro anaeróbio se destaca como um processo vantajoso e de baixo custo ao trabalhar como uma unidade compacta de “polimento” do efluente. A construção do filtro anaeróbio é relativamente simples, a qual possui boas recomendações referentes à execução e operação oferecidas pela NBR 13.969/1997, com razoável detalhamento sobre materiais e procedimentos construtivos dos reatores (ANDRADE NETO, 1997). Essa configuração de tratamento e pós tratamento composta de tanque séptico seguido por filtro anaeróbio é popularmente chamada de fossa-filtro (Figura 5).

Figura 5 - Tratamento complementar com filtro anaeróbio.



Fonte: Corsan (2022).

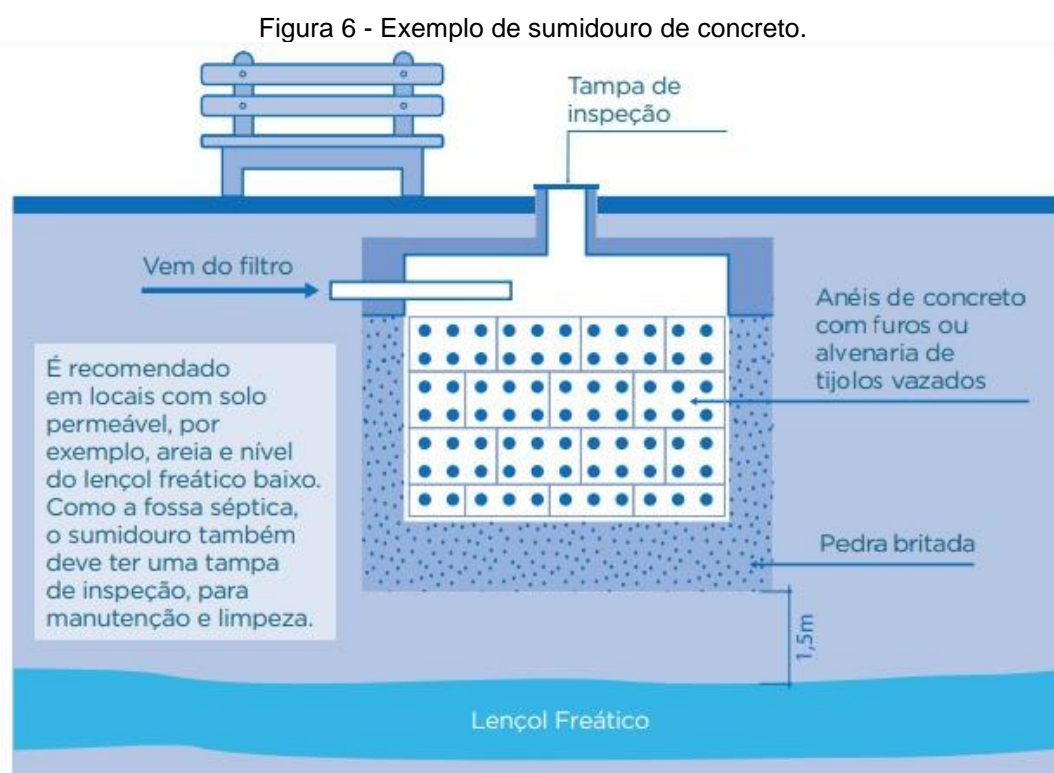
O filtro anaeróbio é geralmente de fluxo ascendente, constituído de duas câmaras, a inferior vazia e a superior preenchida com material filtrante. O efluente entra pela câmara inferior e penetra o meio filtrante, onde os micro-organismos anaeróbios se fixarão para fazer a estabilização da matéria orgânica. O leito filtrante é normalmente composto de britas nº 4. O líquido filtrado é coletado por uma calha, que o encaminha para a conexão de saída e então disposição final.

Não são apenas estas alternativas indicadas pela NBR 13969/1997 as únicas viáveis para pós-tratamento de tanques sépticos, visto que essa norma já tem mais de 20 anos e as tecnologias para tratamento de esgoto já evoluíram consideravelmente. Os filtros anaeróbios são uma das associações mais vantajosas para pós-tratamento dos efluentes dos tanques sépticos, mas não precisam ser necessariamente os modelos constantes na ABNT (1997). Os tanques sépticos podem anteceder os mais variados reatores para tratamento de esgotos quando conveniente (PROSAB, 2009).

2.3.4 Disposição final do efluente de fossa séptica

Apesar de recomendável o uso de tratamento complementar seguido de fossa, o mais comum no Brasil é a adoção de sistema de tanque séptico seguido de infiltração no solo (CORDEIRO, 2010; CHAVES et al., 2010; OLIVEIRA, 2013). O sistema de fossa seguido por sumidouro tem sido bastante aplicado devido a sua vida útil longa e facilidade de infiltração do líquido no solo (JORDÃO e PESSÔA, 2005).

Sumidouros são unidades construídas de forma cilíndrica ou prismática, com suas paredes protegidas por pedras, tijolos, madeiras, entre outros materiais, de modo a permitir a fácil infiltração do efluente líquido no terreno (JORDÃO e PESSÔA, 2005). Na Figura 6 está apresentado um exemplo de sumidouro construído com anéis de concreto envolto em pedra britada.



Fonte: Corsan (2022).

Pearson et al. (2011 apud SANTOS, 2013) operaram um sistema fossa séptica seguido de um sistema de disposição no solo, de maneira intermitente, e concluíram que este tipo de sistema produz um efluente de qualidade sanitária considerável, com remoção total de ovos de helmintos, remoção de 2-3 unidades logarítmicas de coliformes termotolerantes sem recirculação do efluente.

Apesar da sua vantagem em economizar área superficial quando comparado a outras unidades de disposição final por ser verticalizado, o uso do sumidouro é favorável somente nas áreas onde o aquífero é profundo e possa garantir a distância mínima de 1,50 m (exceto areia) entre o seu fundo e o nível aquífero máximo (ABNT, 1997).

Uma outra opção de destinação final do efluente apresentada pela NBR 13969 são as galerias pluviais e os corpos hídricos superficiais. Nesses casos, o esgoto deve passar por desinfecção e a mais comum delas é a cloração. Assim, após o esgoto passar pela fossa séptica e pelo tratamento complementar, invés de ser direcionada para infiltração no solo, ele segue até a unidade de cloração e então é direcionado até o corpo receptor superficial ou galeria de drenagem pluvial. Essa é uma opção viável àqueles locais onde o lençol freático é alto e não há área disponível para dispositivos de infiltração horizontais.

Ainda, para lançamento em corpos hídricos, o SI deve ter uma remoção mínima de 60% de DBO, valor definido pela Resolução N° 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, a qual dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

A eficiência dos tanques sépticos depende de fatores como carga orgânica, carga hidráulica, geometria, compartimentos e arranjo das câmaras, dispositivos de entrada e saída, temperatura e condições de operação. Geralmente a remoção da demanda bioquímica (DBO) e química (DQO) fica entre 40 e 70% e a remoção dos sólidos suspensos entre 50 a 80%. (ÁVILA, 2005; JORDÃO e PESSÔA, 2005; PROSAB, 2009). Certamente, os reatores projetados e operados de forma correta apresentam resultados melhores.

Contudo, deve-se atentar as legislações específicas de cada município ou estado as quais podem ser mais restritivas que as legislações federais. Em Florianópolis, por exemplo, de acordo com as orientações técnicas disponibilizadas pela prefeitura, a Vigilância Sanitária não aprova projetos de sistemas de tratamento de esgoto com previsão de lançamento direto nos corpos receptores, mesmo com a eficiência mínima alcançada (FLORIANÓPOLIS, 2020).

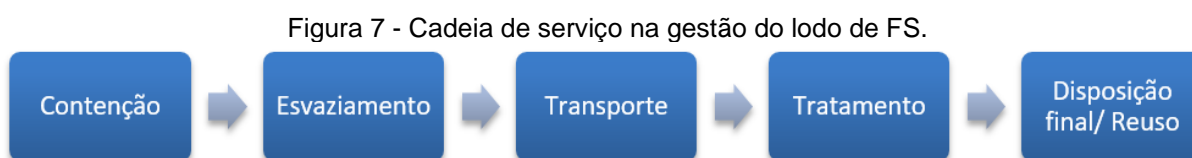
Além disso, em locais em que a rede de drenagem pluvial tem como destino áreas de cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana em Florianópolis, em especial as baías sul e norte, ou ambientes lênticos, o sistema de

tratamento de esgoto sanitário deve atender também aos parâmetros de nitrogênio e fósforo dispostos nas orientações técnicas municipais, parâmetros os quais não são exigidos pelas legislações federais (FLORIANÓPOLIS, 2020).

2.4 GESTÃO DO LODO DE FOSSA SÉPTICA

Os termos “lodo” ou “lodo de fossa séptica” utilizados no presente trabalho referem-se ao material presente no interior da câmara da fossa séptica no momento de seu esvaziamento, ou seja, é composto pelo líquido, pelo lodo de fundo e pela espuma.

O conceito de Gerenciamento de Lodo Fecal – GLF, é apresentado pelo Banco Mundial (WORLD BANK GROUP, 2016), como o conjunto de serviços de esvaziamento, transporte, tratamento e reuso ou disposição final do lodo fecal do tratamento individual dos esgotos domésticos. Na cadeia de serviços de saneamento aplicada a este modal (Figura 7), as estruturas de contenção podem ser as fossas sépticas e unidades complementares, onde o lodo gerado como subproduto do sistema necessita de um gerenciamento planejado.



Fonte: Adaptado de World Bank Group (2016).

A falha em garantir elos fortes em toda a cadeia de serviços resulta em lodo fecal (LF) não tratado contaminando o meio ambiente, com sérias implicações para a saúde pública. Mesmo quando são usadas opções melhoradas de contenção de esgoto no lote, em muitas cidades os serviços de coleta, transporte e destinação final adequada do LF são limitados. A recuperação de recursos através do reuso desse subproduto é rara (WORLD BANK GROUP, 2016).

2.4.1 Contenção

Existe uma grande variação no padrão do tratamento de esgoto domiciliar por diferentes soluções individuais e com FS não é diferente. Esses equipamentos de

contenção são comumente construídos de forma empírica pelos próprios proprietários da residência ou por um pedreiro contratado, o qual não costuma seguir um projeto dimensionado. Mesmo com as limitações construtivas e operacionais, as FS prestam um importante serviço ambiental, com uma redução do potencial poluidor, em uma estimativa conservadora, de 30%.

2.4.2 Esvaziamento e transporte

Ao esvaziar a FS dos sistemas locais, várias tarefas são executadas na realização do trabalho, as quais exigem que o operador do serviço interaja com os clientes antes de remover o lodo para organizar a logística e informá-los sobre os procedimentos. Nesse momento também deve ser informado o valor do serviço ou negociar um, dependendo do modelo de negócios (MIKHAEL [S.I]).

Idealmente, o operador deve: localizar e determinar a acessibilidade da fossa séptica; abrir o sistema para facilitar o processo; remover o lodo; avaliar a condição do sistema após a coleta; fechar o sistema após a remoção do lodo; realizar a limpeza do local a inspeção final e relatar quaisquer problemas com o sistema aos clientes após a conclusão do serviço (MIKHAEL [S.I]).

A operação de retirada de lodo da FS é, geralmente, acompanhada da limpeza da caixa de gordura, para garantir uma boa operação de todo o sistema. Segundo Jordão e Pessôa (1995) quando a limpeza é manual, o material retirado da caixa de gordura pode ser acondicionado adequadamente em sacos plásticos e encaminhado juntamente com os resíduos sólidos não recicláveis da residência.

A forma mais difundida para limpeza de fossas sépticas é a sucção por bombas a vácuo que direciona o conteúdo da fossa a um tanque hermeticamente fechado, geralmente acoplados e locomovidos por caminhões, criando assim os chamados “caminhões limpa-fossa” (Figura 8). Essa tecnologia apresenta a vantagem de minimizar o contato dos trabalhadores com o lodo e, com isso, diminuir os riscos de contaminação.

Figura 8 - Caminhão limpa fossa.



Fonte: Alô Service Soluções em Resíduos (2018).

A sucção dos lodos é feita por meio de um tubo flexível inserido na fossa (Figura 9). O esvaziamento da fossa pode ser precedido de agitação do conteúdo da fossa para desprendimento do material sedimentado (CORDEIRO, 2010). Vale destacar que o esvaziamento da fossa não é a total retirada do conteúdo do seu interior, pois se recomenda a permanência de 10% do volume para continuidade da atividade microbiológica responsável pelo tratamento do esgoto que virá a preencher a fossa novamente (ABNT, 1993).

Figura 9 - Sucção dos lodos da FS.



Fonte: Steve Mangekin (2020).

Os veículos com maiores capacidades de reserva apresentam-se mais vantajosos do ponto de vista logístico por possibilitarem o esvaziamento de vários sistemas antes do descarregamento. Porém, o porte do caminhão vai depender, também, da infraestrutura que a cidade tem a oferecer (CORDEIRO, 2010).

É comum a prática da limpeza das fossas quando essas já estão apresentando algum problema, principalmente transbordamento ou entupimento dos pontos hidráulicos dentro da residência. Porém, nesse estado de funcionamento, o sistema já está com a eficiência do tratamento comprometida, onde o volume útil da fossa está completamente preenchido pelo lodo de fundo e espuma. Assim, não há mais a separação entre o líquido clarificado e os sólidos sedimentados, o que torna o efluente na saída da fossa com uma qualidade igual ou pior do que o próprio esgoto que entrou.

Por isso, os lodos acumulados nas fossas sépticas devem ser removidos em intervalos equivalentes ao período de limpeza do projeto, com base no dimensionamento estabelecido pela NBR 7229. Segundo a ABNT (1993), a limpeza periódica deve ser feita por profissionais especializados que disponham de equipamentos adequados, para garantir o não-contato direto entre pessoas e lodo. É obrigatório o uso de botas e luvas de borracha. Em caso de remoção manual, é obrigatório o uso de máscara adequada de proteção.

Considerando os custos da retirada do lodo em relação ao seu transporte, a logística é o principal fator de custo desses procedimentos.

2.4.3 Tratamento e Disposição final

Por conter concentrações significativas de nutrientes, matéria orgânica, patógenos e poluentes inorgânicos, o lodo fecal, se disposto inadequadamente no meio ambiente, pode acarretar em contaminação do solo e da água, constituindo risco a saúde pública (PROSAB, 2009).

A maioria dos municípios não dispõe de local específico para recebimento e tratamento do lodo de fossa séptica. Geralmente o lodo é transportado para estações de tratamento do sistema público de esgotamento sanitário. Porém, muitas ETEs não estão projetadas para receber esse tipo de resíduo.

Além de considerar em seu projeto a possibilidade de tratamento da carga orgânica adicional, as ETEs devem prever uma estrutura específica para as manobras dos caminhões, a descarga do lodo de forma controlada e sistemas de pré-tratamento próprios para o lodo. Em algumas cidades, as próprias empresas que coletam o lodo das fossas são responsáveis pelo seu tratamento e, em outros, as prefeituras (PROSAB, 2009).

O gerenciamento do lodo constitui despesas, as quais, até o sancionamento da Lei do novo marco do saneamento, não havia uma definição de quem seria responsável por tal. No geral, são as populações mais marginalizadas as que são obrigadas a assumir a limpeza do seu próprio sistema, sendo essa etapa muitas vezes negligenciada devido ao alto custo que esse serviço pode representar no orçamento dessas famílias (PROSAB, 2009).

O processo de disposição de lodo no solo consiste em uma tecnologia alternativa a esse problema. Dentre as vantagens estão o baixo investimento, o pequeno custo de operação, baixo consumo de energia e o benefício agrícola (SILVA, 2013).

Os benefícios da aplicação de lodo de esgoto no solo são consolidados principalmente quanto ao fornecimento de nutrientes ao solo. No entanto, é necessário que passe por um processo de desinfecção eficaz para reduzir o risco de contaminação pelos organismos patogênicos em sua constituição. No Brasil, o uso de lodo fecal para fins agrícolas é regulamentado pela resolução CONAMA nº 498/2020.

2.5 MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS (MTR)

O Ministério do Meio Ambiente, pela Portaria nº 280, de 29 de junho de 2020, institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional - como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos.

O MTR é uma ferramenta online, auto declaratório, válido no território nacional, emitido através do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos – SINIR, capaz de rastrear a massa de resíduos, controlando a geração, armazenamento temporário, transporte e destinação dos resíduos sólidos no Brasil.

De acordo com nota oficial do Ministério do Meio Ambiente (2020), nos estados em que já se utiliza a ferramenta online MTR ou sistema com informações compatíveis com os requisitos do MTR, os usuários deverão utilizar apenas o sistema estadual, cabendo ao órgão ambiental estadual providenciar a integração com o SINIR, de forma a manter o MTR nacional atualizado. Para os demais estados, que não dispõem de sistema MTR, os usuários deverão utilizar diretamente o MTR nacional. São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Minas Gerais e Rio Grande do Sul são os estados que já possuíam sistema MTR até então (MMA, 2020).

O MTR não envolve custos, sendo sua utilização obrigatória, desde 1º de janeiro de 2021, em todo o território nacional, para todos os geradores de resíduos sujeitos à elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos listados no art. 20 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2020a).

2.5.1 Responsabilidade dos agentes na movimentação dos resíduos

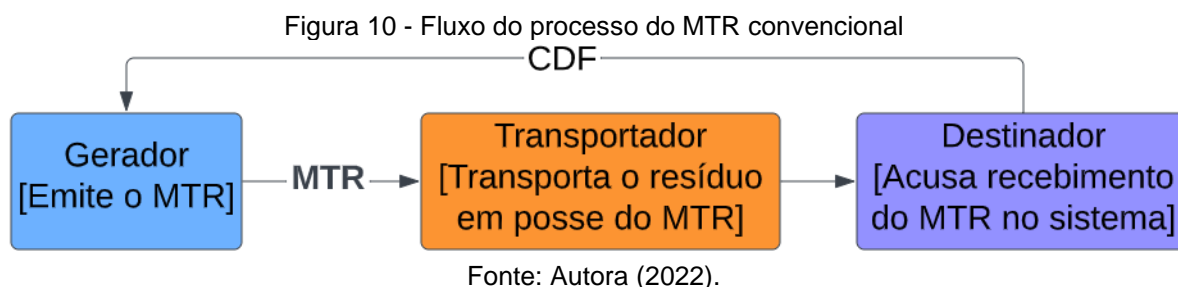
Cada agente que participa da movimentação dos resíduos registrados pelo Gerador no MTR deve atestar, sucessivamente, a efetivação das ações de geração, armazenamento, transporte e do recebimento de resíduos sólidos até a destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2020a).

O gerador deve emitir MTR online para cada remessa de resíduo encaminhada para destinação. Em casos de destinação direta para o tratamento e destinação final, um único MTR é suficiente. Nas situações de utilização de transbordo ou Armazenador Temporário (AT), é necessário emitir um MTR Complementar para cada destinação.

Cabe ao transportador confirmar todas as informações constantes no formulário de MTR, emitido pelo gerador, e manter uma via do MTR (digital ou impresso) que o acompanhará durante todo o transporte até o AT ou receptor.

Para cargas enviadas para unidades de AT, o Armazenador Temporário deverá entrar no Sistema MTR, identificar a carga que está sendo recebida e dar baixa, informando o nome do motorista e placa do veículo transportador que trouxe a carga.

O destinador final, assim como o Armazenador Temporário, deve dar a baixa do(s) MTR(s) ao receber a carga, verificando a necessidade de ajustes e correções em um prazo de até dez dias (o não cumprimento do prazo está sujeito às sanções previstas na legislação ambiental); e emitir o Certificado de Destinação Final (CDF) atestando a destinação adequada do resíduo. A Figura 10 apresenta o fluxo do processo do MTR convencional.



2.5.2 Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e Declaração de Movimentação de Resíduos – DMR

Juntamente com o sistema de MTR Nacional, fica instituído pela Portaria 280/2020 o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos, baseado na Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002. Trata-se do conjunto de informações sobre a geração, tipologia, armazenamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos gerados no país e declarados no MTR. É a partir do inventário que será disponibilizado periodicamente à sociedade o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos no País (BRASIL, 2020a).

Alguns Estados, como Santa Catarina, já estavam adotando a Declaração de Movimentação de Resíduos – DMR, em substituição a esse inventário (Portaria FATMA Nº 324/2015, Art. 5º). O DMR é um documento que registra as quantidades de resíduos sólidos geradas, transportadas e destinadas por geradores, transportadores e unidades de destinação. Esta declaração não se aplica aos Armazenadores Temporários.

2.5.3 Emissão do MTR

O MTR é documento numerado, gerado por meio do SINIR, emitido exclusivamente pelo Gerador, que deverá acompanhar o transporte do resíduo até a

destinação final ambientalmente adequada. Para a emissão de um MTR, deve-se ter em conta que os agentes da movimentação a serem selecionados já deverão estar previamente cadastrados no Sistema MTR do SINIR.

Os Geradores, Transportadores, Destinadores e Armazenadores Temporários deverão se cadastrar no Sistema MTR do SINIR, fornecendo as correspondentes informações fiscais e ambientais. O perfil de um usuário no SINIR pode ser único ou múltiplo. Assim ele pode ser um Gerador, um Destinador, um Transportador, um Armazenador Temporário ou ainda uma combinação deles, considerando sua atividade e suas licenças ambientais. No caso de um perfil que não seja exclusivo de Gerador, seja também de Transportador ou Destinador ou de Armazenador Temporário, é necessário preencher os dados referentes às suas correspondentes licenças de operação ou licenças ambientais, sempre que aplicáveis, além das placas dos veículos a serem utilizados (no caso de transportadores).

2.5.4 MTR Romaneio

O MTR constitui-se como uma ferramenta adequada para o registro de diversos resíduos provenientes dos geradores listados no art. 20 da Lei nº 12.305/2010, como resíduos de serviços públicos de saneamento básico (exceto resíduos sólidos urbanos); resíduos industriais; resíduos de serviço de saúde; resíduos de mineração; determinados resíduos de construção civil; e resíduos de estabelecimentos comerciais de prestação de serviços que sejam perigosos, ou quando caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

Portanto, de acordo com essa listagem e segundo o SINIR (2021), a coleta e destinação de resíduos resultantes da limpeza de fossas sépticas de empreendimentos, deverá ter emissão de MTR, com indicação do transportador e do local de destinação e de tipo de tratamento. O mesmo vale para efluente industrial ou sanitário gerado por uma ETE, seja ela operada por empresa privada ou pública. Contudo, para o caso de limpeza de fossas sépticas domiciliares, não há obrigatoriedade de emissão de MTR, salvo quando houver regulamentação específica estadual obrigando essa emissão de MTR (SINIR, 2021).

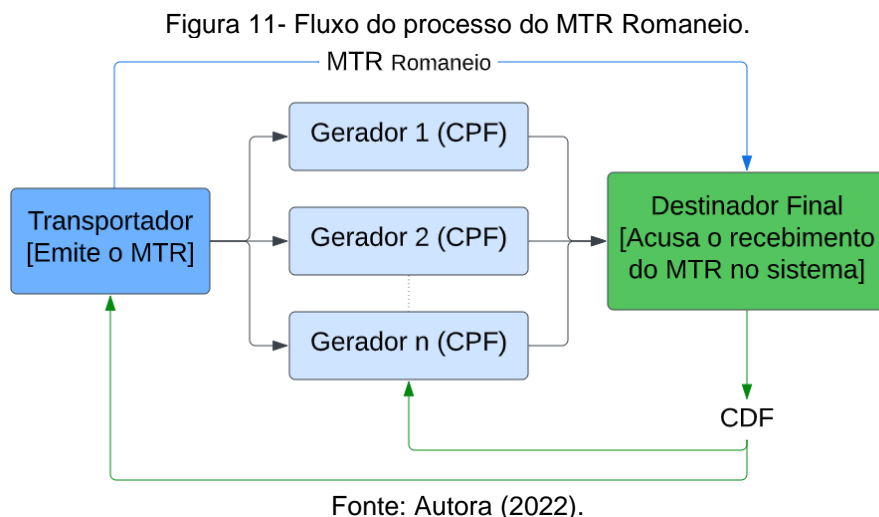
Visto isso, com o intuito de registrar a movimentação de resíduos de fossas sépticas domiciliares, os Estados de Minas Gerais e do Rio Grande do Sul criaram o MTR Romaneio, documento que, diferentemente do MTR convencional, não será o gerador a emitir o manifesto, mas sim o transportador, que indicará, em um mesmo MTR Romaneio, os dados de todos os geradores de um mesmo tipo de resíduo que estão em uma rota.

Em Minas Gerais, o Sistema MTR-MG, mantido e operado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM, foi instituído pela Deliberação Normativa (DN) COPAM nº 232, de 27 de fevereiro de 2019. A emissão do MTR romaneio está habilitada no Sistema MTR-MG apenas para os transportadores de lodo de fossa séptica, mas é prevista na DN 232/2019 a ampliação de seu uso para sistema de logística reversa e coleta de resíduos de construção gerados por pessoa física em domicílio (SISEMA, 2020).

No Rio Grande do Sul, o Sistema MTR Online é regrado pela Portaria da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - Fepam nº 87 de 29 de outubro de 2018. De acordo com essa portaria, em seu Art. 5º, “resíduos sólidos oriundos do esgotamento sanitário domiciliar (pessoas físicas, CPF) devem ser transportados com o respectivo MTR Romaneio, emitido pelo transportador licenciado para a atividade de Coleta e Transporte de Resíduos de Esgotamento Sanitário”.

2.5.5 Emissão do MTR Romaneio

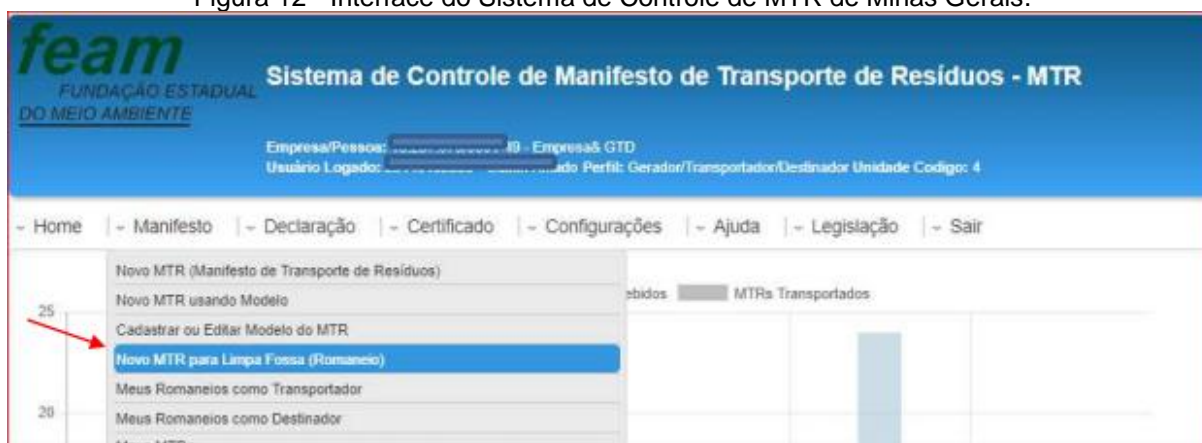
O MTR Romaneio para Limpa Fossas é um documento semelhante ao MTR, mas que somente pode ser gerado pelo perfil de transportador que coleta, em uma mesma rota, o lodo de fossa séptica de diversas pessoas físicas (geradores com CPF). A Figura 11 apresenta o fluxo do processo do MTR Romaneio.



Para transporte de lodo de fossas sépticas por pessoas jurídicas (geradores com CNPJ), deve ser seguido o procedimento do MTR convencional, onde a empresa geradora é que emite o manifesto. Assim, para o caso exclusivo de coletas de efluentes com características físico-químicas semelhantes, provenientes de pessoa física e jurídica em diferentes localidades, no mesmo dia, e onde o destinador final seja o mesmo, é possível ter consigo MTR Romaneio e o MTR convencional emitido pelo gerador (FEPAM, 2022).

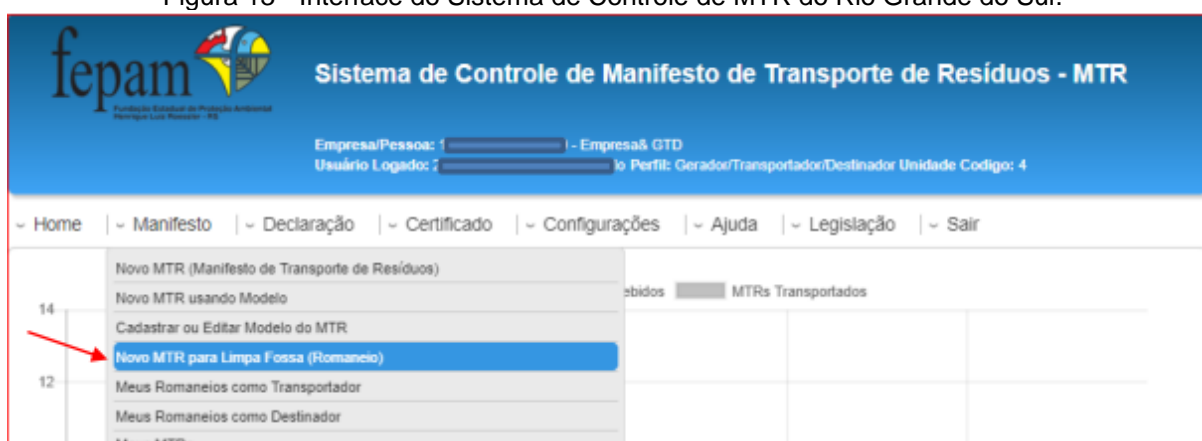
Para a emissão do manifesto Romaneio, tanto em Minas Gerais quanto no Rio Grande do Sul, o procedimento é o mesmo, inclusive a interface dos sistemas é muito parecida (Figura 12 e Figura 13). No menu do Sistema de Controle de MTR, a opção “Meus Romaneios como Transportador” está disponível para transportadores que indicam em seu cadastro no sistema que realizam coleta de lodo de fossa séptica, permitindo a esses transportadores que consulte, edite e “finalize” o MTR romaneio após a devida entrega dos resíduos na unidade de destinação. Já a opção “Meus Romaneios como Destinador” está disponível para que os destinadores, devidamente licenciados para essa atividade, façam o recebimento e baixa do Romaneio emitido e entregue pelo transportador no sistema.

Figura 12 - Interface do Sistema de Controle de MTR de Minas Gerais.



Fonte: Manual MTR (FEAM, 2019).

Figura 13 - Interface do Sistema de Controle de MTR do Rio Grande do Sul.



Fonte: Manual MTR (FEPAM, 2019).

Na identificação de resíduos os dados são preenchidos automaticamente pelo sistema. Na “Identificação do Gerador”, deve-se registrar a quantidade de geradores abarcados pelo romaneio e identificar o CPF de cada um deles, cadastrando nome, endereço e telefone para contato. Caso o CPF já possua cadastro, o sistema automaticamente irá preencher os dados.

Após inserção dos geradores de lodo que irão compor a rota, o transportador deve preencher seus dados na seção “Identificação do Transportador”. É necessário inserir obrigatoriamente o responsável pela emissão do MTR Romaneio e respectivo cargo. Os campos “Motorista”, “Placa Veículo” e “Data Transporte” podem ser preenchidos pelo transportador no momento em que as coletas forem se iniciar ou pelo destinador quando receber a carga. A Figura 14 apresenta a interface do sistema com os campos a serem preenchidos.

Figura 14 - Campos a serem preenchidos para emissão do MTR Romaneio.

Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR (Romaneio) - Limpa Fossa

* Campos de preenchimento obrigatório!

Identificação do Resíduo

Resíduo: 200304 - Lodos de fossas sépticas
 Unidade: Metro Cúbico
 Estado Fiscal: Líquido
 Classe: Classe II A
 Acondicionamento: E04 - Tanque
 Tecnologia: Tratamento de Efluentes

Identificação do Gerador

* Quantidade de Geradores:
 * Entrar com: CPF CNPJ
 * CPF: Razão Social:

Cnpj	Razão Social	Ações

Identificação do Transportador

Nome/Razão Social: Feam Resíduos - 30124 CPF/CNPJ: 29.166.230/0001-07 Data Transporte:
 Telefone:
 Fax/Tel:
 Motorista:
 * Resp. Emissão: * Cargo:

Identificação do Destinatário

* Entrar com: CNPJ CPF
 * CNPJ: Razão Social:
 Endereço: n°: Telefone:
 Estado: Município: Fax/Tel:

Observações:

Fonte: SISEMA, 2020.

Uma vez preenchido o documento, o sistema indicará o processamento do Romaneio, que será gerado no sistema em PDF, ficando disponível em “Meus Romaneios como transportador” para impressão pelo transportador para acompanhar a carga durante o transporte. Na Figura 15 é mostrado um exemplo de MTR Romaneio emitido pelo transportador, e ainda não recebido pelo destinatário. Os campos de quantidade constam em branco pois nesse caso o transportador apenas tomará

ciência das quantidades de lodo referentes a cada gerador no momento da coleta, devendo preenchê-los durante a rota.

Figura 15 - Exemplo de MTR Romaneio emitido pelo transportador



Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM

Página 1 de 1

MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS - LIMPA FOSSA

Romaneio nº 32



Identificação do Transportador						
Razão Social: Destinatador/Transportador/Gerado - 30069					CPF/CNPJ: 34.007.677/0001-01	
Endereço: Rua Hermes Dalapicola, nº.7			Telefone: (21) 4545-4545		data do transporte:	
Município: Serra	Estado: ES		Fax/Tel:		nome e assinatura do responsável	
Nome do Motorista			Placa do Veículo			
André Lúcio			RES4278			
Nome do Responsável pela Emissão			Cargo:		nome e assinatura do responsável	
Flávio			técnico			
Identificação do Destinatador						
Razão Social: Feam Gerenciamento de Resíduos - 30134					CPF/CNPJ: 78.798.946/0001-32	
Endereço: Rodovia Papa João Paulo II, n.º. S/N			Telefone :		data do recebimento: 18/10/2019	
Município: Belo Horizonte	Estado: MG		Fax/Tel :		nome e assinatura do responsável	
Nome do Responsável pelo Recebimento			Cargo:			
Luíza			engenheira ambiental			
Identificação dos Resíduos						
Código IBAMA e Denominação	Estado Fiscal	Classe	Acondicionamento	Quantidade Recebida	Unidade	Tecnologia
200304 - Lodo de fossas sépticas	Líquido	IIA	E04 - Tanque	1,00000	Tonelada	Tratamento de Efluentes
Observações						
Identificação dos Geradores						
CPF: 156.013.900-53		Nome: Ana Gabriela Lopes			CEP: 31630000	
End. : Rua das Galvotas, Margareth - MG			nº 369	Compl. Em frente a Igreja da Conceição	Tel.	
Quantidade Recebida						
CPF: 009.237.956-50		Nome: Débora Maria			CEP: 31630400	
End. : Rua William Malacco, Serra Verde (Venda Nova) - MG			nº 369	Compl.	Tel.	
Quantidade Recebida						

Fonte: SISEMA, 2020.

Ao final da rota prevista, o Destinator indicado receberá a carga de resíduos e procederá à baixa no sistema, informando a data de recebimento do MTR Romaneio, motorista e placa do veículo, caso o transportador já não tenha inserido esses dados no momento do preenchimento online do Romaneio, o responsável pelo recebimento, a quantidade recebida de lodo em m³ e eventuais observações.

Recomenda-se que o transportador leve duas vias do MTR Romaneio emitido, entregando uma ao destinador e mantendo uma consigo com as quantidades coletadas em cada gerador.

Para concluir a submissão do MTR (finalização) após o recebimento do destinador, o transportador deverá retornar ao sistema para confirmar as quantidades coletadas e os dados dos geradores envolvidos no MTR Romaneio.

Se houver mudança na quantidade de geradores informada pelo transportador após a emissão do MTR Romaneio, caberá ao destinador retificar a informação e informar a quantidade real de geradores no momento do recebimento do MTR Romaneio. E ao transportador caberá atualizar os dados no momento de “finalizar” o romaneio.

É importante salientar que a soma das quantidades declaradas pelo transportador na finalização do Romaneio deve ser igual à quantidade recebida e declarada pelo destinador no recebimento do MTR no sistema. Do contrário o transportador não conseguirá salvar o romaneio finalizado. Assim, o destinador deve ter muita atenção ao proceder o recebimento de um MTR Romaneio no sistema.

Após a finalização do MTR Romaneio pelo transportador, MTRs convencionais serão gerados automaticamente pelo sistema para cada um dos geradores (pessoa física) originalmente declarados no Romaneio. O destinador então poderá emitir os respectivos Certificados de Destinação Final (CDFs) para esses MTRs.

2.5.6 MTR em Santa Catarina

A emissão de MTR é legalmente exigida no Estado de SC desde a promulgação da Lei Estadual nº 15.251 de 03 de agosto de 2010 (alterada pela Lei Estadual nº 15.442, de 17 de janeiro de 2011). Com isso, o estado de Santa Catarina foi o pioneiro a instituir o Sistema MTR, tornando-se referência no país ao dar início a

um dos maiores avanços na gestão de resíduos sólidos desde a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (SDE, 2020).

O MTR em Santa Catarina foi instituído no intuito de criar um mecanismo de controle das etapas do ciclo de vida de um resíduo, porém, inicialmente, não possuía sistema online para o controle de movimentação de resíduos e de rejeitos. Então, no ano de 2012, Fundação do Meio Ambiente (FATMA), atual Instituto do Meio Ambiente (IMA), assinou Termo de Cooperação Técnica com a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE) para desenvolver uma solução tecnológica capaz de substituir as vias físicas do documento MTR e possibilitar a sua geração online. Como resultado, nasceu em 2014, por meio da Portaria FATMA 242/2014, o Sistema de Controle de Movimentação de Resíduos e de Rejeitos (MTR) (SDE, 2020).

Contudo, somente a partir de novembro de 2016, conforme Portaria FATMA nº 162/2015 (que complementa a Portaria FATMA nº 242/2014), o uso do Sistema MTR tornou-se obrigatório e, a partir de então, são aceitos pela fiscalização e pelas empresas de destinação final apenas os MTRs emitidos através do Sistema MTR do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina - IMA (2022).

O cadastro no Sistema MTR online IMA é feito da mesma maneira como no Sistema MTR Nacional. Uma vez cadastrado no sistema, o Gerador tem como responsabilidade exclusiva emitir o manifesto, inserindo as informações sobre o resíduo, desde a fonte geradora até a destinação final. Na plataforma do MTR, logo antes de fazer o *login*, o IMA disponibiliza um Manual de Ajuda MTR para auxiliar o usuário na utilização do sistema.

Afim de garantir o monitoramento de todo resíduo gerado pelas atividades econômicas no estado, o IMA aplica auditorias no Sistema MTR. Se constatadas irregularidades, como destinação irregular de resíduos, sanções são aplicadas ao infrator, mediante auto de infração ambiental.

A verificação da legalidade dos transportes também pode acontecer durante o trajeto dos resíduos. Nas rodovias, os técnicos do IMA e também parceiros, como Polícia Militar Ambiental, Polícia Rodoviária Estadual e Federal, conferem se os veículos estão de acordo com a legislação e se possuem os devidos MTRs para o transporte. A ausência do manifesto em um veículo carregado implica aplicação de

auto de infração ambiental e na sua retenção até que se regularize (SANTA CATARINA, 2021).

A quantidade de MTRs e de resíduos recebida no estado varia ao longo do tempo. De acordo com os dados do MTR, o maior número de MTRs registrados aconteceu no ano de 2019, com mais de 1 milhão documentos emitidos. Enquanto isso, foi no ano de 2017 que o sistema contabilizou o montante mais expressivo de resíduos, com mais de 8,5 milhões de toneladas de materiais informadas no sistema (SDE, 2020).

O sistema MTR permite ao órgão ambiental monitorar, em tempo real, toda a geração e destinação de resíduos. Com os dados gerados na plataforma, é possível verificar gargalos na destinação de resíduos, como regiões com baixa cobertura de empreendimentos habilitados a realizar destinação final, além de identificar áreas onde há potencial de reaproveitamento ou reciclagem de resíduos ou contribui para o fomento à logística reversa.

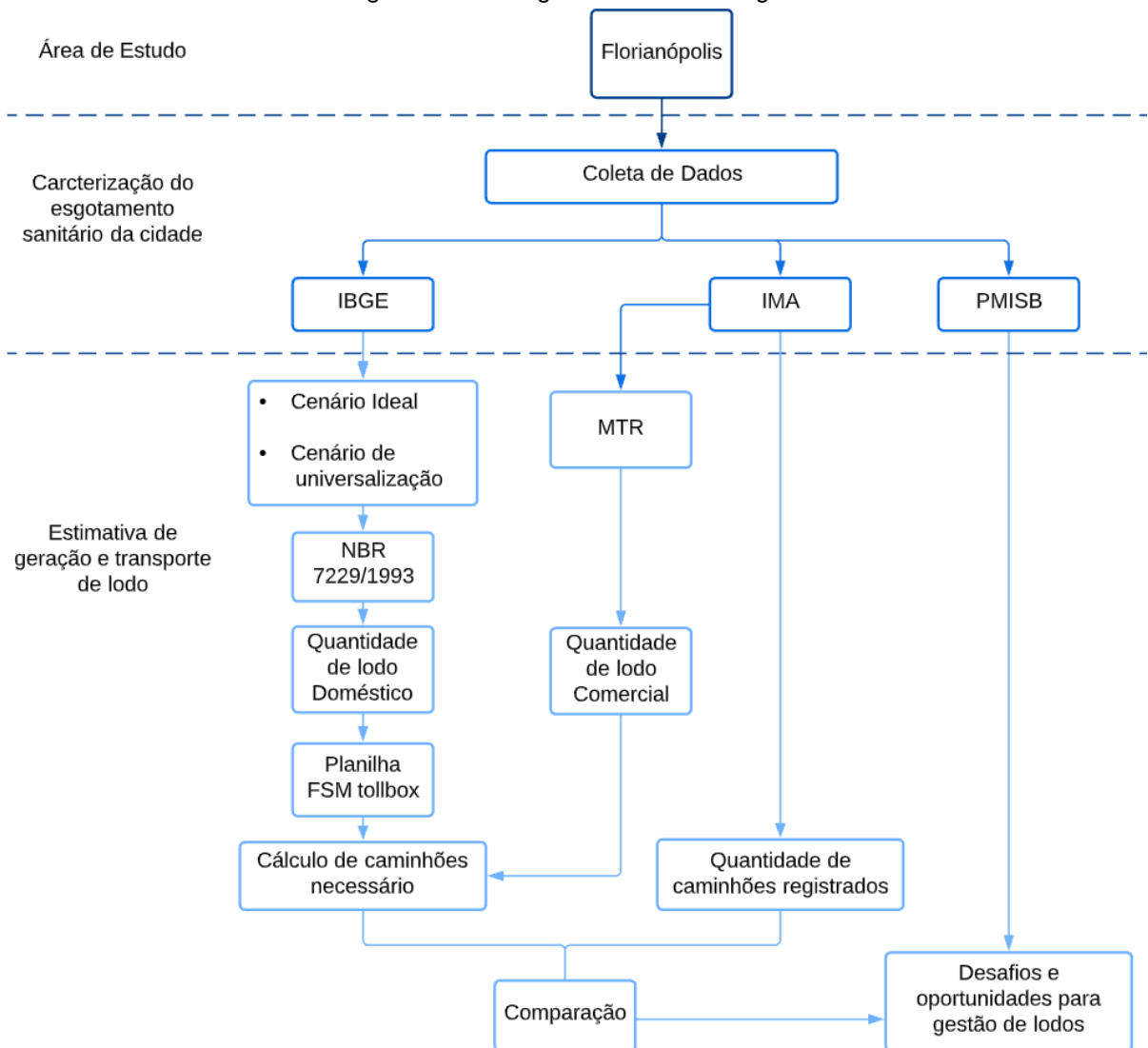
Ainda que seja muito útil para o controle e monitoramento dos mais diversos resíduos, de acordo com o da Portaria FATMA 324/2015 (Art. 3º, g), estão dispensados de realizarem a emissão da MTR online IMA os geradores de resíduos de fossas sépticas, quando domiciliares. A emissão do MTR obriga os Geradores e Transportadores a darem a devida destinação aos resíduos, além de exigir que os usuários do sistema estejam com as cabíveis licenças ambientais vigentes e sua operação em conformidade com a legislação ambiental.

Assim, a falta de MTR para transporte de lodo de fossa séptica domiciliar pode representar um problema em relação ao manuseio e destinação correta desses resíduos. Em Florianópolis, por exemplo, há várias ocorrências de despejo irregular em poços de visita da rede coletora de esgotos e no sistema de drenagem (VALERIM, 2021). De acordo com trabalho realizado por Valerim (2021), os moradores da Ilha possuidores de fossa séptica entrevistados, não aparentam ter responsabilidade sobre os sistemas e rotinas de limpeza para responder as perguntas. Também, não foi demonstrada preocupação com o destino dado ao lodo coletado pelos caminhões limpa-fossa. Segundo eles, ao chamarem uma prestadora de serviços disponível na região, acreditam que contratam uma empresa confiável e apta para fazer a atividade, o que nem sempre é verdade.

3 METODOLOGIA

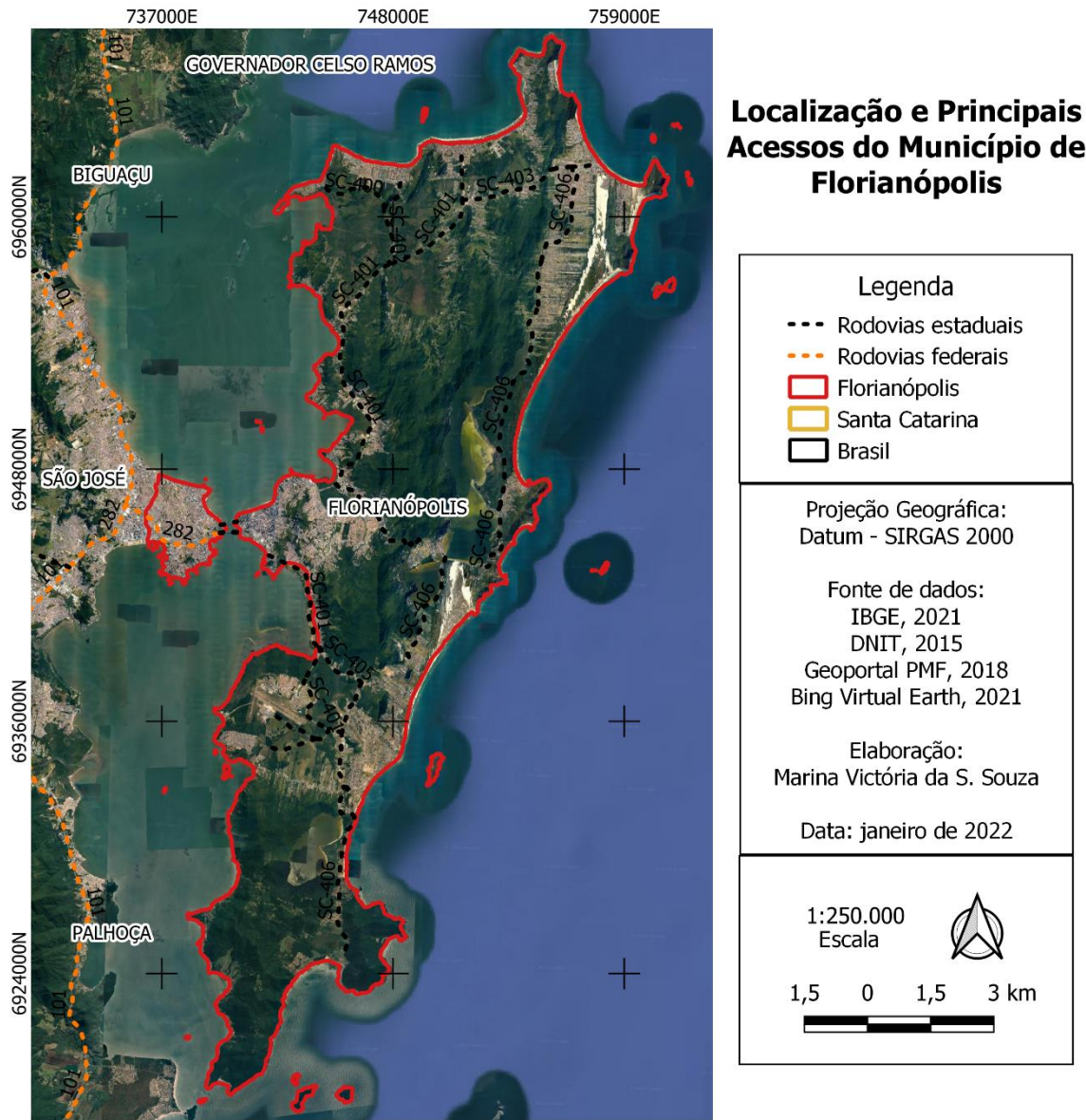
Este trabalho possui uma abordagem descritiva e quantitativa quanto à análise dos serviços de esgotamento sanitário em Florianópolis, através de revisão da literatura, análise de documentos, legislação e coleta de dados secundários disponíveis (GIL, 2002). As etapas da metodologia podem ser observadas na Figura 16. A área de estudo é apresentada na Figura 17.

Figura 16 - Fluxograma da metodologia.



Fonte: Autora (2022).

Figura 17 - Área de estudo: Florianópolis.



Fonte: Autora (2022).

Para se estimar a geração e capacidade de transporte do lodo gerado por SI em Florianópolis utilizou-se os dados do censo demográfico do IBGE de 2010 por ser a fonte confiável disponível com informações mais recentes sobre o saneamento na cidade. Esses dados, então, foram analisados, resultando na criação de dois cenários para SI residenciais. Para ambos os cenários se calculou o montante de lodo gerado e a quantidade de CLF necessários para o transporte desse resíduo.

Em paralelo, analisou-se os dados obtidos do sistema MTR, que trazem informação do montante de lodo de estabelecimentos comerciais transportado. Assim, foi possível se obter uma estimativa da quantidade de lodo gerado nessa modalidade e também da quantidade de CLF necessários para o transporte.

A partir dessas determinações, a necessidade de transporte de lodo comercial e residencial foram comparadas a quantidade de CLF existentes na cidade, afim de se obter um panorama sobre a capacidade da cidade em absorver essa demanda.

Para identificar os desafios e oportunidades na gestão do lodo de FS, além da avaliação do atual contexto do serviço de esgotamento das fossas sépticas, também foram consultados os Planos Municipais de Saneamento Básico de Florianópolis de 2011 e 2022 (PMISB), onde elencou-se as metas para a gestão dos SI e a situação atual do esgotamento sanitário da cidade.

3.1 COLETA DE DADOS

3.1.1 Censo Demográfico do IBGE

No censo demográfico do IBGE (2010) o tipo de esgotamento sanitário do banheiro ou sanitário do domicílio particular permanente é separado em rede geral de esgoto ou pluvial, fossa séptica, fossa rudimentar, vala, rio, lago ou mar e outro.

Para obter o número de residências que utilizam cada um desses tipos de esgotamento sanitário, foi acessado o *website* do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) e os dados necessários por município estavam disponíveis na Tabela 1394 – “Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio e existência de banheiro ou sanitário e número de banheiros de uso exclusivo do domicílio, segundo o tipo do domicílio, a condição de ocupação e o tipo de esgotamento sanitário”.

Os dados, então, foram divididos segundo os modais de esgotamento sanitário: centralizado e descentralizado. O modal descentralizado ainda sofreu uma segunda separação conforme a classificação estabelecida pelo PLANSAB, onde se definiu quais tipos de sistemas individuais se enquadravam como atendimento adequado ou inadequado.

3.1.2 Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina - IMA

Para comparar quantidade necessária de caminhões limpa-fossa com a disponibilidade atual desses veículos na cidade, foi enviado um ofício ao IMA, solicitando a lista de caminhões limpa-fossa licenciados em Florianópolis. Essas informações são necessárias para avaliar quantos desses veículos estariam disponíveis para atendimento das residências na cidade. Ainda, a partir dessa lista, foi possível consultar as informações de licença para cada empresa de limpa-fossa que está localizada em Florianópolis a plataforma de consulta do IMA apenas com o número do FCE (Formulário Integrado de Caracterização do Empreendimento) ou número da LAO.

Nos documentos foi possível ter conhecimento das empresas onde os veículos fazem a descarga do resíduo transportado. Estas empresas também foram consultadas no sistema para se obter informação sobre o porte e capacidade de recebimento dos resíduos, entre outras. A Figura 18 apresenta a interface da plataforma e traz o exemplo de uma das empresas destinadoras consultadas. Clicando no número do documento é possível ter acesso ao documento na íntegra.

Figura 18 - Interface da plataforma de consultas IMA

Consultas relacionadas ao licenciamento ambiental

Protocolo (FCE) / Formulário: N° Documento: CNPJ/CPF: Nome / Razão Social: Imediata Serviços de Dedetização e Desentupidora Ltda

Município: --SELECIONE-- Bairro: Endereço:

Consultar Limpar

Visualizar 10 resultados por página Pesquisar

PROTOCOLO (FCE)	Razão Social	CNPJ	DATA DE FORMALIZAÇÃO	FASE ATUAL	N° DOCUMENTO	MUNICÍPIO
444339	Imediata Serviços de Dedetização e Desentupidora Ltda	14238508000218	09/11/2017	Licença entregue ao Empreendedor	8943/2017	SÃO JOSÉ
448265	IMEDIATA SERVIÇOS DE DEDETIZAÇÃO E DESENTUPIDORA LTDA. - ME	14238508000137	26/04/2017	Licença entregue ao Empreendedor	10451/2017	SÃO JOSÉ

Mostrando de 1 até 2 de 2 registros Anterior 1 Próximo

Fonte: IMA, 2022.

Outras informações solicitadas ao IMA referem-se aos MTRs. Foram gerados, através do sistema online, os relatórios “R28 - Curva ABC de Resíduos e Rejeitos – Transportados” de MTR emitidos para transporte de lodo de fossa séptica para cada cidade de Santa Catarina.

Os dados foram recebidos em toneladas e transformados para volume utilizando a densidade do lodo, a qual varia de 1,02 à 1,03 no resultado do tratamento primário (von SPERLING E GONÇALVES, 2001 apud BATISTA, 2005).

Como no estado são dispensados MTRs para transporte de lodo de fossa séptica residencial, esses dados se tratam apenas de estabelecimentos comerciais.

3.1.3 Revisão do PMISB

A revisão do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico (PMISB) de Florianópolis (2011 e 2021) serve para ampliar o conhecimento a respeito das condições de saneamento da cidade. O plano tem o objetivo de proporcionar um maior acesso aos serviços de saneamento para a população, dando ao município autonomia para e competência para organizar, regular, controlar e promover as ações cabíveis para atingir esse objetivo em sua esfera regional. Assim, esse documento torna-se

importante para identificação das necessidades e oportunidades em relação aos sistemas individuais.

3.2 ESTIMATIVA DO TRANSPORTE DO LODO DE FOSSA SÉPTICA

3.2.1 Cálculo do lodo gerado

A estimativa do lodo gerado e que deverá ser removido e transportado até a destinação final foi feita com a aplicação dos dados coletados do IBGE, no dimensionamento estabelecido pela NBR 7229/1993.

O volume de lodo a ser removido e transportado corresponde ao volume útil da fossa séptica com o desconto de 10% desse volume que deve permanecer no sistema para continuação da atividade microbiológica (ABNT, 1993). Assim, a fórmula 1 ilustra o cálculo realizado.

$$V_{remoção} = 0,9.V_u \quad \text{Eq.(1)}$$

Onde, $V_{remoção}$ é volume total de lodo a ser removido (m^3), D é número de domicílios e V_u é o volume útil do TS (m^3). O volume útil da fossa séptica de cada residência foi calculado pela equação 2.

$$V_u = 1000 + N(CT + KLf) \quad \text{Eq.(2)}$$

Onde, V_u = Volume útil (L); N = número de pessoas; C = contribuição de despejos (L/hab.dia); T = período de detenção (dias); K = taxa de acumulação de lodo digerido (dias); L_f = contribuição de lodo fresco (L/hab.dia).

A taxa de acumulação total de lodo, em dias, é obtida em função do volume de lodo digerido (L), pela média do mês mais frio ($^{\circ}C$) da região e pelo intervalo entre limpezas (anos) determinado pelo projetista. O número de pessoas por residência foi selecionado a partir do censo demográfico IBGE (2010) filtrando em “censo 2010” os dados sobre “Características da População e dos Domicílios”. A partir dessas determinações, os valores das demais variáveis foram obtidos das tabelas de dimensionamento apresentadas na NBR 7229 (ABNT, 1993).

3.2.2 Cenários avaliados

A partir dos tipos de saneamento obtidos no censo IBGE (2010) e classificados segundo o PLANSAB, criou-se dois cenários para a estimativa de geração de lodo e capacidade de transporte.

O Cenário Ideal considera que todas as residências com atendimento adequado por sistema individual possuem fossa séptica devidamente dimensionada conforme a NBR 7229 e fazem a manutenção adequada de seus sistemas;

O Cenário de Universalização abrange todas as residências não atendidas por rede coletora pública de esgoto possuem fossa séptica devidamente dimensionada conforme a NBR 7229 e fazem a manutenção adequada de seus sistemas.

3.2.3 FSM Toolbox: Planilha interativa de gestão de fossas séptica

Para determinar a capacidade necessária de transporte do lodo removido nas limpezas programadas de fossa séptica, utilizou-se uma planilha interativa de gestão de fossas sépticas (*Interactive Septage Management Toolkit*) da plataforma web FSM Toolbox (*Faecal Sludge Management Toolbox*). Essa plataforma constitui um conjunto de ferramentas e recursos projetados para auxiliar e orientar qualquer pessoa interessada em realizar avaliações e planejar melhorias de infraestrutura.

A planilha *Interactive Septage Management Toolkit* foi desenvolvida para ajudar os governos locais a entender melhor os custos e recursos necessários para desenvolver seus próprios programas de gerenciamento de fossas sépticas de forma abrangente. Nessa planilha existem 6 abas projetadas em um formato interativo, onde o usuário preenche as lacunas de determinadas questões e a planilha realiza os cálculos.

Os resultados gerados vão desde informações sobre o montante de lodo de fossa séptica gerado até o custo de operação e tratamento desse lodo, com base nos dados de entrada que o planejador deve inserir.

Para atingir o objetivo do presente trabalho, foi necessária a utilização apenas das primeiras duas abas.

A primeira delas trata sobre o projeto das fossas sépticas (1. *Septage Design flow*). Aqui são inseridos dados sobre a comunidade obtidos de uma pesquisa

projetada para fornecer informações sobre a porcentagem provável de residências a participar da gestão de suas fossas (*compliance target*) e também a porcentagem dessas que são passíveis de remoção de lodo (*desludgable*), visto que em alguns casos as fossas são lacradas, enterradas ou em situadas em local onde não há acesso a elas. Conhecer o projeto é necessário para dimensionar adequadamente as instalações de tratamento e planejar a coleta. Os dados de entrada utilizados nessa aba provêm dos resultados obtidos nos itens de metodologia supracitados. A interface da aba 1 é mostrada na Figura 19.

Figura 19 - Interface da planilha: aba 1.

Question	Input Value	Unit/Description
1 How many households are there in the coverage area?	70,585	homes
2 How many commercial/institutional establishments are in the coverage area	0	businesses/institutional users
3 What is your compliance target? As a percentage of the homes in the target area, what percentage do you think will participate?	100%	per cent of the homes are likely to participate.
4 From the survey data, what per cent of homes have septic tanks?	100%	per cent of homes have septic tanks.
5 From the survey, of the homes that have septic tanks, what is the percent of the tanks that are desludgable?	100%	per cent of the septic tanks are desludgable.
6 From the survey, what is the average volume of residential septic tanks in the target community?	1.5	cubic meters
7 From the survey, what is the average volume of commercial/institutional septic tanks in the target community?	10	Cubic meters
8 Septic tanks should be desludged every 3 to 5 years. What is the target desludging frequency for your program?	2	years
9 How many days a week will your program operate?	6	days per week
Answer:	178	cubic meters per day*
	4,412	cubic meters per month
	52,939	cubic meters per year
		Working days per month: 25
		Working days per year: 297

* note: calculations on this and other tabs ar

Navigation: Introduction | **1. Septage Design Flow** | 2. How Many Trucks | 3. Collection Cost | 4. Operating Expenses | 5. Revenue | Projections | Compatibility Report

Fonte: FSM Toolbox (S.I).

O usuário, além de inserir a informação sobre o volume médio das fossas sépticas e o número de residências que utilizam esse sistema, é solicitado também o número de estabelecimentos comerciais/institucionais na área de abrangência e o tamanho médio de suas fossas. Como os dados pesquisados se restringiram as fossas domiciliares, o valor dos parâmetros para edificações de outros usos é igual a zero. Ainda nessa aba, é solicitado a que se defina a quantidade de dias da semana e as horas por dia em que os caminhões limpa-fossa (CLP) irão operar.

A segunda aba (Figura 20) trata da quantidade de CLP (2. *How Many Trucks*) necessários para transportar o volume de lodo calculado na aba 1. Para tal, o usuário estima o número de cargas (tanques cheios) por dia com base na capacidade do caminhão, no tempo de transito entre residências, da residência a estação de tratamento e vice e versa.

Figura 20 - Interface da planilha: aba 2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	How Many Trucks Will be Required for your Septage Program												
	<i>Instructions</i> The boxes in blue are copied automatically from the previous page or automatically calculated. Fill in the yellow boxes to the best of your ability to see the num												
	Design flow (from Tab 1):												
	Average septic tank volume (from Tab 1):												
	Number of tank volumes accommodated in the truck												
	Capacity of the truck*												
	Number of Loads Per Day per Truck (Fill in the yellow boxes to estimate loads per day)												
	Estimated drive time to the home or business												
	Estimated time to pump the tank												
	Estimated drive time from collection site to treatment plant												
	Estimated unloading time at the treatment facility												
	Estimated drive time to the next home or business												
	Hours of operation per day												
	Number of loads per day per truck												
	Efficiency of trucking operation												
	Adjusted loads per day per truck												
	Answer: Number of trucks needed:												
	NOTES:												
	* This spreadsheet assumes all of the trucks for your program will have the same capacity or volume. If your program uses trucks with different volumes												
	Introduction 1. Septage Design Flow 2. How Many Trucks 3. Collection Cost 4. Operating Expenses 5. Revenue Projections												

Fonte: FSM Toolbox (S.I).

É solicitado, ainda, o tempo estimado de esvaziamento do tanque séptico e o tempo estimado de descarga do lodo coletado na estação de tratamento. A soma desse tempo é então dividida pelas horas de operação do caminhão definidas pelo planejador, já inseridas na aba 1.

Como nenhuma operação de caminhão é 100% eficiente, ainda é necessário inserir um fator de eficiência, assumindo que caminhões mais novos seriam mais eficientes. A eficiência sugerida pela ferramenta para caminhões novos é de 80% e esse foi o valor adotado para os cálculos.

O processo de cálculo na planilha se repetiu para os dois cenários. Em ambos os cenários, a porcentagem de residências para *compliance target* e para *desludgable* foram de 100%, já que foi assumido que todas as residências de cada cenário fariam a limpeza programada. O que muda para cada cenário é o número de residências.

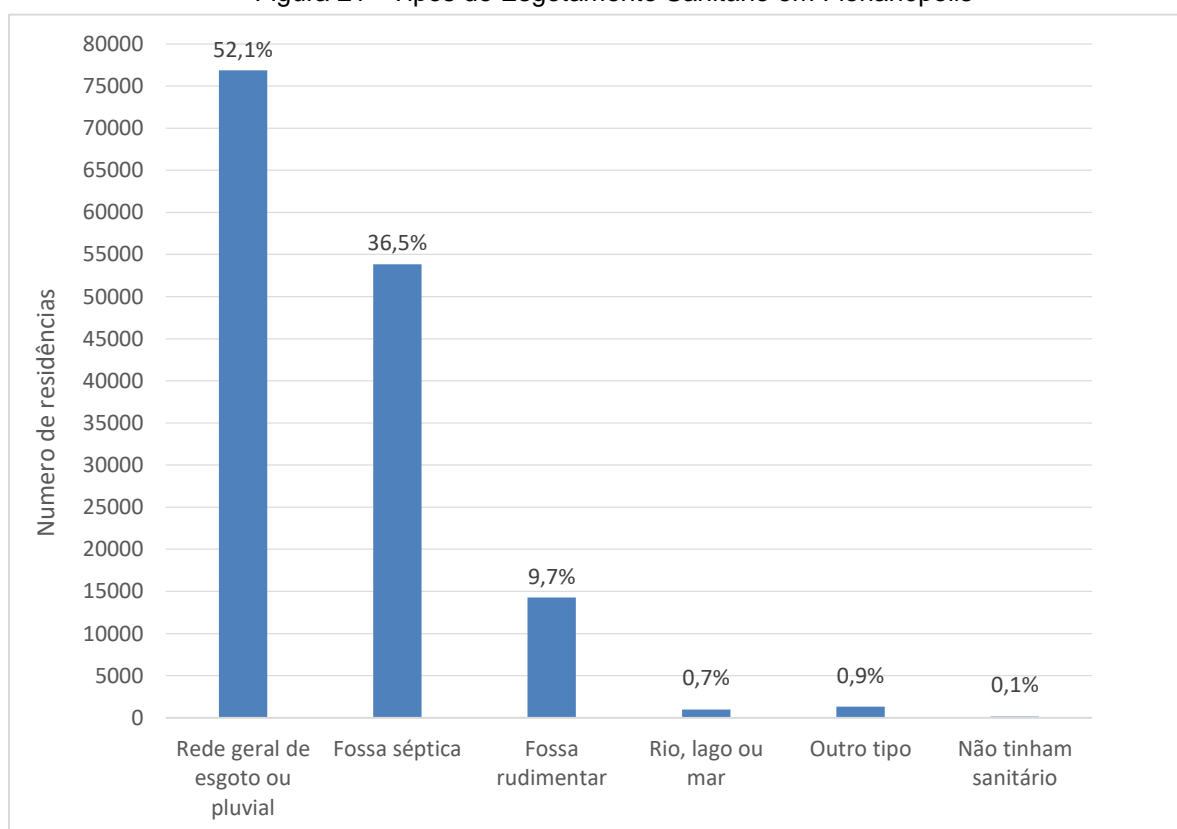
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTAMENTO DE FLORIANÓPOLIS

4.1.1 Panorama a partir de dados do IBGE

Os dados do censo demográfico do IBGE (2010) sobre os tipos de saneamento de Florianópolis são mostrados na Figura 21. Observa-se que quase metade (47,9%) das residências de Florianópolis faz uso de sistema individual de esgotamento, o que demonstra um montante expressivo para de uma população de 516 mil habitantes (IBGE, 2021). Além disso, uma parcela daqueles atendidos por rede geral no referido censo, podiam estar sendo contemplados apenas com a coleta, mas sem tratamento, demonstrando um déficit ainda maior no saneamento da cidade.

Figura 21 - Tipos de Esgotamento Sanitário em Florianópolis



Fonte: Censo demográfico (IBGE, 2010). Elaboração própria (2022).

Assim, os tipos de sistemas individuais foram separados e classificados segundo PLANSAB (Quadro 1), onde a porcentagem de residências corresponde ao total de residências que se utiliza de SI.

Quadro 1 - Classificação dos sistemas individuais existentes em Florianópolis segundo PLANSAB

Sistema individual	Descrição (IBGE, 2010 e 2011)	Residências (unidades)	Residências (%)	Classificação PLANSAB
Fossa séptica	Fossa séptica próxima, sucedida por pós-tratamento ou unidade de disposição final.	53852	76.3	Adequado
Fossa rudimentar	O esgoto bruto é disposto diretamente em um buraco no solo onde (fossa negra, poço, fossa rústica etc.).	14281	20.2	Inadequado
Vala	Valas a céu aberto onde o esgoto escorre superficialmente em direção a cursos d'água ou ao sistema de drenagem.	950	1.3	
Rio, lago ou mar	Esgoto é destinado diretamente no rio, lago ou mar, sem passar por tratamento.	994	1.4	
Outro tipo	O esgotamento não se enquadra em quaisquer dos tipos descritos anteriormente.	364	0.5	
Não tinham sanitário	Residências que não possuem banheiro ou sanitário.	144	0.2	

Fonte: Autora (2022).

A porcentagem das residências que não tinham banheiro ou sanitário é de menos de 1%, porém, para a população da cidade isso representa 144 de residências sem essa infraestrutura. Os outros sistemas individuais inadequados representam 24% do total desse tipo de esgotamento. Esses dados mostram que, não somente existe uma parcela da população sem condições de construir um sistema individual adequado, como também de construir uma infraestrutura básica como é o banheiro.

A Lei Federal Nº 11.888/2008 exige que haja assistência técnica pública e gratuita às famílias de baixa renda quanto aos serviços para o projeto e a construção de habitação de interesse social, porém, não é cumprida com efetividade no município de Florianópolis (PMF, 2021).

Em adição a isso, conforme estabelece a Lei nº 14.026/2020, a prefeitura ou concessionária deve prover, para a população de baixa renda, conjuntos sanitários para as residências e solução para a destinação de efluentes, quando inexistentes.

Essas obrigações legais demonstram a importância do poder público na efetivação das políticas públicas de saneamento, as quais não se tratam apenas de

obras onerosas de rede de esgotamento sanitário, mas, também, de garantir à população carente o acesso ao saneamento básico.

4.1.2 Situação do esgotamento sanitário

De acordo com dados da concessionária levantados no PMISB, até 2008 apenas 39% da população residente de Florianópolis era atendida por rede de coleta pública de esgoto sanitário (PMF, 2011).

Já os dados de 2019, apontam que 68% da população residente estava sendo atendida por rede no município o que representa mais de 315 mil habitantes. Esse índice é baseado onde a rede de esgotamento sanitário público está ativa, ou seja, onde os efluentes coletados são encaminhados a uma Estação de Tratamento de Esgoto. Esse índice indica que a coleta pública de esgoto está disponível no logradouro, no entanto, há a possibilidade de que nem todas as edificações estejam devidamente conectadas a rede.

Portanto, mesmo com a rede coletora implantada, existem diversas situações irregulares como: ligações de esgoto na rede de drenagem; infiltração de esgoto no solo, com ou sem tratamento; e ligações de drenagem na rede coletora de esgoto ocasionando o aumento da vazão e diluição da carga orgânica que chega nas ETEs (PMF, 2021).

Afim de minimizar as irregularidades, está em constante execução o Programa “Floripa Se Liga Na Rede”, realizado com parceria entre prestador de serviços e Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF, 2021).

De acordo com o relatório do Programa datado de dezembro/2020, já foram inspecionadas mais de 18 mil edificações das quais aproximadamente 7 mil foram regularizadas. Especificamente na região dos Ingleses foi realizado o Programa Trato Pelo Capivari, que atendeu áreas atendidas e não atendidas por rede pública coletora, onde realizou inspeções em mais de 3 mil edificações, regularizando 620 em razão das ações executadas pelo Programa (PMF, 2021).

Atualmente, os resultados das ações de fiscalização e inspeção de esgoto em Florianópolis estão disponibilizados por um sistema de informações interativo – o portal Sanear Floripa (PMF, 2021). De acordo com os dados apresentados pela plataforma, a qual é aberta a população, foram realizadas mais de 4 mil inspeções

apenas no período de abril de 2020 a junho de 2021. Foram constatados 3446 imóveis irregulares, onde a irregularidade principal é a inadequação da caixa de gordura.

4.1.3 Gestão dos sistemas de tratamento individuais de esgoto sanitário

De acordo com o PMISB de Florianópolis, 32% da população residente, aproximadamente 170 mil habitantes, não é atendida por rede coletora pública de esgotamento sanitário, sendo o esgotamento sanitário realizado através de soluções individuais, com ou sem tratamento, dispendo o esgoto final em rios, rede de drenagem, mar ou solo (PMF, 2011, 2021).

Nas áreas da cidade onde não há rede pública de coleta de esgoto, não existe um cadastro atualizado que permita quantificar os tipos de tratamento individual e destinação final realizado nestes locais. Assim, não é conhecido o número de habitações atualmente que dispõem de sistema individual de tratamento devidamente dimensionado e com a manutenção periódica necessária. Com isso, podem existir muitas irregularidades, as quais se tornam corriqueiras devido à falta de fiscalização e orientação técnica pela concessionária ou pela prefeitura (PMF, 2011, 2021).

Visto isso, uma das proposições do PMISB (PMF, 2021) é ampliar e avaliar o Programa “Floripa Se Liga Na Rede”, com ações voltadas para educação e fiscalização em áreas desprovidas de rede pública de coleta de esgotamento sanitário.

O programa de gerenciamento dos serviços públicos de esgotamento sanitário do PMISB compreende um conjunto de ações divididas por metas a serem desenvolvidas pela administração municipal afim de coletar, transportar, tratar e dispor os efluentes produzidos na cidade.

A meta 3 do programa traz, dentre suas ações, a elaboração de resolução para normatizar os serviços ainda não prestados pela Concessionária e previstos na Lei Federal 14.026/2020, tais como, a disposição final dos lodos originários de sistemas individuais de tratamento de esgoto de forma ambientalmente adequada (PMF, 2021).

Já a meta 5 trata especificamente do gerenciamento dos serviços de limpa-fossa. Compõem as suas ações: a implantação de estrutura para recebimento de efluentes de CLP nas novas ETEs (João Paulo, Ingleses e Rio Tavares); o credenciamento das empresas que atuam nos serviços de limpa fossa no município

de Florianópolis que destinam efluente para as ETE da concessionária e criação de sistema de gerenciamento dos serviços de limpa fossa no município.

A meta 6 indica que seja dada a assistência técnica desde o projeto até a execução de sistemas individuais de tratamento de esgoto destinados à população de baixa renda, consoante com a disciplina da Lei Federal nº 11.888/2008.

Segundo PROSAB (2006), os responsáveis pela prestação dos serviços de saneamento no município, geralmente, não fornecem o serviço de remoção do lodo das fossas/tanques sépticos, o que poderia ser explicado pela falta de obrigatoriedade legal e dificuldade de repasse dos custos para a tarifa de água. Entretanto, essa situação deve mudar com a aplicação do Novo Marco do Saneamento, a qual considera como serviços públicos de esgotamento sanitário a “disposição final dos esgotos sanitários e dos lodos originários da operação de unidades de tratamento coletivas ou individuais de forma ambientalmente adequada, incluídas fossas sépticas” (Art. 3º-B, IV).

Tudo isso serve de base para o reconhecimento do potencial e fomento aos sistemas de tratamento de esgotos no lote, conforme define apreciação do departamento de engenharia sanitária e ambiental da UFSC (2021) frente aos desafios do esgotamento sanitário em Florianópolis.

4.2 TRANSPORTE DO LODO DE FOSSAS SÉPTICAS

4.2.1 Contenção e volume de lodo a ser removido

Os parâmetros de entrada para a fórmula 2 estão sintetizados no Tabela 1. O intervalo entre limpezas escolhido foi de 2 anos, pois de acordo com a Fundação Nacional de Saúde, esse é o período mínimo para que o lodo já se apresente mais estabilizado, possibilitando um tratamento mais economicamente vantajoso (BRASIL, 2014). Para Florianópolis, a média é de 3 pessoas por domicílios permanentes (IBGE, 2010). A média de temperatura mínima no inverno é de 16,5 °C (PMF, 2021).

A Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf) foram selecionados para moradias de padrão médio, considerando a hipótese de que as residências que possuem um sistema adequado de contenção contam com essa qualidade de moradia. O período de detenção (T) resultou em 24 horas, correspondente a contribuição diária de esgoto na fossa menor de 1500L/dia.

Tabela 1- Síntese dos parâmetros utilizados para cálculo do V_u

Parâmetro	Valor	Unidade
N	3	peessoas
C	130	L.pessoa ⁻¹ .dia ⁻¹
T	1	dias
k	105	dias
L _f	1	L.pessoa ⁻¹ .dia ⁻¹

Fonte: Autora (2022).

O volume útil (V_u) de cada fossa séptica resultou em 1,7 m³. O volume de remoção corresponde a 90% do volume total (equação 1), resultando em 1,5 m³ por fossa séptica residencial. Com isso, cada CLP de 8 m³ é capaz de acomodar um volume de 5 fossas sépticas.

4.2.2 Capacidade necessária de transporte

Foi utilizado o volume de remoção como dado de entrada na planilha *Interactive Septage Management Toolkit*, pois é o volume que efetivamente deverá ocupar espaço nos caminhões limpa-fossa.

A hipótese criada aqui é que os veículos limpa-fossa trabalhariam exclusivamente para atender as residências, com uma rota pré-definida a qual geraria uma economia de escala viabilizada pela garantia na regularidade da demanda do serviço (SuSanA, 2020). Os tempos de trânsito dos veículos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Tempo de trânsito estimado dos limpa-fossas

Variável	Tempo em horas
Tempo total estimado de viagem entre as residências	1.3
Tempo estimado para esvaziamento da fossa séptica	2.5
Tempo de viagem estimado do local de coleta até a ETE	0.75
Tempo estimado de descarga na unidade de tratamento	0.5
Tempo estimado de viagem até a próxima residência	0.75

Fonte: Autora (2022).

O tempo estimado para esvaziar a fossa foi escolhido com base no trabalho de Valerim (2021), onde os prestadores de serviço de limpa-fossa entrevistados afirmaram que levam de 15 a 40 minutos para esvaziamento das fossas sépticas. Esse tempo varia de acordo com a dificuldade que os veículos têm de acessar o

sistema de tratamento. Assim foi definido 30 minutos pra execução desse serviço e 10 minutos de viagem entre uma residência e outra. De acordo com Valerim (2021), cada veículo faz por dia cerca de 5 a 8 serviços por dia, valor que vêm ao encontro dos resultados obtidos.

A quantidade de veículos limpa-fossa, trabalhando 6 dias por semana e 8 horas por dia para atender a cidade de Florianópolis foi de 16 para o Cenário Ideal e de 22 para o Cenário de Universalização. A síntese dos resultados pode ser vista na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados para o volume de lodo a ser transportado

Variável	Cenário Ideal	Cenário de universalização
Número de residências atendidas	53852	70585
Volume de resíduos a ser retirado das FS (m ³ /dia)	136	178
Número de cargas por CLP por dia	1,2	1,2
Número de limpezas de FS realizadas por CLP por dia	6	6
Número de CLP necessários por dia	16	22

Fonte: Autora (2022).

4.2.3 Prestadoras de serviço de limpa-fossa

Existem, registradas no município de Florianópolis, 20 empresas prestadoras do serviço de limpeza de fossa séptica com um montante de 41 veículos limpa-fossa para atender a cidade (Tabela 4). Dessas empresas, 3 encontram-se com suas licenças ambientais de operação (LAO) vencidas, representando 6 veículos no total. Dessa forma, encontra-se operando com licença ambiental adequada 35 veículos de 17 empresas registradas na cidade.

Destaca-se que a LAO só tem validade, juntamente com o Alvará Sanitário de Funcionamento da atividade (válido) e o Contrato de Prestação de Serviço de Tratamento dos Efluentes coletado. Além disso, a validade da LAO é condicionada à apresentação ao órgão ambiental dos relatórios quadrimestrais de registro do local de coleta e de descarga dos efluentes de tanques sépticos, e de limpeza dos veículos tanques.

Por motivos legais, questões éticas e de direitos autorais, apenas o nome da concessionária do serviço na cidade foi mantido, o nome das demais empresas

destinadoras dos lodos foram substituídos por nomes genéricos, sendo eles “empresa A”, “empresa B” e “empresa C”.

Tabela 4 - Prestadoras de serviço de limpa-fossa registradas em Florianópolis.

Número da LAO	Bairro	Número veículos	Validade licença	Destino dos resíduos de fossa
3735/2018	Rio Tavares	3	válida	CASAN - ETE Canasvieiras e Empresa A
10194/2017	Inglese	2	vencida	CASAN - ETE Canasvieiras
5689/2018	Santo Antônio de Lisboa	2	válida	CASAN - ETE Canasvieiras
1085/2018	Inglese do Rio Vermelho	2	vencida	CASAN - ETE Canasvieiras
373/2018	Vargem Pequena	2	vencida	CASAN - ETE Canasvieiras
1638/2018	Canasvieiras	4	válida	Licença arquivada
4521/2019	Jardim Atlântico	2	válida	Empresa A
4173/2018	Canasvieiras	4	válida	Sem informação
7497/2019	Jardim Atlântico	3	válida	Empresa A
5020/2019	Inglese do Rio Vermelho	1	válida	CASAN - ETE Canasvieiras
7463/2019	Inglese do Rio Vermelho	1	válida	CASAN - ETE Canasvieiras
8546/2019	Jardim Atlântico	2	válida	Empresa B
6487/2019	Jardim Atlântico	1	válida	Empresa C
6369/2020	Inglese do Rio Vermelho	1	válida	CASAN - ETEs diversas*
958/2021	Jardim Atlântico	1	válida	CASAN - ETEs diversas*
1605/2021	Canasvieiras	3	válida	CASAN - ETE Canasvieiras
6333/2021	Santo Antônio de Lisboa	1	válida	CASAN - ETE Canasvieiras
6863/2021	Capoeiras	2	válida	Empresa A
6864/2021	Inglese do Rio Vermelho	2	válida	Empresa A
7921/2021	Vargem Pequena	2	válida	CASAN - ETEs diversas*

Fonte: Elaboração própria. *Refere-se as ETEs de Canasvieiras, Chapecó, Catanduvas, Dionísio Cerqueira, Treze Tilhas, Criciúma e Laguna.

Com o propósito de atestar a procedência e o destino dos dejetos, os veículos limpa-fossas que prestam serviço em Santa Catarina, mesmo que registrado em outro estado da federação, devem possuir suas atividades monitoradas por sistema de geoposicionamento, obrigação imposta pela Lei estadual 17.082/2017 e regulamentada pelo Decreto 469/2020.

De acordo com a Resolução CONSEMA n° 98/2017, item 53 - Serviços Diversos, código 53.20.20 - Serviços de Coleta e Transporte de Efluentes, trata-se de uma atividade de pequeno porte (NV = 2) e médio potencial poluidor.

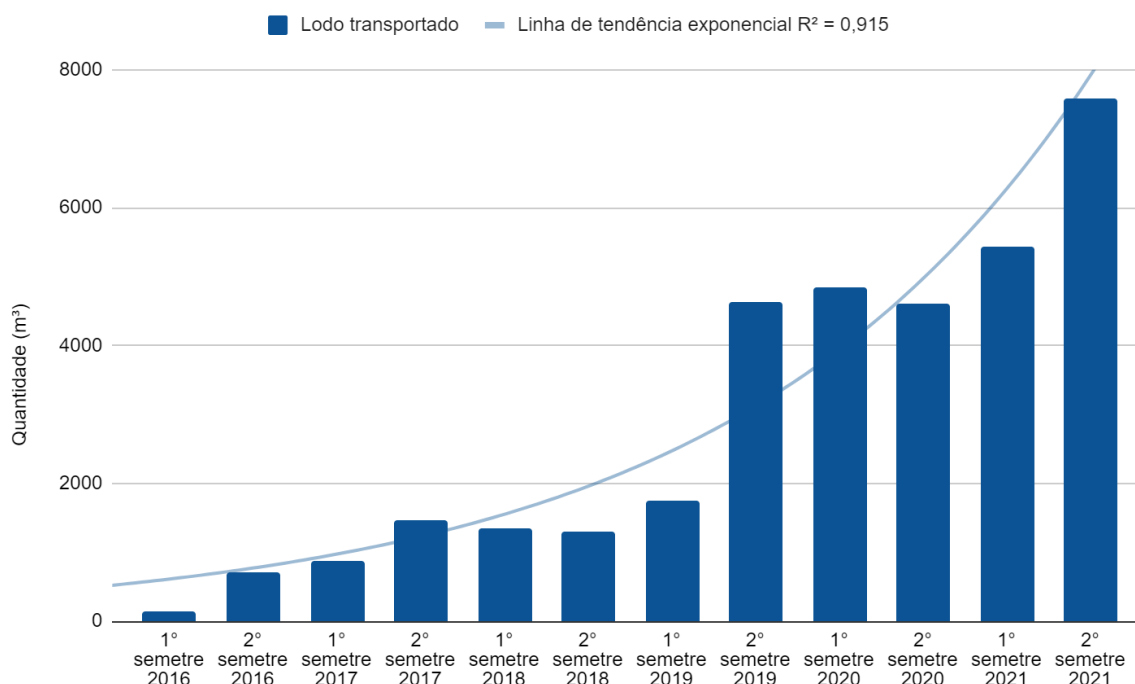
A descrição dos serviços realizados da maior parte das empresas listadas na Tabela 4 consiste na coleta e transporte de esgoto sanitário provenientes de tanques sépticos, filtros anaeróbios, sumidouros, valas de infiltração, caixas de gordura, moto home, ônibus de turismo e congêneres. A coleta é realizada através de caminhão tanque, equipado com bombas e mangueiras para a sucção do material e hermeticamente fechado para impedir vazamentos.

Ao comparar as quantias necessárias de veículos limpa-fossa dos cenários propostos com a quantidade existente hoje na cidade, percebe-se a demanda exigida para executar a limpeza programada das fossas sépticas é exequível. Porém, a situação avaliada considera apenas que as empresas registradas em Florianópolis atendem apenas a cidade, o que não é verdade. Segundo Valerim (2021) as empresas dos municípios da Grande Florianópolis atendem aos bairros da capital e vice-versa. Assim, não é possível inferir com certeza qual é a maior demanda entre a capital e as demais cidades pelo serviço de limpa-fossa.

4.2.4 Transporte de lodo de fossa séptica com MTR

Os resultados obtidos a partir dos relatórios gerados no sistema MTR para Florianópolis são mostrados no gráfico da figura x. Esses dados se referem ao lodo gerado por pessoa jurídica e transportado com a emissão do MTR. Observa-se que a quantidade de registros no sistema cresce exponencialmente, indo de 131 m³ no primeiro semestre de 2016, quando entrou em funcionamento o sistema MTR-SC, para 7 mil m³ durante o segundo semestre de 2021, quando o sistema nacional do MTR já estava sendo obrigatório em todo território nacional.

Figura 22 - Lodo transportado com MTR na cidade de Florianópolis.



Fonte: Autora (2022).

Observando a geração de lodo residencial do Cenário Ideal com a geração por estabelecimentos comerciais em Florianópolis, nota-se que a quantidade é cerca de 2,5 vezes maior para o cenário estudado quando comparado aos dados do MTR. Fazendo uma relação direta entre as duas fontes de geração, o lodo gerado por pessoa jurídica precisaria de apenas 6 veículos limpa fossa para atendimento da sua demanda, contra 16 veículos necessários para atender as residências.

Esses resultados demonstram que o volume de caminhões limpa-fossa existentes na cidade para atender exclusivamente a demanda da própria cidade é superior ao necessário, visto que existem 35 caminhões disponíveis e são necessários apenas 22 no Cenário Ideal e 30 no Cenário de Universalização.

Nesse caso, é possível supor que parte dos veículos registrados em Florianópolis está atendendo outras cidades ou, se o serviço está sendo realizado exclusivamente na cidade, não está sendo executado de maneira eficiente, seja por falta de planejamento na rota ou por demandas em locais dispersos, resultando em menos limpezas diárias e mais tempo de trânsito.

Portanto, além das limpezas programadas garantirem a qualidade do tratamento dos sistemas individuais, o seu planejamento gera economia de escala e

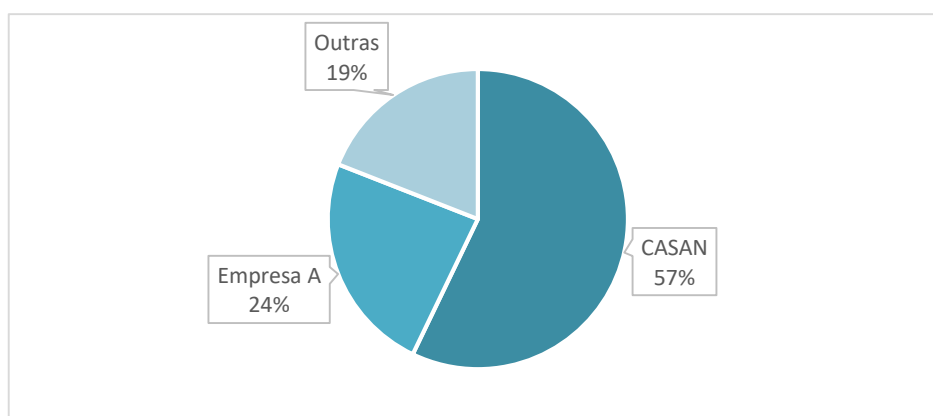
consequentemente uma maior eficiência do serviço. Tudo isso barateia o custo para o usuário e torna a cadeia de serviço mais sustentável.

4.2.5 Destino final dos resíduos de fossas sépticas

Conforme apresentado na Tabela 4, o principal destino dos resíduos transportados pelos limpa-fossa é a ETE da CASAN localizada no Bairro de Canasvieiras, seguido da Empresa A e outras ETEs da CASAN localizadas em outras cidades.

A menor parcela da destinação se trata da Empresa B e Empresa C e outros destinos desconhecidos referente as licenças ambientais 1638/2018 e 4173/2018. A Figura 23 ilustra as parcelas das empresas as quais as prestadoras de serviço de limpa-fossa destinam os resíduos transportados.

Figura 23 - Destinação dos resíduos transportados por veículos limpa-fossa em Florianópolis



Fonte: Autora (2022).

De acordo com trabalho realizado por Valerim (2021), a ETE de Canasvieiras (CASAN) possui uma capacidade máxima de recebimento de 148m³/dia de resíduos de veículos limpa fossa. Com isso, a ETE consegue receber uma quantidade de 18 caminhões diariamente. No total, são 15 empresas credenciadas, das quais 9 são registradas no município de Florianópolis e as outras 6 são do município de São José.

O sistema de recebimento funciona das 8h às 22h, todos os dias, salvo nos períodos de manutenção do sistema. Para distribuir a chegada de lodo ao longo do dia e evitar sobrecarga na ETE, foram estabelecidos intervalos para a chegada de

cada caminhão. No verão, o volume máximo de recebimento é ultrapassado, mas no restante do ano há bastante variação, chegando a ficar bem abaixo do limite.

O tratamento empregado consiste num separador gravitacional para remoção dos sólidos grosseiros, areia e gordura, sendo que a fração líquida é direcionada para as outras unidades da estação.

Sobre a empresa B, os dados obtidos foram resultantes da busca pelo número da LAO. Localizada no município de São José/SC, a ETE tem capacidade para uma vazão 96 m³/dia (1,11 L/s), o que equivale a descarga de 12 caminhões/dia de 8 m³ cada. O sistema de tratamento de efluentes foi projetado, sobretudo, para receber resíduos provenientes de serviços de coleta e transporte rodoviário de efluentes sanitários.

A ETE é composta de gradeamento, desarenador, decantador primário, lagoa anaeróbia, duas lagoas facultativas, tanque de zona de raízes (wetland) para o polimento final, cloração e leito de secagem e lançamento do efluente tratado em curso d'água Classe II.

Em relação as demais ETEs, não foram encontradas informações sobre o recebimento de resíduos de FS em suas instalações.

Esses dados demonstram que apenas duas das empresas citadas já conseguiria atender a demanda diária dos 30 CLF transportando resíduos de FS residencial e comercial da cidade de Florianópolis para ambos os cenários expostos.

ETEs como da Empresa B, em especial, tornam-se uma opção interessante do ponto de vista de eficiência no tratamento, visto que está mais preparada para receber esse tipo de resíduo. Porém, a distância entre o local de coleta e o tratamento também é um fator a se levar em consideração.

Vale salientar que para as FS de pessoa jurídica não existem dados concretos como o censo do IBGE, necessitando a uma análise mais aprofundada para a determinação do número de estabelecimentos comerciais que se utilizam dessa solução e assim definir a demanda mais provável de limpeza desses sistemas.

5 CONCLUSÃO

Os dados do IBGE permitiram a caracterização quantitativa e qualitativa dos SI, a qual serviu como dados de entrada para alcançar o objetivo geral proposto. Além disso, essa caracterização serviu como base de análise para os desafios encontrados na universalização do saneamento, visto que uma parcela da população sequer conta com banheiro em sua residência ou tratamento individual adequado.

Com base nos cenários criados, o estudo realizado demonstrou que Florianópolis possui potencial para transportar todo o resíduo de fossa séptica gerado tanto pelas residências quanto pelos estabelecimentos comerciais que fazem o uso dessa solução.

A planilha da FSM Toolbox se mostrou uma ferramenta simples e eficaz para alcançar o objetivo proposto. Com ela é possível observar como o ajuste dos parâmetros altera o projeto. O usuário pode experimentar a planilha variando a capacidade do caminhão e o número de horas por dia de operação para otimizar o número de caminhões necessários.

Os resultados alcançados em adição a revisão do PMISB, permitiram elencar as oportunidades para gestão dos SI, as quais dizem respeito, sobretudo, a responsabilização do poder público quanto a gestão dos subprodutos gerados e o auxílio técnico e financeiro às famílias de baixa renda.

O MTR se mostra como uma ferramenta auxiliar no controle das limpezas periódicas, pois, no sistema fica registrado para cada gerador a data da limpeza e a quantidade de lodo removido. Com isso poderia ser realizada uma estimativa do intervalo de tempo necessário entre limpezas para manter cada um desses sistemas atuando de forma adequada. Mensagens poderiam ser enviadas do sistema MTR para informar os geradores sobre a próxima limpeza a ser realizada, com a data mais provável. O mesmo poderia ser aplicado para o caso das limpezas de fossas sépticas domiciliares, que atualmente não são de declaração obrigatória. Para melhorar ainda mais esse controle, o ideal seria que a prestadora do serviço público de saneamento básico executasse a cadeia de serviços ligadas a gestão dos sistemas individuais de tratamento, principalmente no que tange o esvaziamento e transporte dos subprodutos.

6 RECOMENDAÇÕES

- Avaliação de outros cenários variando a localização da ETE e regime de trabalho dos veículos;
- Expandir o presente estudo para a região da Grande Florianópolis;
- Realizar a análise físico financeira para implementação da gestão de fossas sépticas em Florianópolis com o auxílio da Planilha *Interactive Septage Management Toolkit*;
- Aplicar o MTR Romaneio no auxílio do controle das limpezas periódicas de fossas sépticas residenciais, além das comerciais;
- Explorar as ferramentas e políticas públicas para aplicar na gestão do lodo de fossas sépticas a partir das metas do PMISB para sistemas individuais de esgotamento;

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017. 88 p. il. ISBN: 978-85-8210-050-9.

ALÔ SERVICE SOLUÇÕES EM RESÍDUOS (Belém). Alô Service Soluções em Resíduos. **Limpa Fossa**. 2018. © 2018 Alô Service. Disponível em: <https://www.limpafossa24h.com/>. Acesso em: 04 fev. 2022.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. Sistemas simples para tratamentos de esgotos sanitários: experiência brasileira. Rio de Janeiro: ABES, 1997. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/tede/1876/1/PDF%20-%20Andressa%20Muniz%20Santos.pdf>. Acesso em 15 de fev. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1987. 60 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1997. 15 p.

ÁVILA. R. O. Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte. Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – UFRJ; COOPE, 2005. 166 p. doi: 10.1016/j.jenvman.2007.08.016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479707003131?via%3Dihub>. Acesso em 13 de fev. 2022.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 292 p., 1988.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2007. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-norma-actualizada-pl.html>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BRASIL. Lei nº 11.888, de 24 de dezembro de 2008. Assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social e altera a Lei no 11.124, de 16 de junho de 2005. Brasília, 2008.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2020c.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Operação e manutenção de tanques sépticos-lodo: manual de boas práticas e disposição do lodo acumulado em filtros plantados com macrofilas e desinfecção por processo térmico. Brasília. Funasa, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 280, de 29 de junho de 2020. Regulamenta os arts. 56 e 76 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, e o art. 8º do Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020, institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019. 2020a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 357, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2011. 79

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 430, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 498, de 19 de agosto de 2020. Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de bio sólido em solos, e dá outras providências. Brasília, DF, 2020b.

BRASIL. Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Brasília: MDR/SNS, 2013. Disponível em: http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1446465969_BrasilPlanoNacionalDeSaneamentoB%C3%A1sico-2013.pdf. Acesso em: 10 fev. 2022.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento / Ministério do Desenvolvimento Regional. **Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab)**. Documento em revisão submetido à apreciação dos conselhos nacionais de saúde, recursos hídricos e meio ambiente. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab>. Acesso em: 23 set. 2021.

CHAVES, Jarbas Rodrigues et al. Características gerais dos sistemas locais de esgotamento sanitário de Miguel Pereira, Russas - CE. In: **Congresso norte nordeste de pesquisa e inovação**, 5., 2010, Maceió. Resumo de congresso. Maceió: Connepi, 2010. v. 1, p. 451-459. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/anais/conteudo/anais/files/conferences/1/schedConfs/1/papers/1393/public/1393-5016-1-PB.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2022.

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. Reatores Anaeróbios. DESA -UFMG. Belo Horizonte, 1997.

CORDEIRO, Bernardo Souza. **A gestão de lodos de fossas sépticas: uma abordagem por meio da análise multiobjetivo e multicritério**. 2010. 143 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade de Brasília, Brasília, 2010. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/7163/1/2010_BernardoSouzaCordeiro.pdf. Acesso em: 17 set. 2020.

CORSAN - COMPANHIA RIO-GRANDENSE DE SANEAMENTO. SoluTrat. Disponível em: <https://www.corsan.com.br/solutrat>. Acesso em: 15 fev. 2022

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER – RS (FEPAM). Sistema MTR – Manual de Apoio ao usuário. Versão 2,03. 2019. Disponível em: <https://www.rs.gov.br/carta-de-servicos/servicos?servico=1227>. Acesso em: 10 fev. 2022.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER – RS (FEPAM). Sistema de Controle de Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR: Perguntas Frequentes. Rio Grande do Sul, 2022. Disponível em: <https://mtr.fepam.rs.gov.br/ControllerServlet?acao=perguntasFrequentes>. Acesso em: 10 fev. 2022.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). Sistema MTR – Manual de Apoio ao usuário. Versão 1.03. 2019. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/servico/emitir-o-manifesto-de-transporte-de-residuos-mtr#ui-id-14>. Acesso em: 10 fev. 2022.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de Saneamento. Ministério da Saúde**. Brasília, DF, 4ed, 648 p., 2015. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/541>. Acesso em: 10 dez. 2021.

Gikas, P., and Tchobanoglous, G. (2009). The role of satellite and decentralized strategies in water resources management. J. Environ. Manag. 90, 144–152.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4.e. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002

GIL. Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, v5, p. 61, 2002.

HADDAD, Katia Bittar. Avaliação da codisposição de resíduos de fossa e tanque sépticos em sistema de tratamento de esgoto composto por lagoas anaeróbias, facultativas e de maturação. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/3232?mode=full>. Acesso em 13 de fev. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Atlas Do Saneamento 2011. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=253096>. Acesso em: 17 jan. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/florianopolis/panorama>. 2021. Acesso em: 17 jan. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico: Tabelas - Características da População e dos Domicílios. 2010a. Disponível em: Censo 2010 | IBGE. Acesso em: 17 jan. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2010b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=publicacoes>. Acesso em: 17 jan. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=publicacoes>. Acesso em: 17 jan. 2022.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA – IMA. Consultas relacionadas ao licenciamento ambiental. Disponível em: <https://consultas.ima.sc.gov.br/consulta/consultar#>. Acesso em 28 de fev. 2022.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA - IMA. Sistema de Controle de Movimentação de Resíduos e de Rejeitos – MTR: Perguntas Frequentes. 2022. Disponível em: <http://mtr.ima.sc.gov.br/ControllerServlet?acao=perguntasFrequentes>. Acesso em 13 de fev. 2022.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. ABES. 6ª edição, Rio de Janeiro, RJ, 2011.

JORDÃO, Eduardo P. e PESSÔA, Constantino A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 932p. 1995.

MMA-MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Nota Oficial. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/noticias/nota>. Acesso em: 10 jan. 2022.

MIKHAEL, Georges et al. Chapter 4: Methods and Means for Collection and Transport of Faecal Sludge. [S.l.]

NUVOLARI et al. Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola. 1 ed. São Paulo; Edgard Blucher, 2003. Disponível em: https://www.academia.edu/43510736/ESGOTO_SANIT%C3%81RIO_COLETA_TRA

NSPORTE_TRATAMENTO_E_RE%C3%9ASO_AGR%C3%8DCOLA. Acesso em 13 de jan. 2022.

OLIVEIRA JUNIOR, José Lima de. Tratamento descentralizado de águas residuárias domésticas: uma estratégia de inclusão social. In: LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde (org.). Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa. Campina Grande: Eduepb, 2013. p. 213-232. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/bxj5n/pdf/lira-9788578792824.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2022.

PACHECO, RODRIGO PINHEIRO. Custos para implantação de sistemas de esgotamento sanitário. Curitiba, 2011. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/29604/R%20-%20D%20-%20RODRIGO%20PINHEIRO%20PACHECO.pdf?sequence=1%3e>. Acesso em: 11 dez. 2021.

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: 13 fev. 2022.

PMF - PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. Portal Sanear Floripa. 2021. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiY2M4ZDIODctMWUzNS00NzFjLThkYzEtYzg5OWM1MzlkYjA3liwidCI6IjdmNmM1M2I4LWU3YTtytNGEyZi1iNTY5LWVjOTgzOTBiMmZiOSJ9&pageName=ReportSectionfaa01ccfc6e93a02c97d>. Acesso em: 20 dez. 2021.

PMF - PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Saúde. Diretoria de Vigilância em Saúde. **OT-06**: Orientação técnica: Valas de Infiltração e Sumidouro. 2020. 13 p. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/vigsanitaria/index.php?cms=orientacoes+tecnicas&menu=4&submenuid=1662>. Acesso em: 08 dez. 2022.

PMF - PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Saúde. Diretoria de Vigilância em Saúde. **OT-03**: Orientação técnica: Caixa de Gordura. 2022. 13 p. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/vigsanitaria/index.php?cms=orientacoes+tecnicas&menu=4&submenuid=1662>. Acesso em: 08 dez. 2022.

PMF - PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de de Habitação e Saneamento Ambiental - SMHSA. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico (PMISB)**: Versão Consolidada Final. 2011. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/infraestrutura/index.php?cms=plano+integrado+d e+saneamento+basico>. Acesso em: 08 dez. 2022.

PMF - PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Infraestrutura Superintendência de Habitação e Saneamento Diretoria de Saneamento. **Revisão plano municipal integrado de saneamento básico**

(PMISB): versão final. 2021. Disponível em:

<https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/saneamento/index.php?cms=revisao+pmisb+2021&menu=7&submenuid=2410>. Acesso em: 08 dez. 2022.

PMF - PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. Consulta Pública: Concepção Geral Do Sistema De Esgotamento Sanitário. 2018. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/sistemas/Infraestrutura/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

PRESIDÊNCIA DA REPUBLICA. CASA CIVIL. SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. Constituição (2008). Lei Federal nº 11.888, de 24 de dezembro de 2008. Assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social e altera a Lei no 11.124, de 16 de junho de 2005. **Lei Nº 11.888, de 24 de Dezembro de 2008..** Brasília, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11888.htm. Acesso em: 23 set. 2021.

PROSAB. Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final / Cleverson Vitório Andreoli (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009 388p. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_6.pdf. Acesso em 15 de jan. 2022.

SAIANI, C. C. S. Déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil. Prêmio IPEA-CAIXA 2006, Brasília, 2006. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ipeacaixa/premio2006/index.php?pg=premiados>. Acesso em: 11 dez. 2021.

SANTA CATARINA. Fundação do Meio Ambiente – FATMA. Portaria FATMA Nº 324 de 11 de dezembro de 2015. Estabelece as condições de utilização do Sistema de Controle de Movimentação de Resíduos e Rejeitos no Estado de Santa Catarina, complementa a Portaria FATMA nº 242/2014 (Revogado pela Portaria IMA Nº 21 DE 25/01/2019). Florianópolis, 2015.

SANTA CATARINA. IMA e Abetre firmam parceria para desenvolver módulo de Gerenciamento de Resíduos. 2021. Disponível em: <https://www.sc.gov.br/noticias/temas/meio-ambiente/ima-e-abetre-firmam-parceria-para-desenvolver-modulo-de-gerenciamento-de-residuos>. Acesso em: 17 jan. 2022.

SANTA CATARINA. Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina – IMA. Portaria IMA nº 21 de 25 de janeiro de 2019. Estabelece as condições de utilização do Sistema de Controle de Movimentação de Resíduos e Rejeitos no Estado de Santa Catarina, complementa a Portaria FATMA nº 242/2014 e revoga integralmente e substitui a Portaria FATMA nº 324 de 11.12.2015. Florianópolis, 2019.

SANTA CATARINA. Lei nº 17.082, de 12 de janeiro de 2017. Obriga os caminhões limpa fossa a instalarem dispositivo de geoposicionamento que seja capaz de identificar o local onde é feito o despejo de dejetos. Florianópolis, 2017.

SANTOS, Andressa Muniz. Tratamento descentralizado de esgotos domésticos em sistemas anaeróbios com posterior disposição do efluente no solo. 2013.

Santos, Andressa Muniz. Tratamento descentralizado de esgotos domésticos em sistemas anaeróbios com posterior disposição do efluente no solo. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, 2013.

SAVEGNAGO, Leoberto; FERRI, Renan. Caracterização de Esgoto Oriundo de Fossa Séptica Biodigestora e seu Potencial para Aplicação na Agricultura como Biofertilizante. 2014. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Francisco Beltrão – PR, 2013.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL - SDE. O pioneirismo de Santa Catarina nos 10 anos de política nacional de resíduos sólidos. 2020. Disponível em: <https://www.sde.sc.gov.br/index.php/noticias/2608-o-pioneirismo-de-santa-catarina-nos-10-anos-de-politica-nacional-de-residuos-solidos>. Acesso em 13 de fev. 2022.

SILVA JÚNIOR, Édio Damásio. Tratamento Do Lodo De Resíduos De Fossas E Tanques Sépticos Em Um Sistema De Alagado Construído. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2013.

SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS - SISEMA. Cursos livres: Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR. Disponível em: <http://trilhasdosaber.meioambiente.mg.gov.br/course/view.php?id=317>. Acesso em 13 de fev. 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – SINIR. Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR: Perguntas Frequentes. 2021.

SPERLING, Marcos Von. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: UFMG, v. 1, 2005.

STEVE MANGEKIN (New Hampshire). Alpha Building Inspections. **How Much Does a Septic Inspection Cost?** 2020. © 2022 Alpha Building Inspections.. Disponível em: <https://alphabuildinginspections.com/how-much-does-a-septic-inspection-cost/>. Acesso em: 12 fev. 2022.

TAE: Especializada em tratamento de águas e efluentes. **Gestão Do Saneamento - Sistemas Centralizados e Descentralizados**. Set. 2018. Edição Nº 44. Disponível em: <https://www.revistatae.com.br/Artigo/283/gestao-do-saneamento---sistemas-centralizados-e-descentralizados>. Acesso em: 10 dez. 2021.

TAE: Especializada em Tratamento de Águas e efluentes. **Tratamento descentralizado é saída viável para universalização do saneamento**. Abr. 2021. Edição Nº 60. Disponível em: <https://www.revistatae.com.br/Artigo/695/tratamento->

descentralizado-e-saida-viavel-para-universalizacao-do-saneamento-. Acesso em: 11 dez. 2021.

UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Apreciação Do Departamento De Engenharia Sanitária E Ambiental Da Ufsc Frente Aos Desafios Do Esgotamento Sanitário Em Florianópolis/SC. Florianópolis, 2021.

VALERIM, Ana Elisa Aplicação da ferramenta Diagrama de Fluxo de Esgotos para avaliação do gerenciamento do esgotamento sanitário da região de Ingleses do Rio Vermelho – Florianópolis/SC. 85 p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 2021.

VENSON, Auberth Henrik; RODRIGUES, Karla Cristina Tyskowski Teodoro; CÂMARA, Márcia Regina Gabardo da. Evolução da distribuição espacial do acesso aos serviços de saneamento básico nos municípios do estado do paraná de 2006 a 2013. **Revista Gestão Pública: PRÁTICAS E DESAFIOS**, Paraná, v. , n. 2, p. 1-17, out. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaopublica/article/view/2060/1634>. Acesso em: 31 jan. 2022.

VGR. Plataforma de Gestão de Resíduos Online. Entenda as mudanças com as novas diretrizes para gera o do MTR. Disponível em: https://conteudo.vgresiduos.com.br/ebook-mtr-guia-definitivo?utm_campaign=ebook_mtr_-_base_geral&utm_medium=email&utm_source=RD+Station#rd-box-joq3m2vv. Acesso em: Acesso em: 11 dez. 2021.

von SPERLING, Marcos. *Introdu o   Qualidade das águas e ao Tratamento de Esgotos* (Princípios do Tratamento Biológico de  guas Residuárias; vol. 1). Belo Horizonte: DESA-UFMG, 452p. 2005.