



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

Ana Clara da Silva Inácio

**Identificação dos serviços associados aos sistemas de esgotamento sanitário
no lote aplicados aos municípios de pequeno porte de Santa Catarina**

Florianópolis
2023

Ana Clara da Silva Inácio

**Identificação dos serviços associados aos sistemas de esgotamento sanitário
no lote aplicados aos municípios de pequeno porte de Santa Catarina**

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

Orientador: Prof. Pablo Heleno Sezerino, Dr.

Florianópolis

2023

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

Inácio, Ana Clara da Silva

Identificação dos serviços associados aos sistemas de
esgotamento sanitário no lote aplicados aos municípios de
pequeno porte de Santa Catarina / Ana Clara da Silva
Inácio ; orientador, Pablo Heleno Sezerino, 2023.

59 p.

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

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Esgotamento
sanitário. 3. Atendimento adequado. 4. Cadeia de serviços.
5. Sistemas no lote. I. Sezerino, Pablo Heleno. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Sanitária e Ambiental. III. Título.

Ana Clara da Silva Inácio

**Identificação dos serviços associados aos sistemas de esgotamento sanitário
no lote aplicados aos municípios de pequeno porte de Santa Catarina**

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

Florianópolis, 28 de novembro de 2023.

Insira neste espaço
a assinatura

Prof. Bruno Segalla Pizzolatti, Dr.
Coordenador do Curso

Banca examinadora

Insira neste espaço
a assinatura

Prof. Pablo Heleno Sezerino, Dr.
Orientador

Eng.^a Cristiane Gracieli Kloth, M.a.

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

Eng.^a Flávia Surdi, M.

Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc)

Florianópolis, 2023.

Este trabalho é dedicado à memória de minha mãe, honrando sua vida, cujo exemplo de determinação e força é minha principal fonte de inspiração e cujo amor incondicional continua essencialmente a guiar meus passos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho representa a conclusão de uma longa e intensa trajetória até a conquista do título de Engenheira Sanitarista e Ambiental. Esta realização envolveu muitas pessoas a quem sou grata, que participaram ou contribuíram de alguma forma.

Agradeço primeiramente ao meu pai, Ismael Tito Inácio, pelo melhor exemplo de resiliência e integridade que eu poderia ter, por todo esforço ao longo de sua vida para que nada faltasse às suas duas filhas, pela dedicação genuína e amorosa a mim e minha irmã, e por ser meu maior incentivador, priorizando sempre meus estudos e me fornecendo todo suporte e apoio para que eu pudesse concluir a minha graduação.

Um agradecimento especial aos meus sobrinhos Gabriel, Guilherme e Lucas por serem motivos de alegria em minha vida, luz e esperança nos momentos de desânimo.

Meus sinceros agradecimentos aos meus irmãos, Gabriela, Murilo e Mariana, por estarem ao meu lado em todos os momentos da vida, desde meu nascimento, tanto nos excepcionais como nos dias comuns, fortalecendo nosso laço familiar, sendo meus confidentes e torcendo pelas minhas conquistas.

Expresso minha gratidão ao meu companheiro Leonardo, pela parceria ao longo da minha formação, pelo acolhimento e consolo nos momentos difíceis e pela paciência perante a instabilidade emocional inerente a esta caminhada.

A todos meus familiares que se importam e se preocupam comigo, colocando-se à disposição para ajudar, sempre solícitos, agradeço profundamente.

Agradeço aos meus colegas da graduação que se tornaram amigos e que compartilharam dos desafios enfrentados, unindo forças para superá-los. E, não menos importante, agradeço aos meus amigos externos à faculdade pelo incentivo, por tornarem os esforços diários mais leves, por serem ouvidos atentos nos momentos de desabafo e por estarem presentes nos momentos de celebração e felicidade.

Não poderia deixar de agradecer, pela oportunidade de me desenvolver profissionalmente, à Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), onde tive minha primeira experiência de trabalho na área da Engenharia Sanitária, e

à MPB Engenharia, que me proporcionou um importante e expressivo crescimento neste âmbito.

Um agradecimento a comunidade acadêmica, a todos meus professores na UFSC, especialmente aqueles do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, que me conduziram na busca das informações necessárias e na construção do conhecimento fundamental e, por vezes, extraordinário.

Gostaria de agradecer especialmente ao meu orientador, professor Pablo Heleno Sezerino, que me guiou com expertise, segurança e tranquilidade no decorrer deste último e importante desafio da graduação.

RESUMO

Os municípios catarinenses de pequeno porte se veem diante de um desafio preocupante em relação a universalização do acesso ao esgotamento sanitário estabelecida nos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSBs). Diante do reduzido número de habitantes e da falta de recursos financeiros, a implantação de sistemas convencionais como solução para atingir o objetivo torna-se dificultado. Em contrapartida, os sistemas de esgoto no lote mostram-se alternativas em potencial. É evidente que da forma como existem hoje, tais sistemas não configuram um serviço público, visto que não se verifica a participação de prestadoras de serviço público de esgotamento sanitário, tampouco de regulação. Logo, indaga-se de que forma seria possível atingir a universalização do esgotamento sanitário nos municípios de pequeno porte. A resposta encontra-se em instituir uma cadeia de serviços que dão suporte ao sistema de esgoto no lote. Partindo da obtenção de dados de índice de cobertura do esgotamento sanitário nos municípios de Santa Catarina nos portais do IDMS e do ATLAS Esgotos, foi feita a manipulação destes através do Excel e foram elaborados mapas com a utilização do software QGIS, resultando em um levantamento relativo aos sistemas no lote. No contexto deste levantamento obteve-se que para 69 municípios da área de estudo (42,59%) é recomendada uma cobertura de esgotamento sanitário composta por mais de 50% de solução individual (no lote) até 2035. Foram identificados 5 serviços fundamentais que compõem a cadeia: economia/contenção, tratamento, limpeza, gestão do lodo e destinação final. Cada um destes serviços é integrado por atores e instrumentos, que coordenados tendem a sustenta-los. A cadeia apresentada conta com a inferência sobre a atuação abrangente do profissional de engenharia sanitária em todos os seus segmentos.

Palavras-chave: Esgotamento sanitário; Universalização; Atendimento adequado; Cadeia de serviços; Sistemas no lote.

ABSTRACT

The small municipalities in Santa Catarina face a worrying challenge regarding the universalization of access to sanitation established in the Municipal Basic Sanitation Plans (MBSPs). Given the small number of inhabitants and lack of financial resources, the implementation of conventional systems as a solution to achieve the goal becomes difficult. In contrast, the onsite sewage systems prove to be potential. It is evident that, as they currently exist, such systems do not constitute a public service, as there is no participation of public service providers of sanitary sewage, nor regulation. Therefore, it is asked how it would be possible to achieve the universalization of sanitation in small municipalities. The answer lies in establishing a service chain that support the onsite sewage system. From obtaining data of coverage index of sewage in the municipalities of Santa Catarina in the portals of IDMS and ATLAS Esgotos, it was made the manipulation of these through Excel and were prepared maps with the use of QGIS software, resulting in a survey relative to the onsite systems. In the context of this survey, it was obtained that for 69 municipalities of the study area (42.59%) a sanitary sewage coverage composed of more than 50% of individual solution (onsite) is recommended until 2035. Were identified 5 fundamental services that make up the chain: economy/containment, treatment, cleaning, sludge management and final destination. Each of these services is integrated by actors and instruments, which coordinated tend to support them. The presented chain includes the inference about the comprehensive performance of the sanitary engineering professional in all its segments.

Keywords: Sanitary sewage; Universalization; Adequate service; Service chain; Onsite systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Conceito de atendimento adequado e déficit	19
Figura 2 – Etapas de tratamento e tecnologias do projeto de norma sob consulta ABNT NBR 17076	23
Figura 3 – Municípios da área de estudo	29
Figura 4 – Infográfico de acesso à informação junto ao Atlas Esgoto - ANA	33
Figura 5 – Infográfico de acesso à informação junto ao Atlas Esgoto - ANA	34
Figura 6 – Infográfico de acesso à informação junto ao IDEMS - FECAM.....	35
Figura 7 – Domicílios com acesso à rede geral de esgoto ou fossa séptica - 2020..	37
Figura 8 – Índice de atendimento por solução individual - 2013.....	39
Figura 9 – Índice de atendimento por solução individual - 2035.....	41
Figura 10 – Cadeia de serviços.....	43
Figura 11 – Economia associada aos SESs no lote.....	43
Figura 12 – Associações de municípios e índice de atendimento por solução individual - 2035	44
Figura 13 – Etapas do serviço de limpeza programada	48
Figura 14 – Etapas da gestão do lodo.....	49
Figura 15 – Etapas de tratamento do lodo e destinação final	52
Figura 16 – Atores envolvidos na cadeia de serviços	53
Figura 17 – Atuação do profissional de engenharia sanitária na cadeia de serviços	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Municípios da área de estudo	30
Tabela 2 – Municípios com índice de domicílios com acesso à rede geral de esgoto ou fossa séptica acima de 50%.....	37
Tabela 3 – Municípios com índice de atendimento por solução individual acima de 50% - 2013.....	39
Tabela 4 – Municípios com índice de atendimento por solução individual acima de 50% - 2035.....	41
Tabela 5 – Associações e municípios pertencentes mais prováveis de implantar a cadeia de serviços.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ARIS	Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CDF	Certificado de Destinação Final
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ECTE	Equipamento compacto de tratamento de esgoto
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FECAM	Federação de Consórcios, Associações de Municípios e Municípios de Santa Catarina
GESAD	Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado
IDMS	Índice de Desenvolvimento Municipal Sustentável
IMA	Instituto do Meio Ambiente
LAB	Lodo ativado por batelada
MTR	Manifesto de Transporte de Resíduos
MPSC	Ministério Público de Santa Catarina
NBR	Norma Brasileira
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
RAC	Reator anaeróbio compartimentado
UGL	Unidade de Gerenciamento de Lodo
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket

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 ESGOTAMENTO SANITÁRIO	16
2.1.1	Lei nº11.445/2007	16
2.1.2	Lei nº 14.026/2020	17
2.2	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	17
2.2.1	Modais de Sistema de Esgotamento Sanitário	17
2.2.1.1	<i>SES Centralizado</i>	17
2.2.1.2	<i>SES Descentralizado</i>	18
2.3	ATENDIMENTO ADEQUADO DE ACESSO AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO	18
2.4	TECNOLOGIAS DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE MENOR PORTE.....	20
2.4.1	Projeto ABNT NBR 17076	20
2.5	INSTRUMENTOS DE REGULAÇÃO	23
2.5.1	Habite-se	23
2.5.2	Licenciamento	24
2.5.3	MTR	24
2.6	GESTÃO DO LODO PROVENIENTE DE SES NO LOTE	25
2.6.1	Resolução Normativa nº 39/2023 – ARIS	25
2.7	BASES DE DADOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	26
2.7.1	ATLAS Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas – ANA	26
2.7.2	Índice de Desenvolvimento Municipal Sustentável (IDMS) – FECAM ..	27
2.7.3	Projeto TRATASan – ARIS	28
3	METODOLOGIA	29
3.1	ABRANGÊNCIA DA ÁREA DE ESTUDO	29
3.2	OBTENÇÃO DE DADOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	31
3.2.1	ATLAS Esgotos – ANA	31
3.2.2	IDMS – FECAM	32

3.3	BUSCA DOCUMENTAL.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1	LEVANTAMENTO DO ÍNDICE DE COBERTURA DO SISTEMA DE ESGOTO NO LOTE NOS MUNICÍPIOS CATARINENSES DE PEQUENO PORTE	36
4.2	SERVIÇOS ASSOCIADOS AO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO LOTE	42
4.2.1	Economia.....	43
4.2.2	Tratamento de esgoto.....	46
4.2.3	Limpeza.....	48
4.2.4	Gestão do lodo.....	49
4.2.5	Destinação final.....	51
4.2.6	Atores envolvidos na cadeia de serviços	52
4.3	INFERÊNCIA DA ATUAÇÃO DA ENGENHEIRA(O) SANITARISTA NO CONTEXTO DA CADEIA DE SERVIÇOS DO SISTEMA DE ESGOTO NO LOTE ...	53
5	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

A universalização do acesso ao serviço de esgotamento sanitário é um desafio a ser superado no Brasil, e Santa Catarina não difere do cenário nacional. Grande parte dos municípios catarinenses apresentam uma estagnação em relação às metas estabelecidas nos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSBs). A realidade enfrentada pelos municípios de pequeno porte, da falta de condições técnicas e financeiras, não condiz com a implantação de sistemas coletivos de esgotamento sanitário prevista nos referidos planos de saneamento.

A ampliação progressiva do alcance do saneamento básico e, especialmente, da dimensão do esgotamento sanitário representa o avanço na promoção da saúde pública e manutenção dos recursos naturais, proporcionando condições de vida mais dignas e de oportunidades mais igualitárias para todos.

O desenvolvimento da sociedade em meio ao crescimento não planejado das cidades, à falta de investimentos e, conseqüentemente, à inacessibilidade aos sistemas convencionais de esgotamento sanitário resultou em adaptações e adoção de alternativas individuais de afastamento e/ou tratamento em face à problemática da geração de esgotos. A exemplo das fossas sépticas, tecnologia amplamente difundida no país. Contudo, apenas a existência de sistemas como este, no lote, não é suficiente, visto que, se o fosse, a situação atual seria completamente diferente.

A descentralização de serviços básicos de habitação e saneamento vem sendo defendida como forma de progresso e como uma estratégia para superar o elevado déficit existente nessas áreas, desde que acompanhada de medidas paralelas para promover a modernização das políticas e gestão pública no setor. (Santos et al., 2019).

A fim de apresentar uma possível forma de atingir a universalização do esgotamento sanitário nos municípios de pequeno porte de Santa Catarina, este trabalho busca identificar os serviços associados aos sistemas no lote. Assim como os componentes do mercado já instalado passíveis de serem aplicados na cadeia de serviços. Nesse sentido, partiu-se da situação já existente, na qual o emprego destes sistemas como alternativa à inviabilidade de implantação de redes coletoras de esgoto é consolidado.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar a cadeia de serviços relacionada aos sistemas de esgotamento sanitário no lote aplicada aos municípios de pequeno porte de Santa Catarina, com o propósito de contribuir com a universalização do saneamento no estado.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Apresentar um levantamento do índice de cobertura do sistema de esgoto no lote existente nos municípios catarinenses de pequeno porte;
- b) Descrever os serviços associados ao sistema de esgotamento sanitário no lote relacionando-os com os atores envolvidos;
- c) Inferir sobre a atuação do profissional de engenharia sanitária na cadeia de serviços.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 UNIVERSALIZAÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Os serviços de saneamento básico são compreendidos em quatro dimensões: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Portanto, a universalização do saneamento abrange o conjunto de atribuições de cada dimensão. Este trabalho concerne exclusivamente aos serviços de esgotamento sanitário, buscando auxiliar na universalização destes através da sistematização dos componentes do mercado instalado. A Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, determina que os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 90% da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033 (Brasil, 2020).

2.1.1 Lei nº11.445/2007

A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil. O artigo 2º, inciso I, desta lei destaca a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico como um dos princípios fundamentais, visando assegurar que todos os cidadãos tenham direito aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. A lei aborda, também, o conceito de universalização de forma explícita no artigo 3º, inciso III. Nesse contexto, a universalização é definida como a expansão gradual do acesso de todos os lares ocupados aos serviços de saneamento básico (Brasil, 2007). Essa ampliação progressiva reflete o compromisso da legislação em promover a equidade e visa garantir que cada domicílio, independentemente de sua localização geográfica ou condição socioeconômica, possa desfrutar dos benefícios desses serviços essenciais, contribuindo para a saúde pública, o bem-estar da população e a proteção ambiental.

2.1.2 Lei nº 14.026/2020

A Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, também conhecida como novo marco legal do saneamento básico no Brasil, apresenta alterações importantes na Lei nº 11.445. No artigo 7º, a lei reafirma o que diz a Lei do Saneamento Básico sobre a universalização do acesso aos serviços públicos de saneamento básico e traz um destaque para a efetiva prestação destes serviços (Brasil, 2020). Isso significa que a lei visa, além de garantir que todos os cidadãos tenham acesso aos serviços de saneamento, assegurar que esses serviços sejam fornecidos de maneira eficaz e eficiente.

O artigo 19º da Lei nº 14.026 é fundamental no contexto do saneamento básico no Brasil, pois estabelece a necessidade de planos para a prestação de serviços públicos de saneamento básico. No entanto, é o parágrafo 9º deste artigo que traz uma importante flexibilidade, ao permitir que municípios com população inferior a 20.000 habitantes apresentem planos simplificados (Brasil, 2020). Isso significa que esses municípios podem elaborar planos com menos detalhamento em relação a certos aspectos, alinhando a regulamentação com a realidade e recursos disponíveis em áreas de menor porte populacional. Essa disposição visa facilitar a adoção de medidas de saneamento em comunidades menores, adaptando os requisitos de planejamento às suas necessidades específicas e recursos limitados.

2.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

2.2.1 Modais de Sistema de Esgotamento Sanitário

2.2.1.1 SES Centralizado

De modo geral, os sistemas centralizados de esgotamento sanitário são empregados em regiões metropolitanas ou grandes cidades. Estão comumente associados a redes coletoras extensas, sistemas de bombeamento e estações de tratamento de esgotos (ETEs) de grande porte que, frequentemente possuem processo de tratamento convencional. Tais aspectos convergem para uso abundante de energia, demasiada geração de lodo, desafios operacionais mais complexos,

maior investimento financeiro para construção, assim como maiores custos para operação e manutenção (Santos et al., 2019).

2.2.1.2 *SES Descentralizado*

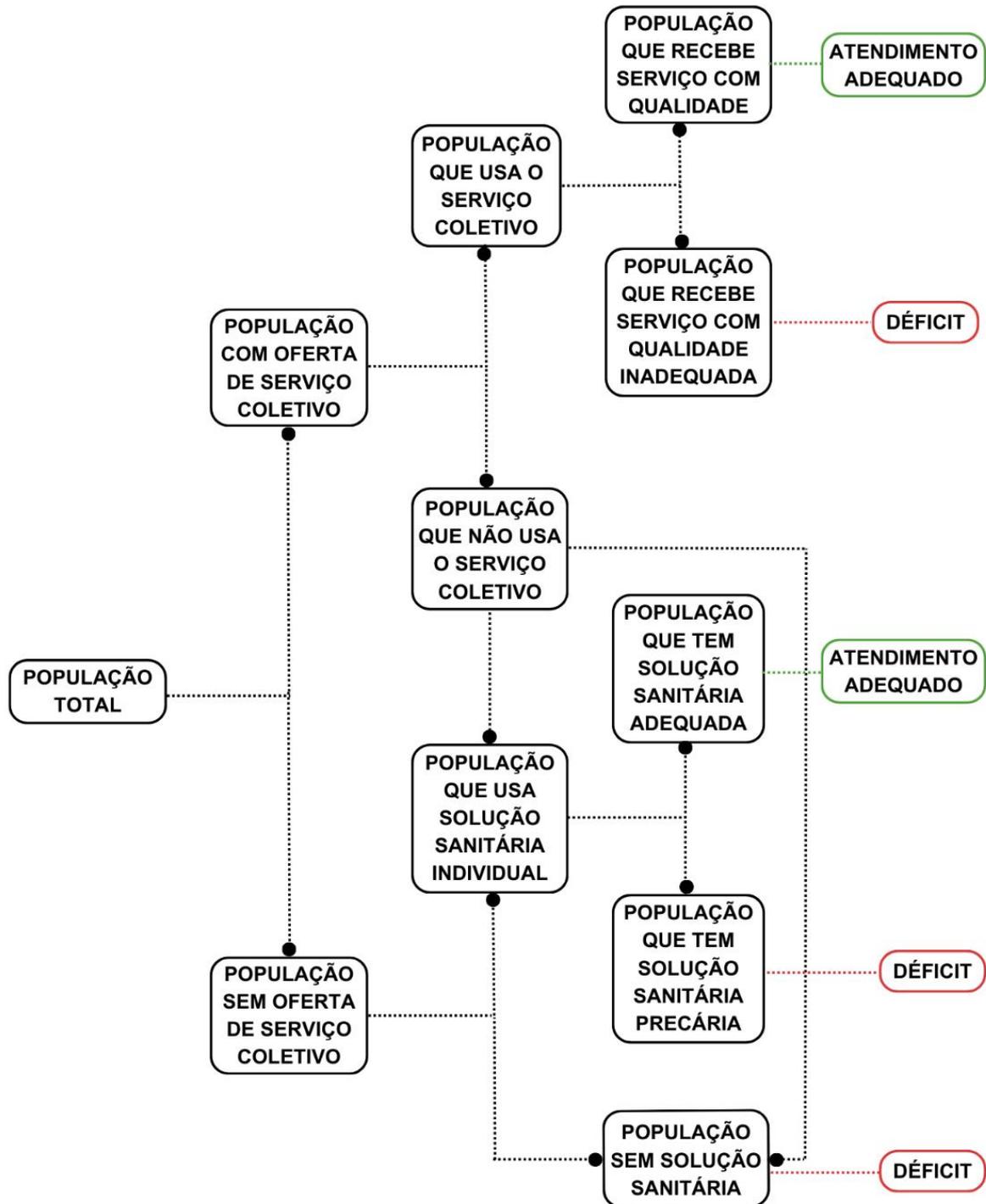
Santos et al. (2019) aponta ainda a associação geralmente estabelecida entre os sistemas descentralizados de esgotamento sanitário e soluções alternativas com reduzidos custos de implantação e operacionais, em consequência de características como portes menores e tratamentos próximos aos locais da geração dos esgotos, diminuindo os aportes de capital em estruturas para o transporte destes. As abordagens de tratamento costumam ser mais simples e são vastamente difundidas tendo em vista sua ampla aplicação nos casos de sistemas isolados.

2.3 ATENDIMENTO ADEQUADO DE ACESSO AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Segundo o PLANSAB, é considerado atendimento adequado no âmbito do esgotamento sanitário coleta de esgotos, seguida de tratamento, ou uso de fossa séptica adequadamente projetada e construída, sucedida por pós-tratamento ou unidade de disposição final (Brasil, 2019). Confere-se na Figura 1 o entendimento do PLANSAB acerca de atendimento adequado e déficit em saneamento básico.

Por conseguinte, o primeiro passo rumo à universalização do esgotamento sanitário deve ser a transição das situações de não atendimento para atendimento e de atendimento precário para atendimento adequado.

Figura 1 – Conceito de atendimento adequado e déficit



Fonte: Adaptado do PLANSAB (Brasil, 2019, p. 33).

2.4 TECNOLOGIAS DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE MENOR PORTE

2.4.1 Projeto ABNT NBR 17076

O Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte (Projeto ABNT NBR 17076), elaborado pela Comissão de Estudo de Projetos para Sistemas de Saneamento (CE-177:001.001) do Comitê Brasileiro de Saneamento Básico (ABNT/CB-177), prevê a substituição das normas técnicas: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos (ABNT NBR 7229:1993) e Tanques sépticos Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos Projeto, construção e operação (ABNT NBR 13969:1993) (ABNT, 2023).

A Norma que traz o Projeto supracitado discorre sobre alternativas técnicas para sistemas de tratamento de esgoto considerado local, ou seja, com vazão diária de esgoto de até 3,80 kgDBO/dia, em área não atendida por sistema de esgotamento sanitário. As alternativas abrangidas pela Norma são (Figura 2):

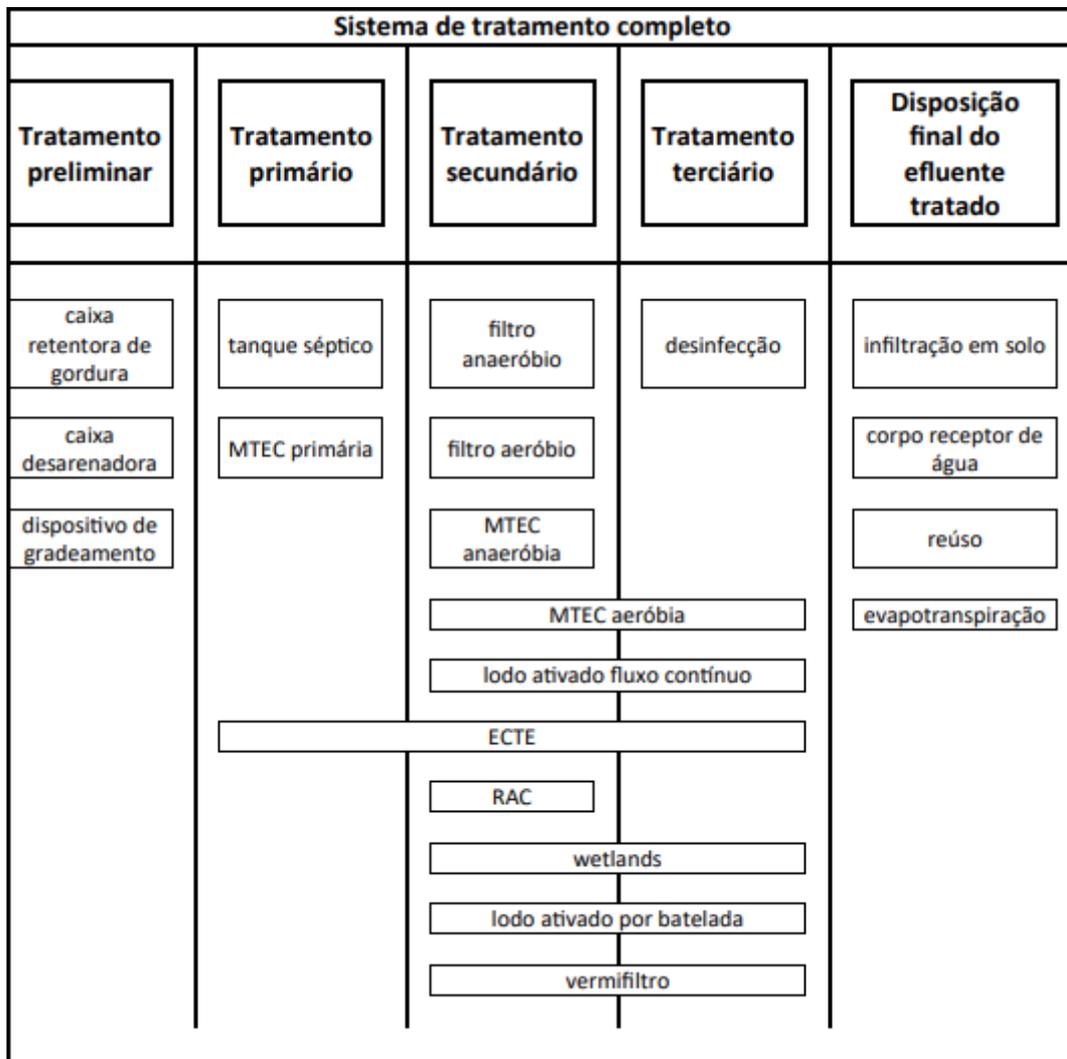
- Tanque Séptico – unidade de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão;
- Equipamento compacto de tratamento de esgoto (ECTE) – módulo único ou associação de módulos que podem ser compostos de processo anaeróbio, aeróbio ou misto e podem ser utilizados nas diferentes etapas do sistema de tratamento, dependendo das características de cada projeto e função específica de cada módulo no processo;
- Reator anaeróbio compartimentado (RAC) – componente do sistema de tratamento de esgotos constituído por múltiplas câmaras sequenciais em relação ao fluxo hidráulico onde o esgoto é tratado por processo anaeróbio em fluxo ascendente;
- Filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente, filtro anaeróbio – reator biológico de fluxo ascendente no qual o esgoto é depurado por meio de microrganismos anaeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio suporte ou de material de enchimento;
- Filtro aeróbio submerso aerado forçado – processo de tratamento de esgoto que utiliza meio suporte para fixação dos microrganismos, imerso

no reator, sendo o oxigênio necessário fornecido por ar introduzido por meio de equipamento. Sua característica é a capacidade de fixar grandes quantidades de microrganismos nas superfícies do meio suporte, reduzindo o volume do reator biológico, permitindo depuração do esgoto, sem necessidade de recirculação forçada do lodo;

- Lodo ativado fluxo contínuo – processo biológico aeróbio de tratamento de esgoto;
- Lodo ativado por batelada (LAB) – variante do processo de lodos ativados que utiliza um reator de mistura completa conforme a ABNT NBR 12209, dentro do qual se desenvolvem todas as etapas do processo de tratamento, no qual se processam a remoção de poluentes, aeração, sedimentação dos sólidos, e descarte dos sólidos em excesso e do efluente líquido tratado. Operacionalmente se caracteriza pela intermitência do processo depurativo;
- Wetlands construídos – componentes do sistema de tratamento de esgoto constituídos por bacia, canal ou tanque raso, preenchido por leito de meio suporte apropriado onde vegetação adequada é plantada e através do qual o esgoto percola para ser tratado por processo predominantemente biológico. Pode ser projetado para funcionar com escoamento hidráulico horizontal subsuperficial ou vertical. Os wetlands construídos referenciados na presente Norma devem ser utilizados como tratamento complementar de tanque séptico ou de unidade equivalente de tratamento destinada ao tratamento primário dos esgotos;
- Vermifiltro – processo de tratamento de esgotos no qual predominam processos biológicos, sendo constituído por um tanque preenchido com camadas de meio suporte, serragem e minhocas detritívoras epigeicas, preferencialmente das espécies *Eisenia fetida* e *Eisenia andrei*. O húmus gerado pelas minhocas compõe o material do leito, misturando-se à serragem. O esgoto a ser tratado deve ser aplicado na superfície do sistema e percorrer verticalmente todo o leito do tanque. Pode ser utilizado como tratamento complementar ao tratamento primário dos esgotos;

- Desinfecção – processo de tratamento que permite a destruição ou eliminação de determinadas espécies de organismos presentes no esgoto sanitário, desta forma melhorando a qualidade dos efluentes;
- Disposição final do efluente líquido tratado no solo em sumidouro – sistema no qual convém aplicação preferencialmente nas áreas nas quais o aquífero é profundo, e se possa garantir a distância mínima de 1,50 m (exceto areia) entre o seu fundo e o nível máximo do aquífero;
- Disposição final do efluente líquido tratado no solo em vala de infiltração – sistema de disposição final do efluente líquido tratado, que consiste na sua percolação e interação no solo;
- Disposição final do efluente líquido tratado em tanque de evapotranspiração – sistema que consiste no direcionamento do efluente líquido para um tanque impermeabilizado com espécies vegetais plantadas na superfície, composto de uma câmara que o recebe e direciona para camadas de diferentes materiais filtrantes onde ocorre a degradação da matéria orgânica devido a processos físicos, químicos e biológicos, com o objetivo principal de reduzir o volume de esgoto (ABNT, 1997).

Figura 2 – Etapas de tratamento e tecnologias do projeto de norma sob consulta
ABNT NBR 17076



Fonte: ABNT (2023).

2.5 INSTRUMENTOS DE REGULAÇÃO

2.5.1 Habite-se

O artigo 49º da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade, que determina as diretrizes gerais da política urbana, exigiu que os municípios estabelecessem prazos para a realização de vistorias e expedição do termo de verificação e conclusão de obras (Brasil, 2001).

É de responsabilidade dos municípios legislar sobre e regulamentar a atividade de construção, bem como exigir o documento da edificação conhecido

como Habite-se. Trata de um certificado emitido pela autoridade municipal responsável que atesta a conclusão da obra e suas condições de habitabilidade, ou seja, comprova que o imóvel está em conformidade com as normas e regulamentos estabelecidos pelo município, portanto com o projeto aprovado previamente ao início da construção. Este documento é concedido após uma vistoria no imóvel e uma vez certificada sua regularidade, autoriza a utilização efetiva da edificação.

2.5.2 Licenciamento

Também sob a responsabilidade do poder municipal, com a finalidade de fazer cumprir as regulamentações, normas e leis estabelecidas pelo governo quando da construção de edificações, os projetos passam por um processo de análise do órgão responsável chamado de licenciamento. Se confirmado o atendimento aos requisitos legais exigidos, é concedida a autorização, conhecidamente alvará de construção, para prosseguir com a execução do projeto e o subsequente funcionamento (alvará de funcionamento).

2.5.3 MTR

A Lei nº 15.251, de 3 de agosto de 2010, do Estado de Santa Catarina, estabeleceu a obrigatoriedade do acompanhamento do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) para toda carga de resíduo transportada para seu destino final ou armazenador temporário (Santa Catarina, 2010).

O MTR refere-se a um documento de controle da expedição, transporte e recebimento de resíduos sólidos na unidade de destinação, cuja emissão é de responsabilidade do gerador destes. O Manifesto deve conter uma numeração sequencial, discriminação dos diferentes tipos de resíduos sólidos e respectivas quantidades, e identificação do gerador, do transportador, do veículo e do destinatário.

Este instrumento é fundamental para garantir que os resíduos sejam manuseados, transportados e dispostos de acordo com as regulamentações ambientais e de segurança.

O Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA) disponibiliza o Sistema Eletrônico para Controle de Movimentação de Resíduos e Rejeitos (MTR), com os serviços relativos ao MTR de emissão, consulta, recebimento, alteração de recebimento, cancelamento, recebimento no armazenador temporário e emissão de MTR Complementar e de Certificado de Destinação Final (CDF).

2.6 GESTÃO DO LODO PROVENIENTE DE SES NO LOTE

2.6.1 Resolução Normativa nº 39/2023 – ARIS

A Resolução Normativa nº 39, de 31 de maio de 2023, regulariza o serviço de limpeza de sistemas individuais alternativos de tratamento de esgotamento sanitário de modo programado, prestado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) aos municípios regulados pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) e que adotaram este tipo de sistema nos PMSBs, instrumentos contratuais, nos termos aditivos celebrados com a CASAN ou em legislação própria (ARIS, 2023).

Está previsto na Resolução a realização de campanha de comunicação social e educação ambiental previamente ao início do serviço de limpeza programada dos sistemas com o objetivo de sensibilizar a população em relação aos benefícios advindos dessa prática, dá importância para a sustentabilidade do meio ambiente e melhoria das condições sanitárias (ARIS, 2023).

Propõe-se também a execução de vistorias nos sistemas individuais para avaliação do acesso visando sua posterior limpeza e determina que o procedimento para tal inclui notificação dos usuários, seguida de agendamentos. Observa-se que a adequação do sistema em termos de funcionalidade e padrão construtivo fica definido como sendo de responsabilidade do titular do serviço. Não existindo obstáculos ao acesso, o usuário torna-se adepto ao programa de limpeza programada dos sistemas individuais e passa a pagar a tarifa do serviço conforme contrato de adesão. Nos casos de acesso inapropriado, emite-se uma notificação para a adequação necessária conforme as normas técnicas e legislação (ARIS, 2023).

A limpeza dos sistemas será mediante agendamento e os caminhões utilizados no serviço poderão ser próprios da CASAN, terceirizados ou credenciados,

desde que a Companhia oriente e fiscalize para que as normas de segurança sejam cumpridas. A periodicidade das limpezas deve ser anual, mas a cobrança constará na fatura mensal (ARIS, 2023).

A CASAN, além de controlar os caminhões limpa-fossa, deve dispor de estações de tratamento de esgoto (ETEs) ou unidades de gerenciamento de lodo (UGL) para receber o lodo coletado, manter o cadastramento dos sistemas atualizado, e prestar contas à ARIS sobre a gestão do serviço através de relatórios anuais (ARIS, 2023).

2.7 BASES DE DADOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

2.7.1 ATLAS Esgotos: Despolição de Bacias Hidrográficas – ANA

O ATLAS Esgotos caracteriza o esgotamento sanitário do país, apresentando um diagnóstico da situação de 5.570 municípios no ano de 2013, além de avaliar o impacto na qualidade dos corpos d'água receptores devido às cargas afluentes. O documento tem como horizonte o ano de 2035 e propõe ações, indicando diretrizes e estratégias com vistas ao tratamento de esgotos e proteção dos recursos hídricos, estimando, ainda, os investimentos necessários para tais objetivos (ANA, 2017).

As classificações utilizadas na parte do diagnóstico do esgotamento sanitário foram:

- Atendimento por sistema coletivo – presença de rede coletora e estação de tratamento de esgotos;
- Atendimento por solução individual – fossa séptica;
- Com coleta e sem tratamento – há coleta de esgotos, mas não são tratados;
- Sem atendimento – não há coleta nem tratamento de esgotos (ANA, 2017).

Segundo a Resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, o tratamento de efluentes deve remover, no mínimo, 60% de DBO para o lançamento direto nos corpos receptores (Brasil, 2011).

O ATLAS Esgotos avaliou a capacidade de diluição dos esgotos urbanos nos corpos receptores de cada município, obtendo assim as eficiências de remoção de carga orgânica (DBO) requeridas, de forma que estas fossem compatíveis com as classes de enquadramento dos corpos hídricos e aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (ANA, 2017).

As alternativas técnicas definidas para cada município foram classificadas da seguinte forma:

- Solução com Tratamento Convencional – requer remoção de DBO entre 60 e 80%;
- Solução com Tratamento Avançado – requer remoção de DBO superior a 80%;
- Solução Complementar – em função do município apresentar baixa relação entre disponibilidade hídrica e carga orgânica lançada, sem influência de lançamentos a montante, requer solução complementar, como busca de novo corpo receptor, disposição no solo ou reuso do efluente;
- Solução Conjunta – devido ao impacto de lançamento(s) a montante em município(s) a jusante, requer definição conjunta do nível de tratamento dos municípios da bacia;
- Solução para o Semiárido – requer a priorização de processos com elevada remoção de microrganismos patogênicos ou reuso do efluente (ANA, 2017).

2.7.2 Índice de Desenvolvimento Municipal Sustentável (IDMS) – FECAM

O Índice de Desenvolvimento Municipal Sustentável (IDMS) da Federação de Consórcios, Associações de Municípios e Municípios de Santa Catarina (FECAM) é uma ferramenta que quantifica e avalia o grau de desenvolvimento sustentável dos municípios do estado. Este índice é construído a partir de uma variedade de indicadores que abrangem fundamentalmente as esferas Social, Cultural, Ambiental, Econômica e Político-institucional. O IDMS oferece um diagnóstico de cada município permitindo uma análise comparativa e facilitando a identificação de áreas que necessitam de atenção e investimento. Assim, serve como uma ferramenta valiosa para orientar políticas públicas e estratégias de crescimento, contribuindo

para a melhoria da qualidade de vida e bem-estar das comunidades locais em Santa Catarina (FECAM, 2020).

O indicador Cobertura de Saneamento Básico compreende a variável Domicílios com Acesso à Rede Geral de Esgoto ou Fossa Séptica que apresenta as porcentagens de atendimento referente ao esgotamento sanitário em cada município.

2.7.3 Projeto TRATASan – ARIS

O projeto da ARIS que busca o estudo de soluções individuais descentralizadas como alternativa frente à inviabilidade técnica e financeira de implantação de sistemas convencionais (rede coletora e estações de tratamento de esgotamento sanitário), TRATASan, surgiu devido à dificuldade dos municípios catarinenses de alcançarem as metas estabelecidas nos PMSBs, que preveem o alcance destas através de sistemas coletivos (ARIS, 2017).

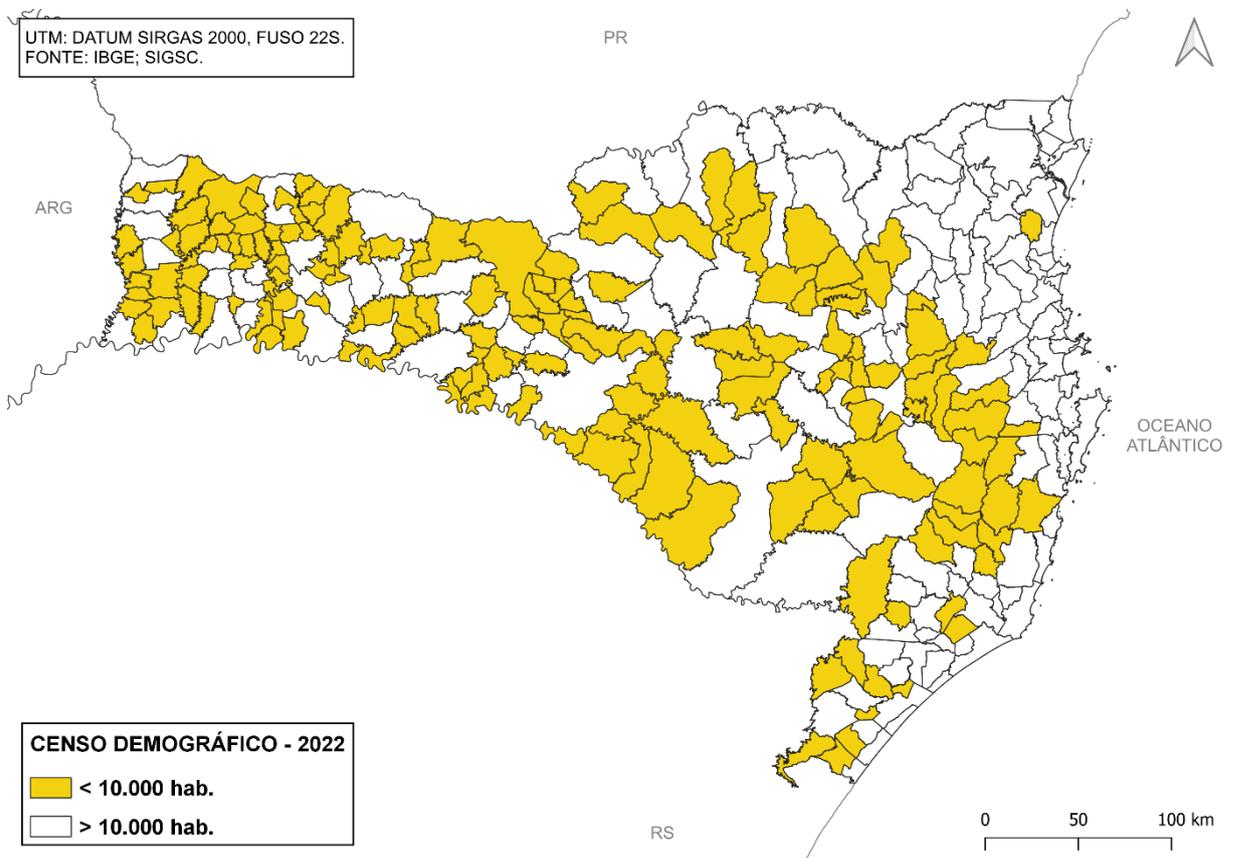
Considerando a falta de investimentos necessários para implantação e operação de sistemas coletivos e a exigência do MPSC de uma ação efetiva no cumprimento das metas estabelecidas nos planos, o Projeto TRATASan apresenta o diagnóstico da situação atual sobre a gestão do esgotamento sanitário, descrevendo as unidades de tratamento de esgoto doméstico, fundamentalmente as soluções individuais, nos municípios regulados pela ARIS com populações inferiores a 15 mil habitantes, tanto em termos quantitativos como qualitativos (ARIS, 2017).

3 METODOLOGIA

3.1 ABRANGÊNCIA DA ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho considera os municípios com população inferior a 10.000 habitantes, em razão de abranger a maior parte dos municípios de Santa Catarina. Dos 295 municípios do estado, 162 atendem o critério estabelecido, ou seja, 54,92%. Na Figura 3 observam-se os municípios que caracterizam o local de estudo.

Figura 3 – Municípios da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Os municípios de interesse estão listados na Tabela 1 tais como suas respectivas populações.

Tabela 1 – Municípios da área de estudo

(continua)

Município	População (hab.)	Município	População (hab.)	Município	População (hab.)
Abdon Batista	2598	Guarujá do Sul	4829	Ponte Alta do Norte	3210
Agronômica	6055	Guatambú	8425	Praia Grande	8270
Água Doce	6508	Ibiam	2008	Presidente Castello Branco	1689
Águas de Chapecó	6036	Ibicareé	3269	Presidente Nereu	2301
Águas Frias	2839	Imbuia	5982	Princesa	2964
Águas Mornas	6743	Iomerê	2877	Rancho Queimado	3279
Alto Bela Vista	1856	Ipira	4578	Rio das Antas	6253
Anchieta	5943	Iporã do Oeste	9333	Rio do Campo	6452
Angelina	5358	Ipuaçu	7501	Rio do Oeste	7747
Anita Garibaldi	8285	Ipumirim	7816	Rio Fortuna	4847
Anitápolis	3593	Iraceminha	3986	Rio Rufino	2397
Apiúna	9811	Irati	2069	Riqueza	4768
Arabutã	4378	Itá	7067	Romelândia	4823
Armazém	8834	Jaborá	4310	Salete	7489
Arroio Trinta	3556	Jardinópolis	1776	Saltinho	3632
Arvoredo	2510	José Boiteux	5985	Salto Veloso	4390
Ascurra	8319	Jupirá	2546	Santa Helena	2425
Atalanta	3227	Lacerdópolis	2248	Santa Rosa de Lima	2088
Aurora	6780	Lajeado Grande	1702	Santa Rosa do Sul	9792
Bandeirante	3144	Laurentino	7932	Santa Terezinha	8066
Barra Bonita	1668	Leoberto Leal	3330	Santa Terezinha do Progresso	2576
Bela Vista do Toldo	5872	Lindóia do Sul	4549	Santiago do Sul	1651
Belmonte	2658	Luzerna	5794	São Bernardino	2684
Bocaina do Sul	3515	Macieira	1778	São Bonifácio	2946
Bom Jardim da Serra	4026	Major Gercino	3214	São Cristóvão do Sul	6084
Bom Jesus	2777	Major Vieira	7425	São Domingos	9226
Bom Jesus do Oeste	2187	Maracajá	7815	São João do Oeste	6295
Bom Retiro	8418	Marema	2184	São João do Itaperiú	4463
Botuverá	5363	Matos Costa	2761	São João do Sul	8668
Braço do Trombudo	4026	Meleiro	7006	São José do Cerrito	8708
Brunópolis	2489	Mirim Doce	2498	São Martinho	3405
Caibi	6304	Modelo	4080	São Miguel da Boa Vista	1781

(conclusão)

Município	População (hab.)	Município	População (hab.)	Município	População (hab.)
Calmon	3443	Monte Carlo	9117	São Pedro de Alcântara	5776
Capão Alto	2625	Monte Castelo	7736	Serra Alta	3303
Campo Belo do Sul	7257	Morro Grande	3010	Sul Brasil	2832
Campo Erê	9623	Nova Erechim	5155	Tangará	8143
Caxambu do Sul	4614	Nova Itaberaba	4536	Tigrinhos	2329
Celso Ramos	2805	Novo Horizonte	2650	Timbé do Sul	5386
Cerro Negro	3317	Ouro	7032	Timbó Grande	7342
Chapadão do Lageado	2950	Ouro Verde	2181	Treviso	3689
Cordilheira Alta	4781	Paial	1927	Treze de Maio	7362
Coronel Martins	2065	Painel	2215	Treze Tílias	8787
Cunhataí	1968	Palma Sola	7605	Trombudo Central	7274
Descanso	8530	Palmeira	2561	Tunápolis	4916
Dona Emma	4221	Paraíso	4267	União do Oeste	2774
Doutor Pedrinho	3637	Passos Maia	4034	Urupema	2656
Entre Rios	3402	Paulo Lopes	9066	Vargeão	3634
Ermo	2269	Pedras Grandes	4245	Vargem	2627
Erval Velho	4885	Peritiba	2992	Vargem Bonita	4576
Flor do Sertão	1783	Petrolândia	6716	Vidal Ramos	6189
Formosa do Sul	2682	Pinheiro Preto	3473	Vitor Meireles	5370
Frei Rogério	2411	Piratuba	5769	Witmarsum	4255
Galvão	3219	Planalto Alegre	2946	Xavantina	3653
Grão-Pará	6277	Ponte Alta	4437	Zortéa	3930

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ademais, a área de estudo deste trabalho possui enfoque nas zonas urbanas dos municípios, considerando que as zonas rurais detêm de particularidades a nível de logística que diferem dos centros urbanos.

3.2 OBTENÇÃO DE DADOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

3.2.1 ATLAS Esgotos – ANA

Para fazer o download da planilha contendo os dados por município do Atlas Esgotos Despoluição das Bacias Hidrográficas foi acessado o endereço eletrônico <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZjA1ZjQwZWUtYmRkYS00YjM0LWFhMjltMTMyOTQ0NDIjNGQyIiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZD>

FiYWY4OCJ9. Selecionando “Acesse os Metadados”, abriu-se uma nova guia com dados e links disponíveis para baixar. Clicou-se então em “Baixar” na opção “Atlas Esgotos – Informações por Município (Planilha)” (Figura 4).

Além disso, ao acessar o endereço eletrônico <https://www.snirh.gov.br/agua-esgoto/>, Atlas Água e Esgotos, do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), clicou-se sobre “Esgotos Despoluição de Bacias Hidrográficas”, selecionou-se o estado de Santa Catarina clicando sobre “Visão Nacional” para abrir as opções. A partir de então, clicou-se em “Acesse por município” e uma janela com a lista dos municípios catarinenses abriu-se. Selecionando um município por vez, apareceram os dados relativos a ele, divididos em “Diagnóstico (2013)” e “Alternativas Técnicas e Investimentos (2035)”. Clicando-se na segunda opção e em seguida em “Alternativa Técnica Acesse o croqui da proposta” uma nova guia se abriu exibindo o esquema onde há a porcentagem sugerida de solução individual (Figura 5).

Os índices de atendimento por solução individual previstos para cada municípios para o ano de 2035 foram coletados, planilhados e manipulados

3.2.2 IDMS – FECAM

Para a obtenção dos dados de domicílios com acesso à rede geral de esgoto ou fossa séptica em 2020 fez-se o acesso ao Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Municipal Sustentável (SIDMS) através do endereço eletrônico <https://indicadores.fecam.org.br/index/index/ano/2023>, da Federação de Consórcios, Associações de Municípios e Municípios de Santa Catarina (FECAM). Clicou-se então em “Ambiental”, e em seguida em “Municípios”, que apresentou uma lista com todos os municípios e um botão “Exportar para CSV”. Clicando-se neste botão foi realizado o download com a planilha dos dados por município (Figura 6).

Figura 4 – Infográfico de acesso à informação junto ao Atlas Esgoto - ANA

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
E SANEAMENTO BÁSICO

ATLAS ESGOTOS
Despoluição das Bacias Hidrográficas

ATLAS ESGOTOS
Despoluição de Bacias Hidrográficas

Para evitar riscos ao ecossistema e à saúde da população brasileira que sofre com a falta de tratamento de esgotos adequado, foi realizado um estudo que apresenta o cenário atual, analisa dados e propõe ações e uma estratégia para investimentos em esgotamento sanitário com o horizonte de 2035.

Aqui você encontrará os principais destaques da publicação, que poderá ser acessada por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

O que é o Atlas Esgotos?
Acesse os dados por município
Acesse o Mapa interativo
Acesse os Metadados
Baixe o Atlas Esgotos

ANA Catálogo de Metadados da ANA 🔍 Pesquisar 🗺️ Mapa

🔍 Voltar a Pesquisa < Anterior Próximo >

Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas

O ATLAS Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas, contempla o diagnóstico do esgotamento sanitário no Brasil, com destaque para suas implicações na qualidade dos corpos d'água receptores, os investimentos necessários de tratamento e a proposta de diretrizes e estratégia integrada para a realização das ações.

Continuo

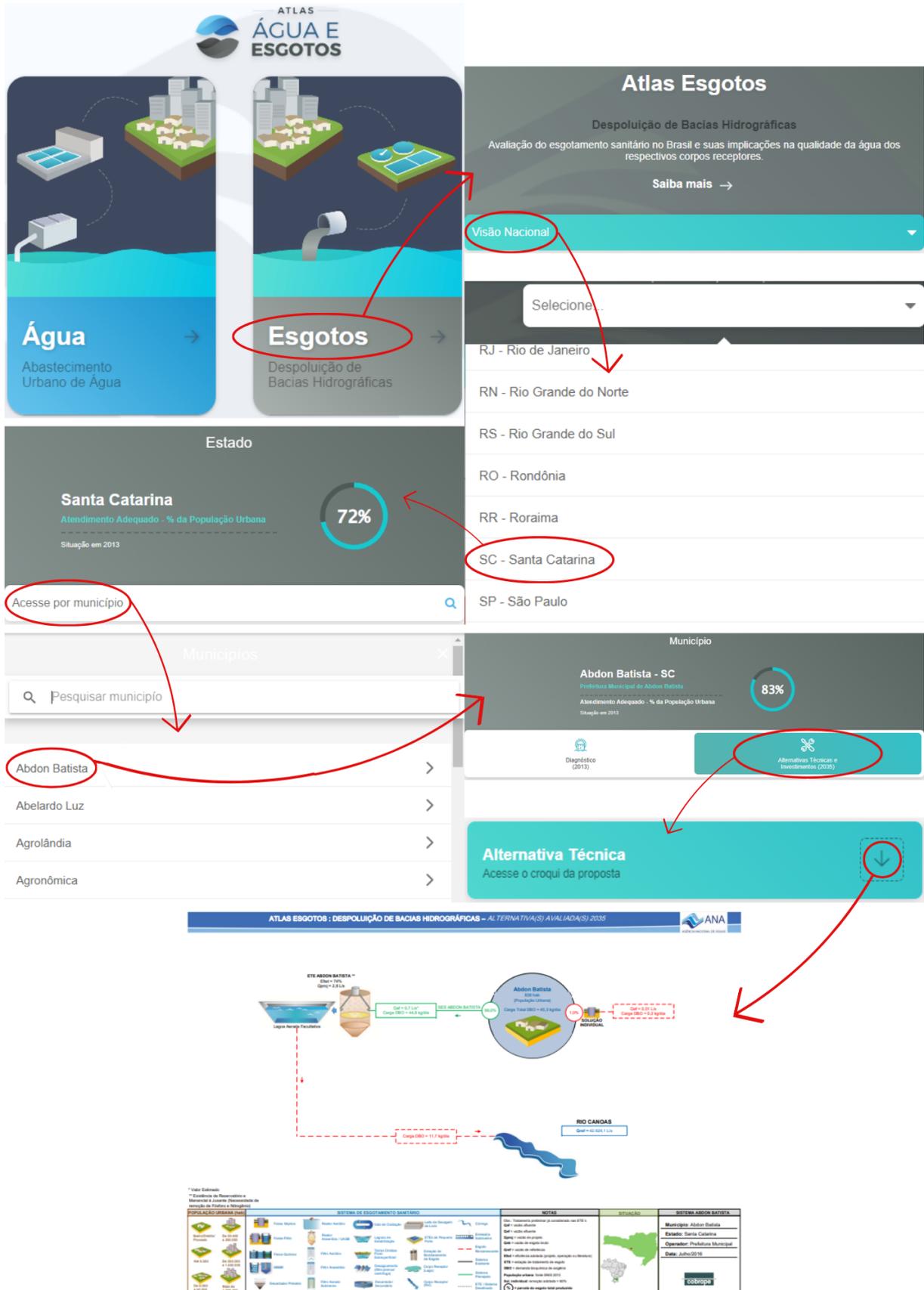
Baixar dados e Links

⬇️
⬇️
⬇️
⬇️

📄 ATLAS Esgotos - Informações por Município (Planilha)
ATLAS Esgotos - Informações por Município (Planilha)
https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01/attachments/ATLAS_Esgotos_Tabela_Completa_por_Municipio.xlsx
Baixar

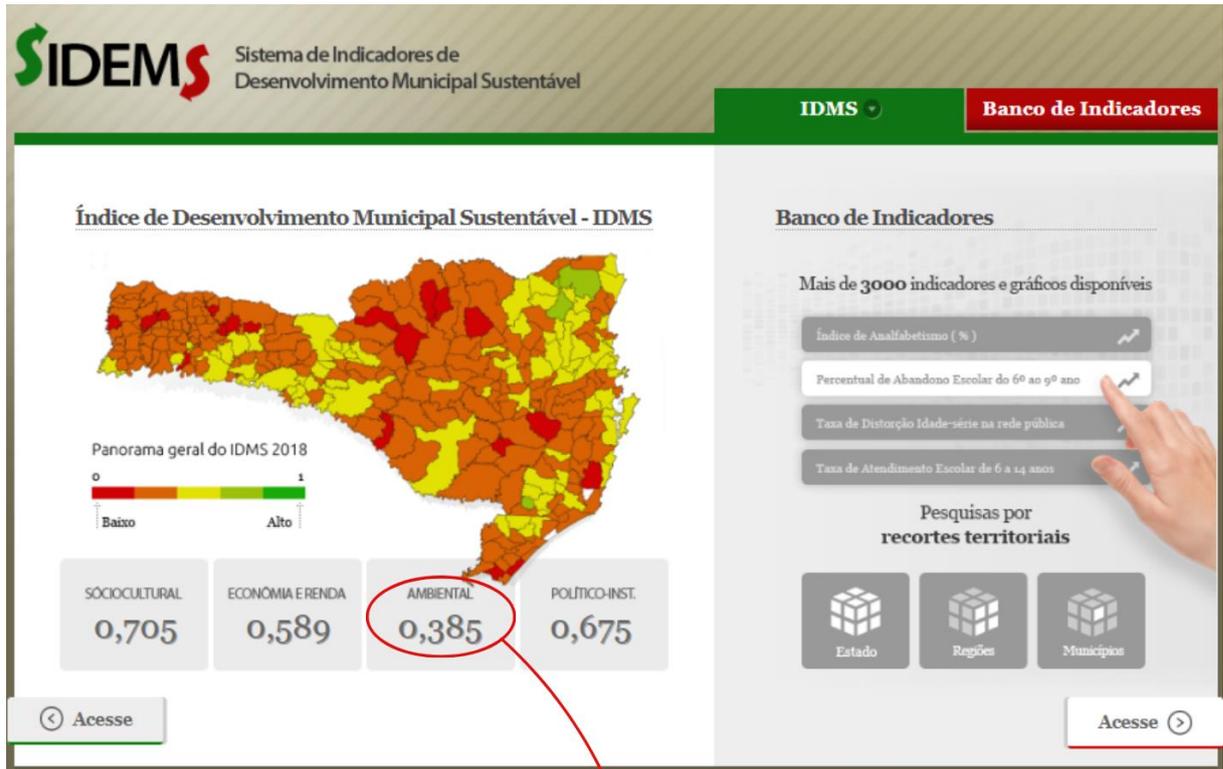
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 5 – Infográfico de acesso à informação junto ao Atlas Esgoto - ANA



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 6 – Infográfico de acesso à informação junto ao IDEMS - FECAM



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

3.3 BUSCA DOCUMENTAL

A construção do entendimento acerca do que existe atualmente no mercado do saneamento, em termos de instrumentos, procedimentos e atuantes, fundamentou-se primordialmente na base metodológica de procura e análise das leis do saneamento básico (Lei nº 11.445 e Lei nº 14.026), PLANSAB, Projeto ABNT NBR 17076, Estatuto da Cidade, Lei nº 15.251, Resolução Normativa nº 39 da ARIS, ATLAS Esgotos e TRATASan. Esta exploração documental possibilitou a determinação dos serviços e atores associados ao sistema de esgotamento sanitário no lote e da atuação do profissional de engenharia sanitária na cadeia de serviços.

A representação gráfica da logística de atuação da(o) engenheira(o) sanitária na cadeia de serviços (Figura 17) utiliza a figura da Gertrude, engenheira que representa o Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado (GESAD), responsável pelo desenvolvimento da personagem.

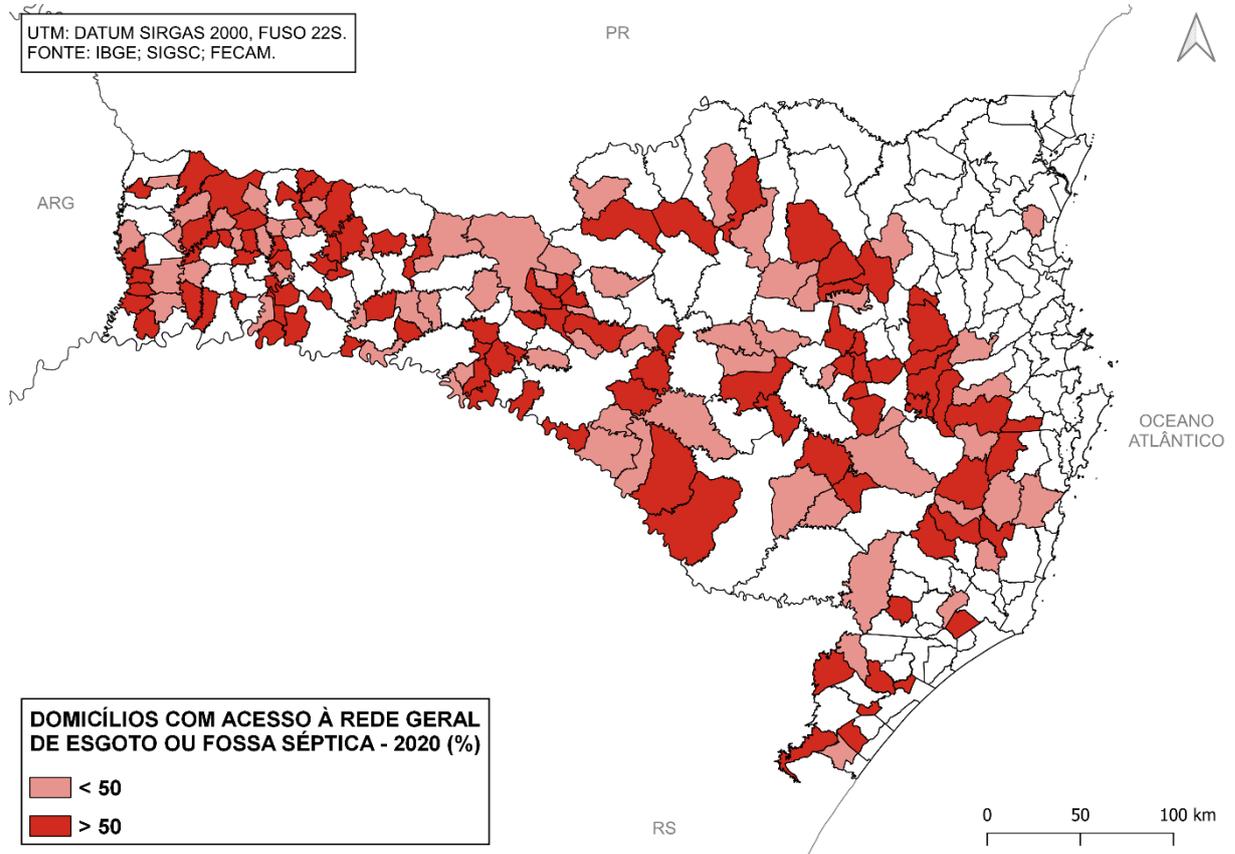
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 LEVANTAMENTO DO ÍNDICE DE COBERTURA DO SISTEMA DE ESGOTO NO LOTE NOS MUNICÍPIOS CATARINENSES DE PEQUENO PORTE

O contexto no qual consideram-se sistemas individuais de tratamento de esgoto como atendimento adequado retrata uma cobertura promissora do serviço de esgotamento sanitário, de forma que a universalização se torna mais próxima de ser alcançada em comparação a um cenário onde o modal no lote é desprezado. É possível verificar esta realidade mediante a Figura 7, na qual verificam-se os dados de domicílios com acesso à rede geral de esgoto ou fossa séptica nos municípios da área de estudo em 2020.

Observa-se que 97 municípios, 59,88% dos que compõe a área de estudo, possuem mais de 50 % dos domicílios cobertos por uma das duas alternativas (rede ou fossa), apesar deste índice considerar também áreas rurais, além das áreas urbanas. Na Tabela 2 detectam-se tais municípios e o índice de domicílios que concerne a cada um deles.

Figura 7 – Domicílios com acesso à rede geral de esgoto ou fossa séptica - 2020



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Tabela 2 – Municípios com índice de domicílios com acesso à rede geral de esgoto ou fossa séptica acima de 50%

(continua)

Municípios	Domicílios (%)	Municípios	Domicílios (%)
Agronômica	53,38	Nova Erechim	98,09
Águas Mornas	68,88	Nova Itaberaba	87,57
Angelina	63,41	Novo Horizonte	70,56
Anitápolis	58,05	Ouro	73,11
Apiúna	79,26	Ouro Verde	85,45
Arabutã	72,67	Paial	88,41
Arroio Trinta	67,25	Palma Sola	50,27
Ascurra	86,94	Palmeira	84,12
Atalanta	81,35	Petrolândia	71,84
Aurora	62,38	Piratuba	61,59
Bandeirante	91,33	Planalto Alegre	50,58
Belmonte	88,53	Ponte Alta	92,66
Bocaina do Sul	85,33	Praia Grande	85,16
Brunópolis	72,25	Presidente Castello Branco	77,54
Caibi	89,32	Presidente Nereu	87,47
Calmon	72,75	Princesa	59,48
Capão Alto	63,92	Rio do Oeste	74,69

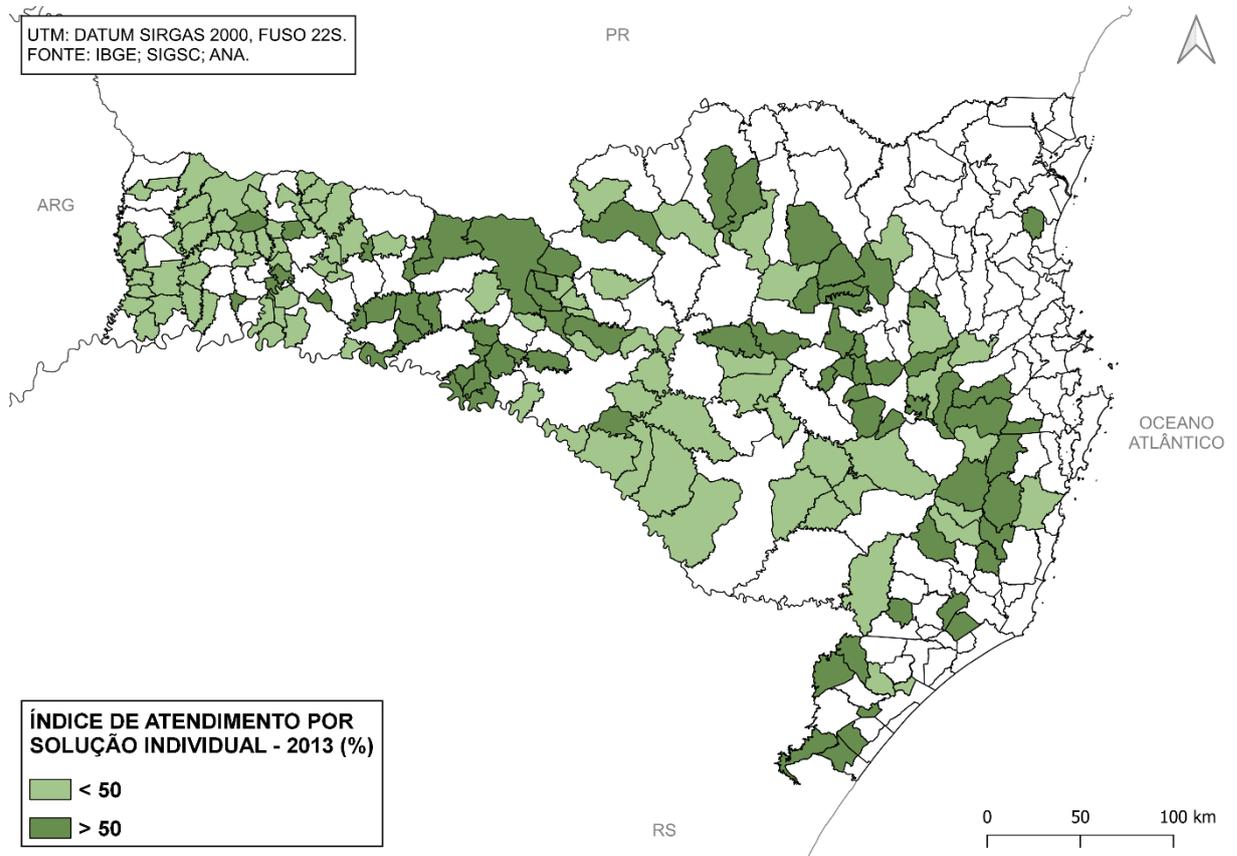
(conclusão)

Municípios	Domicílios (%)	Municípios	Domicílios (%)
Campo Belo do Sul	90,09	Rio Fortuna	82,15
Campo Erê	64,93	Rio Rufino	79,43
Caxambu do Sul	94,35	Riqueza	53,42
Celso Ramos	69,24	Romelândia	87,34
Cordilheira Alta	70,04	Saltinho	59,79
Cunhataí	91,82	Santa Helena	76,74
Entre Rios	60,02	Santa Rosa do Sul	54,74
Ermo	60,87	Santa Terezinha	81,92
Flor do Sertão	58,88	São Domingos	60,03
Frei Rogério	80,83	São João do Oeste	76,56
Galvão	72,07	São Martinho	86,16
Grão-Pará	87,41	São Miguel da Boa Vista	68,27
Guatambú	78,33	São Pedro de Alcântara	71,14
Ibicaré	89,76	Serra Alta	67,92
Imbuia	70,21	Tangará	78,59
Iomerê	58,39	Tigrinhos	50,82
Ipira	88,46	Timbé do Sul	87,48
Ipuaçu	62,63	Timbó Grande	60,27
Jaborá	90,28	Treviso	68,42
Jardinópolis	77,61	Treze de Maio	95,15
José Boiteux	85,46	Treze Tílias	66,38
Jupia	75,74	Trombudo Central	93,95
Lacerdópolis	79,27	Tunápolis	91,59
Lajeado Grande	85,93	União do Oeste	90,67
Laurentino	68,23	Vargeão	84,87
Leoberto Leal	73,07	Vargem	50,14
Luzerna	75,51	Vidal Ramos	52,75
Major Vieira	75,46	Vitor Meireles	86,87
Maracajá	53,15	Witmarsum	76,36
Marema	86,68	Xavantina	59,29
Meleiro	86,02	Zortéa	50,52
Modelo	88,46		

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A partir dos dados do Atlas Esgotos referentes ao diagnóstico realizado em 2013, observa-se na Figura 8, com o recorte da área de estudo, que o índice de atendimento por solução individual se mostra expressivo. A proporção de municípios que possuíam índice maior que 50% em relação aos demais é de 45,68%, indicando 74 municípios.

Figura 8 – Índice de atendimento por solução individual - 2013



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Os municípios supracitados estão relacionados na Tabela 3, juntamente com os respectivos índices.

Tabela 3 – Municípios com índice de atendimento por solução individual acima de 50% - 2013

(continua)

Municípios	Índice de Atendimento por Solução Individual (%)	Municípios	Índice de Atendimento por Solução Individual (%)
Abdon Batista	83,29	Macieira	72,06
Agronômica	64,59	Major Gercino	58,21
Água Doce	74,98	Major Vieira	74,60
Águas Frias	57,59	Mirim Doce	56,91
Águas Mornas	79,85	Morro Grande	95,11
Alto Bela Vista	62,64	Nova Erechim	91,16
Angelina	79,43	Ouro	89,18
Anitápolis	60,30	Passos Maia	68,70
Arabutã	73,60	Pedras Grandes	56,46
Armazém	66,30	Peritiba	82,65

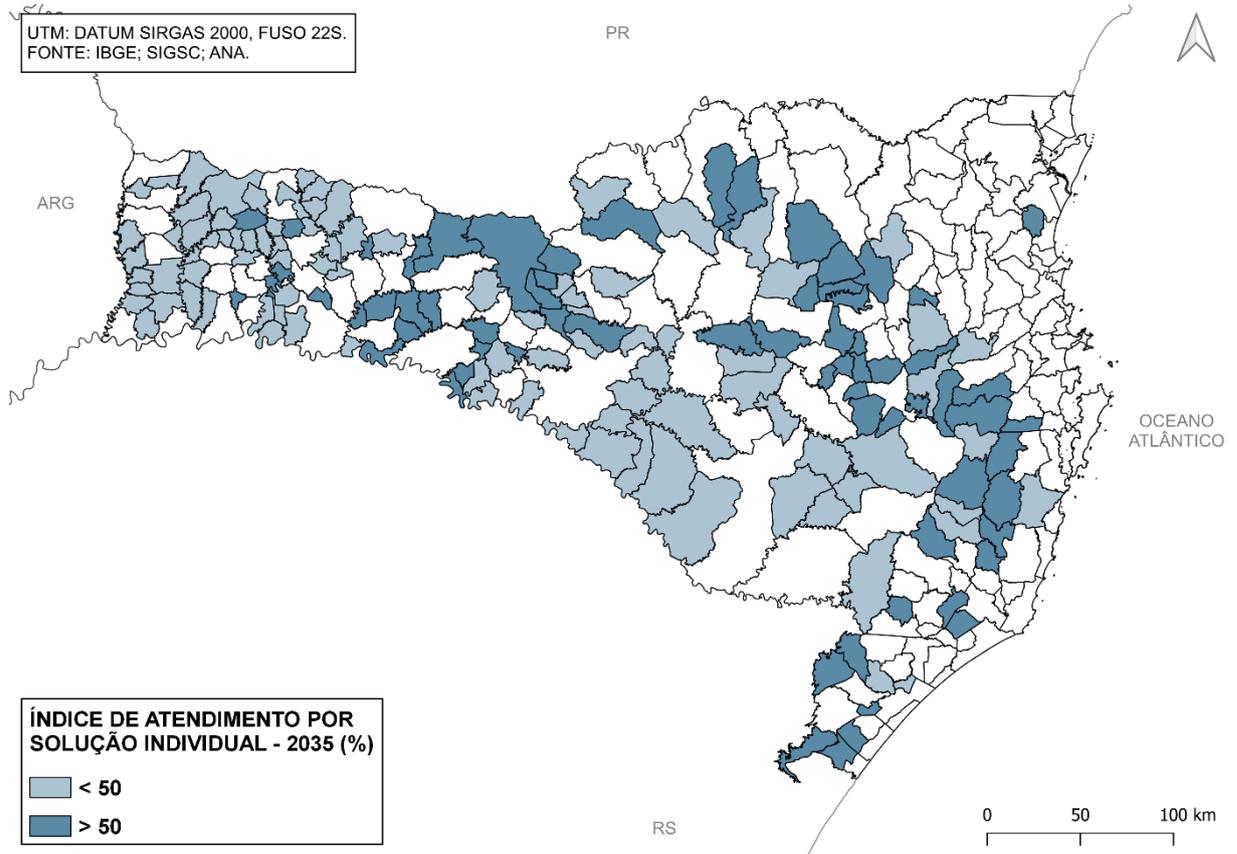
(conclusão)

Municípios	Índice de Atendimento por Solução Individual (%)	Municípios	Índice de Atendimento por Solução Individual (%)
Arvoredo	72,46	Petrolândia	51,82
Ascurra	50,67	Piratuba	55,76
Atalanta	90,79	Ponte Alta do Norte	58,53
Aurora	60,23	Praia Grande	80,73
Bela Vista do Toldo	74,50	Presidente Castello Branco	56,96
Bom Jesus	89,50	Presidente Nereu	88,49
Braço do Trombudo	75,34	Rio do Oeste	66,19
Calmon	82,65	Salete	56,27
Chapadão do Lageado	79,92	Saltinho	89,56
Cordilheira Alta	59,94	Salto Veloso	75,54
Cunhataí	56,59	Santa Rosa do Sul	92,23
Dona Emma	64,61	Santa Terezinha	68,94
Ermo	59,13	São Bonifácio	83,50
Erval Velho	61,29	São João do Itaperiú	64,62
Formosa do Sul	98,34	São João do Sul	50,83
Grão-Pará	51,28	São Martinho	65,15
Ibicaré	70,46	São Pedro de Alcântara	50,63
Imbuia	56,14	Tangará	52,21
Ipira	81,36	Timbé do Sul	66,61
Ipumirim	83,29	Treviso	76,70
Itá	62,51	Treze de Maio	69,63
Jaborá	70,59	Treze Tílias	70,42
José Boiteux	95,72	Trombudo Central	63,23
Lacerdópolis	93,88	Vargeão	62,91
Laurentino	59,21	Vitor Meireles	85,74
Leoberto Leal	88,78	Witmarsum	93,96
Lindóia do Sul	84,20	Xavantina	74,33

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O prognóstico do Atlas Esgotos para 2035, com as alternativas técnicas propostas para cada município levando em conta as eficiências de tratamento apropriadas a cada um deles, confirma a importância das soluções individuais para o avanço do esgotamento sanitário no estado, conforme constata-se na Figura 9.

Figura 9 – Índice de atendimento por solução individual - 2035



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O Atlas Esgotos sugere que 69 municípios, 42,59% dos municípios da área de estudo, usufruam de uma cobertura de esgotamento sanitário composta por mais de 50% de solução individual. Os municípios mencionados estão visíveis na Tabela 4, tais quais os respectivos índices de atendimento.

Tabela 4 – Municípios com índice de atendimento por solução individual acima de 50% - 2035

(continua)

Municípios	Índice de Atendimento por Solução Individual (%)	Municípios	Índice de Atendimento por Solução Individual (%)
Agronômica	64,60	Major Gercino	58,20
Água Doce	75,00	Major Vieira	74,60
Águas Frias	57,60	Mirim Doce	56,90
Águas Mornas	79,80	Morro Grande	95,10
Alto Bela Vista	62,60	Nova Erechim	91,20
Angelina	79,40	Passos Maia	68,70
Anitápolis	60,30	Pedras Grandes	56,50

(conclusão)

Municípios	Índice de Atendimento por Solução Individual (%)	Municípios	Índice de Atendimento por Solução Individual (%)
Arabutã	73,60	Peritiba	82,70
Armazém	66,30	Petrolândia	51,80
Arvoredo	72,50	Ponte Alta do Norte	58,50
Ascurra	50,70	Praia Grande	80,70
Atalanta	90,80	Presidente Castello Branco	57,00
Aurora	60,20	Presidente Nereu	88,50
Bela Vista do Toldo	74,50	Rio do Oeste	66,20
Bom Jesus	89,50	Salete	56,30
Braço do Trombudo	75,30	Saltinho	89,60
Calmon	82,60	Salto Veloso	75,50
Chapadão do Lageado	79,90	Santa Rosa do Sul	92,20
Cordilheira Alta	59,90	Santa Terezinha	68,90
Cunhataí	56,60	São Bonifácio	83,50
Dona Emma	64,60	São João do Itaperiú	64,60
Ermo	59,10	São João do Sul	50,80
Formosa do Sul	98,30	São Martinho	65,20
Grão-Pará	51,30	São Pedro de Alcântara	50,60
Ibicaré	70,50	Tangará	52,20
Imbuia	56,10	Timbé do Sul	66,60
Ipumirim	83,30	Treviso	76,70
Itá	62,50	Treze de Maio	69,60
Jaborá	70,60	Treze Tílias	70,40
José Boiteux	95,70	Trombudo Central	63,20
Lacerdópolis	93,90	Vargeão	62,90
Laurentino	59,20	Vitor Meireles	85,70
Leoberto Leal	88,80	Witmarsum	94,00
Lindóia do Sul	84,20	Xavantina	74,30
Macieira	72,10		

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.2 SERVIÇOS ASSOCIADOS AO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO LOTE

Um sistema de esgotamento sanitário no lote se torna viável e sustentável, ou seja, possível de ser implementado e de manter as funcionalidades para as quais se propõe, quando acompanhado de serviços paralelos e sinérgicos que proporcionam a eficácia do todo. Propõe-se, de acordo com a Figura 10, cinco categorias para estes serviços associados ao sistema de esgotamento sanitário no lote: economia, tratamento, limpeza, gestão do lodo e destinação final.

Figura 10 – Cadeia de serviços

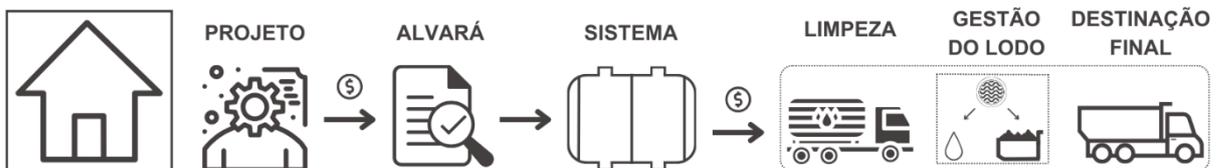


Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.2.1 Economia

A economia associada aos sistemas descentralizados tem origem nos próprios usuários, desde o momento de implantação da unidade de tratamento local, na circunstância da contratação de um engenheiro para o desenvolvimento do projeto. Concluído o projeto, este passará por um processo de licenciamento, que requer o pagamento de uma taxa relativa à análise do caso e acarretará a obtenção do alvará de construção. Na fase de funcionamento dos sistemas, a economia institui-se mediante pagamento da tarifa relativa à limpeza dos sistemas, gestão do lodo coletado e disposição final deste à prestadora destes serviços. Na Figura 11 registra-se a economia inerente à gestão dos sistemas no lote.

Figura 11 – Economia associada aos SESs no lote



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Uma das grandes dificuldades enfrentadas pelos municípios de pequeno porte é a carência de uma estrutura organizacional bem estabelecida para viabilizar a logística dos serviços públicos, em especial daqueles ligados ao saneamento.

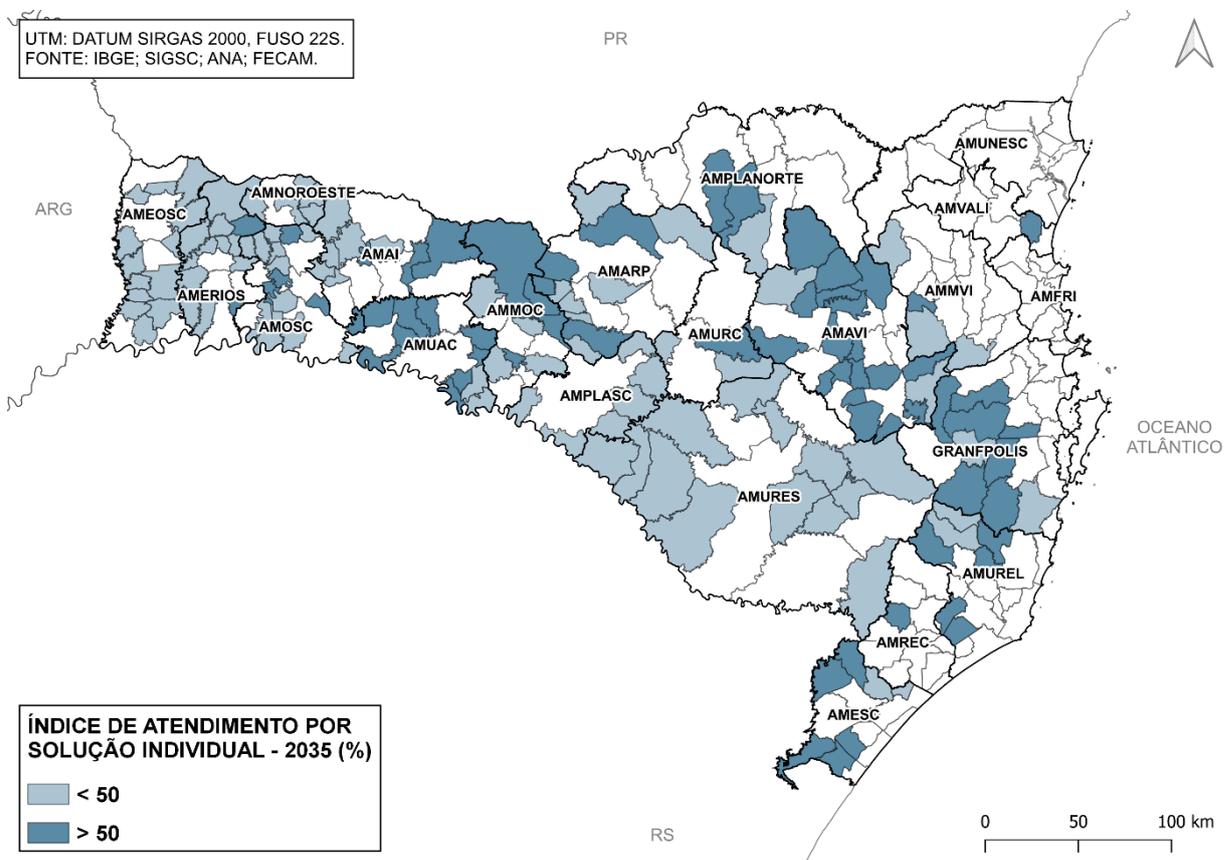
Segundo Marques e Dias (2003), as associações de municípios são entidades jurídicas de direito privado, sem fins lucrativos, com duração indeterminada e estatuto próprio, aprovado em Assembleia Geral. Também é

apontado que a busca pelo desenvolvimento da região é uma das motivações mais reconhecidas para a criação dessas associações.

O Estado de Santa Catarina possui 21 associações de municípios representadas pela FECAM. Para a finalidade da garantia de uma boa administração dos serviços de licenciamento, limpeza, gestão do lodo e disposição final, assim como da cobrança das tarifas relativas a eles, sugere-se uma divisão dos municípios a implementarem a cadeia de serviços conforme as associações já existentes.

Na Figura 12 identificam-se os limites de cada associação e dos municípios da área de estudo pertencentes e que, como proposto pelo Atlas Esgotos, são os mais prováveis de adotarem os sistemas no lote como uma parcela da prestação de serviços de esgotamento sanitário até 2035. Os municípios supracitados estão dispostos na Tabela 5, separados por associações e com seus respectivos índices de atendimento por solução individual para o ano de 2035 segundo o Atlas Esgotos.

Figura 12 – Associações de municípios e índice de atendimento por solução individual - 2035



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Tabela 5 – Associações e municípios pertencentes mais prováveis de implantar a cadeia de serviços

(continua)

AMAVI		AMOSC		AMARP	
Município	Índice	Município	Índice	Município	Índice
Agronômica	64,60	Águas de Chapecó	17,60	Arroio Trinta	23,90
Atalanta	90,80	Águas Frias	57,60	Calmon	82,60
Aurora	60,20	Arvoredo	72,50	Ibiam	33,70
Braço do Trombudo	75,30	Caxambu do Sul	23,90	Iomerê	43,80
Chapadão do Lageado	79,90	Cordilheira Alta	59,90	Macieira	72,10
Dona Emma	64,60	Formosa do Sul	98,30	Matos Costa	17,00
Imbuia	56,10	Guatambú	24,00	Pinheiro Preto	39,10
José Boiteux	95,70	Irati	10,00	Rio das Antas	37,10
Laurentino	59,20	Jardinópolis	25,20	Salto Veloso	75,50
Mirim Doce	56,90	Nova Erechim	91,20	Tangará	52,20
Petrolândia	51,80	Nova Itaberaba	19,40	Timbó Grande	46,20
Presidente Nereu	88,50	Paial	34,50		
Rio do Campo	28,40	Planalto Alegre	16,40		
Rio do Oeste	66,20	Santiago do Sul	19,70		
Salete	56,30	Serra Alta	30,50		
Santa Terezinha	68,90	Sul Brasil	16,40		
Trombudo Central	63,20	União do Oeste	10,00		
Vidal Ramos	39,90				
Vitor Meireles	85,70				
Witmarsum	94,00				
AMEOSC		AMERIOS		AMURES	
Município	Índice	Município	Índice	Município	Índice
Anchieta	25,50	Bom Jesus do Oeste	39,10	Anita Garibaldi	17,90
Bandeirante	22,80	Caibi	23,50	Bocaina do Sul	10,00
Barra Bonita	13,30	Campo Erê	14,30	Bom Jardim da Serra	10,00
Belmonte	11,60	Cunhataí	56,60	Bom Retiro	39,50
Descanso	18,40	Flor do Sertão	34,80	Capão Alto	10,00
Guarujá do Sul	36,10	Iraceminha	30,70	Campo Belo do Sul	18,80
Iporã do Oeste	49,20	Modelo	20,40	Cerro Negro	10,00
Palma Sola	20,20	Riqueza	32,80	Painel	34,00
Paraíso	16,20	Romelândia	10,00	Palmeira	28,50
Princesa	44,50	Saltinho	89,60	Ponte Alta	23,20
Santa Helena	18,50	Santa Terezinha do Progresso	16,90	Rio Rufino	33,30
São João do Oeste	46,60	São Miguel da Boa Vista	16,20	São José do Cerrito	38,20
Tunápolis	10,00	Tigrinhos	17,50	Urupema	10,90
AMESC		AMUREL		AMMOC	
Município	Índice	Município	Índice	Município	Índice
Ermo	59,10	Armazém	66,30	Água Doce	75,00
Maracajá	49,10	Grão Pará	51,30	Erval Velho	8,00
Morro Grande	95,10	Pedras Grandes	56,50	Ibicaré	70,50
Praia Grande	80,70	Rio Fortuna	45,50	Lacerdópolis	93,90
Santa Rosa do Sul	92,20	Santa Rosa de Lima	32,40	Luzerna	16,90

(conclusão)

AMESC		AMUREL		AMMOC	
Município	Índice	Município	Índice	Município	Índice
São João do Sul	50,80	São Martinho	65,20	Treze Tílias	70,40
Timbé do Sul	66,60	Treze de Maio	69,60	Vargem Bonita	36,70
AMURC		AMPLANORTE		AMMVI	
Município	Índice	Município	Índice	Município	Índice
Frei Rogério	34,00	Bela Vista do Toldo	74,50	Apiúna	32,00
Ponte Alta do Norte	58,50	Major Vieira	74,60	Ascurra	50,70
São Cristovão do Sul	20,80	Monte Castelo	43,60	Botuverá	39,50
AMUAC		GRANFPOLIS		AMAI	
Município	Índice	Município	Índice	Município	Índice
Alto Bela Vista	62,60	Águas Mornas	79,80	Bom Jesus	89,50
Arabutã	73,60	Angelina	79,40	Entre Rios	10,00
Ipumirim	83,30	Anitápolis	60,30	Ipuacu	10,00
Itá	62,50	Leoberto Leal	88,80	Lajeado Grande	47,80
Jaborá	70,60	Major Gercino	58,20	Marema	18,40
Lindóia do Sul	84,20	Paulo Lopes	20,40	Ouro Verde	5,00
Peritiba	82,70	Rancho Queimado	35,70	Passos Maia	68,70
Presidente Castello Branco	57,00	São Bonifácio	83,50	Vargeão	62,90
Xavantina	74,30	São Pedro de Alcântara	50,60		
AMNOROESTE		AMREC		AMPLASC	
Município	Índice	Município	Índice	Município	Índice
Coronel Martins	18,20	Treviso	76,70	Abdon Batista	1,00
Galvão	10,00			Brunópolis	35,00
Jupiá	10,00			Celso Ramos	10,00
Novo Horizonte	34,00	AMVALI		Monte Carlo	10,00
São Bernardino	10,00	Município	Índice	Vargem	10,00
		São João do Itaperiú	64,60	Zortéa	35,20

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.2.2 Tratamento de esgoto

Os sistemas descentralizados de tratamento de esgoto possuem algumas possibilidades de configuração. Os loteamentos e condomínios horizontais, tais como pequenos aglomerados, podem contar com redes de coleta que direcionam os esgotos gerados em cada residência para uma unidade de tratamento comum. Conjuntos habitacionais e condomínios verticais tendem a dispor de instalações prediais de esgoto que reúnem a vazão total a ser tratada de forma conjunta. A modalidade mais conhecida é aquela individualizada, presente em unidades residenciais, e que exclui a etapa de transporte do esgoto.

Os padrões de qualidade a serem alcançados para o efluente estão definidos de acordo com a classificação do corpo receptor na legislação pertinente (Von Sperling, 2007). A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (Brasil, 2006). Esta Resolução é complementada e alterada pela Resolução CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011.

Segundo Von Sperling (2007), o padrão de qualidade do efluente está relacionado com o nível de tratamento e a eficiência deste. O tratamento primário, que qualifica geralmente o nível de tratamento dos sistemas no lote, remove sólidos suspensos sedimentáveis e matéria orgânica em suspensão (DBO particulada). Quanto a eficiência deste nível de tratamento, a remoção de sólidos suspensos situa-se numa faixa de 60 a 70%, a remoção de DBO particulada encontra-se entre 25 e 40% e dos coliformes é de 30 a 40%.

O tratamento dos esgotos gerados é intrínseco à alternativa técnica componente do sistema de tratamento local de esgoto, e por esse motivo varia de acordo com a tecnologia empregada. O item 2.4.1 aborda algumas alternativas para sistemas de tratamento de esgoto com vazão diária de esgoto de até 3,80 kgDBO/dia, em área não atendida por sistema de esgotamento sanitário.

Tecnologias simplificadas como os tanques sépticos, por exemplo, foram outrora associadas a baixo desempenho devido a uma operação de manutenção inadequada ou inexistente. O tipo de tecnologia e o nível de modernidade não são importantes, o mais relevante é quão apropriada ela é à situação e que sua manutenção não seja negligenciada (Santos et al., 2019).

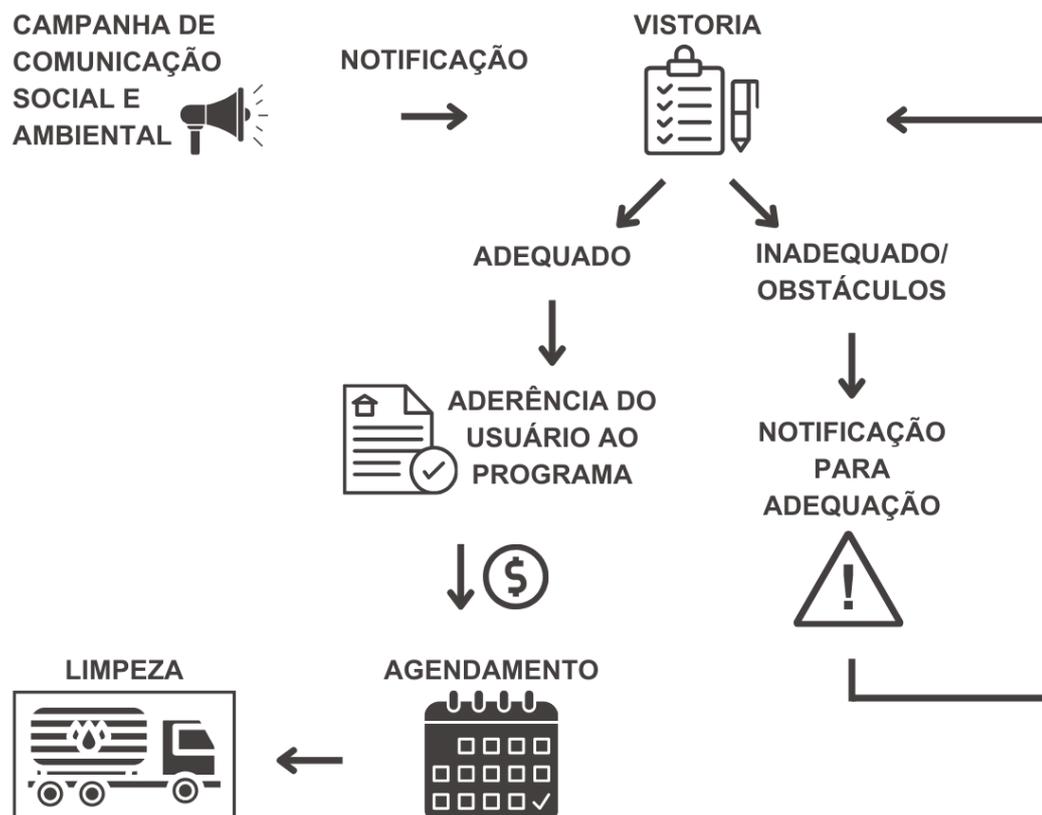
Faz-se necessário o monitoramento da qualidade operacional dos sistemas de tratamento de esgoto no lote, através do desenvolvimento da logística do procedimento e de ferramentas associadas a ela, do treinamento e capacitação dos inspetores, de análises laboratoriais e de controle e registro dos parâmetros e dados.

4.2.3 Limpeza

A limpeza dos sistemas consiste na coleta do resíduo resultante do tratamento dos esgotos através de caminhões próprios para sucção e transporte deste material, popularmente conhecido como limpa-fossa. Essa logística caracteriza uma modalidade que está se disseminando chamada “saneamento sobre rodas”.

O serviço de limpeza programada tal qual trata o item 2.6.1 requer a sequência de etapas expressa na Figura 13. Iniciando com uma campanha de comunicação social e educação ambiental anteriormente à instauração dos serviços. Os usuários devem ser notificados a fim de agendar a vistoria do sistema. Ao ser fiscalizado, uma vez que o sistema se encontra tecnicamente inadequado ou com algum tipo de obstáculo que bloqueie o acesso a ele, uma notificação é emitida para que o usuário tome as devidas providências. Na hipótese de o sistema ser considerado adequado e acessível, o usuário passa a aderir ao programa de limpeza. Sendo assim, é feito o agendamento da primeira limpeza.

Figura 13 – Etapas do serviço de limpeza programada



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

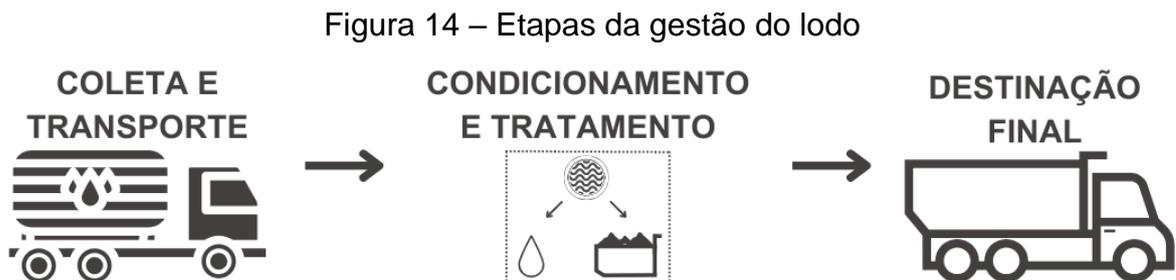
4.2.4 Gestão do lodo

De acordo com Andreoli *et al.* (2009, p. 49):

A matéria removida de sistemas de disposição local de esgotos, também conhecidos como sistemas estáticos ou sistemas individuais, seja uma fossa rudimentar ou tanque séptico mais bem projetado e construído, é uma mistura de esgotos e lodo, que não apresenta as características típicas dos esgotos nem do que se conhece normalmente como lodo na terminologia da Engenharia Sanitária.

O tipo de resíduo em questão manifesta um potencial elevado de poluição, de geração de odores e patológico, devido a parcela de matéria orgânica não estabilizada e altas concentrações de bactérias e helmintos. Sendo assim, é primordial a adoção de alternativas de tratamento e destinação final do resíduo, a fim de evitar os impactos ambientais negativos mencionados (Andreoli *et al.*, 2009).

A gestão do lodo proveniente do tratamento dos esgotos compreende as etapas de coleta e transporte, condicionamento e tratamento, que é o processo de preparação deste material para a última etapa, sua destinação final, conforme observa-se na Figura 14.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Santos *et al.* (2019, p. 514) ressaltam que:

A tecnologia clássica para a limpeza de tanques sépticos, tanques de lodo e reatores UASB em ETEs descentralizadas (operação de coleta do lodo) é a sucção com bombas a vácuo, que apresenta a vantagem de minimizar o contato dos trabalhadores com o lodo, reduzindo riscos de contaminação.

O nível de tratamento do lodo é consoante à sua destinação final, ou seja, dependendo do destino que este lodo terá há uma maior ou menor exigência quanto ao grau de tratamento deste.

Minimamente, para os casos nos quais a destinação do lodo é a codisposição com resíduos sólidos, ou seja, a disposição final em aterros sanitários, recomenda-se a primeira etapa de tratamento: desidratação. O principal objetivo da desidratação do lodo é a diminuição do teor de água e aumento da concentração de sólidos, visando a redução do volume de lodo e conseqüente otimização do transporte deste material. Esse processo pode ser feito por meios naturais, como leitos de secagem e bolsas drenantes (bags), ou de forma mecanizada, como centrífugas e filtros prensa.

As unidades de gerenciamento de lodo (UGLs) são caracterizadas pelo conjunto de processos de transformação do lodo em biossólido. Os processos consistem basicamente na desidratação, estabilização ou mineralização, e higienização do lodo.

O processo de estabilização do lodo significa estabilizar a fração biodegradável da matéria orgânica presente no lodo, reduzindo assim o risco de putrefação e diminuindo a concentração de patógenos (Andreoli *et al.*, 2007). Em resumo, a mineralização do lodo de esgoto é um processo complexo em que os compostos orgânicos ricos em carbono, nitrogênio e fósforo são decompostos, resultando na formação de produtos inorgânicos mais estáveis, ou seja, não reativos, como dióxido de carbono, amônia e fosfatos. A estabilização pode ser biológica (microrganismos), química (produtos químicos) ou térmica (calor).

A higienização do lodo é o processo pelo qual inativa-se microrganismos potencialmente patogênicos. Fundamentalmente isto é feito por meio da retirada de água do interior das células, o que causa desnaturação de proteínas e morte celular. Tanto as alternativas técnicas que utilizam exposição solar, como as lagoas de estabilização, quanto as que utilizam de altas temperaturas, como a incineração, ou ainda a aplicação de cal, são capazes de atingir tal finalidade.

Wetlands construídos, estabilização alcalina e flotação também são alternativas promissoras de tratamento de lodo.

4.2.5 Destinação final

O subproduto sólido do tratamento de esgoto no lote possui duas possibilidades de destinação final: disposição final em aterro sanitário ou aproveitamento. Conforme evidencia-se na Figura 15, para a codisposição final com resíduos sólidos em aterros sanitários basta a primeira fase do tratamento, a desidratação. O aproveitamento do lodo requer um tratamento completo, ou seja, que compreenda as três etapas fundamentais de uma UGL: desidratação, estabilização e higienização.

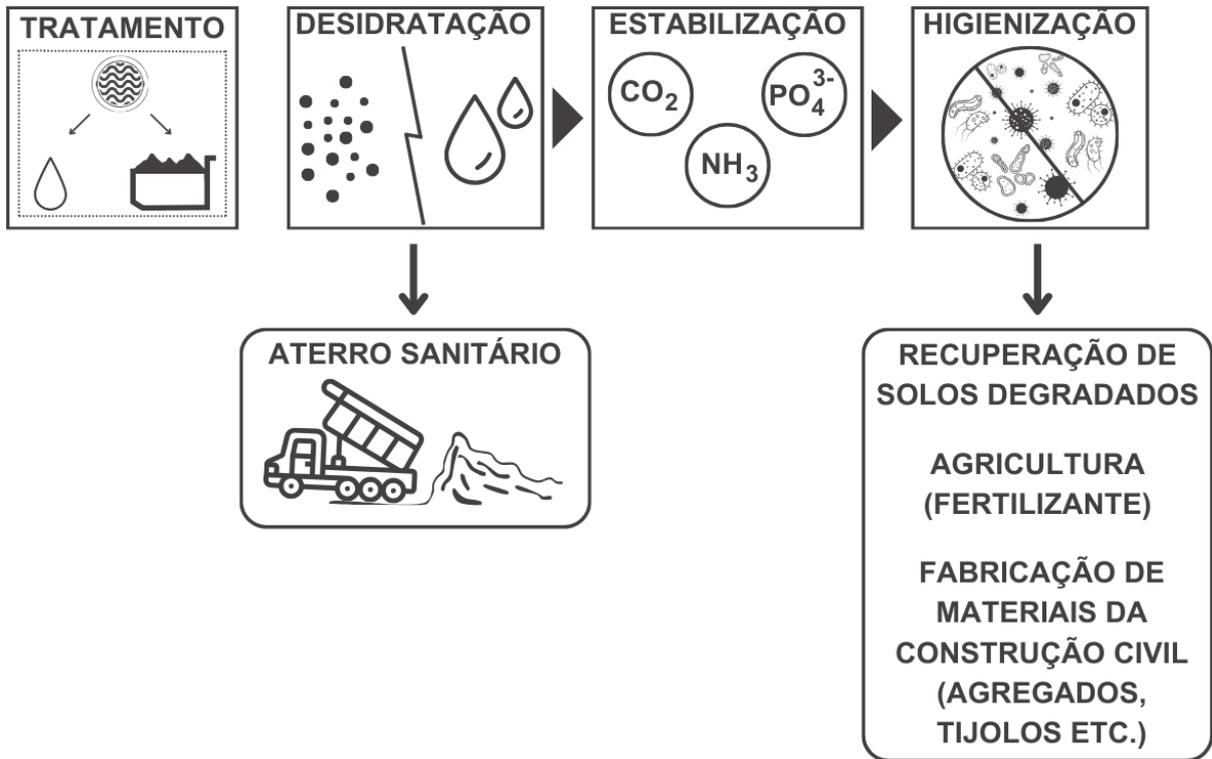
A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, define como um de seus objetivos a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010). Neste contexto, o aproveitamento possui prioridade sobre a disposição final.

O biossólido gerado a partir do lodo de esgoto é rico em matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, nutrientes que auxiliam na fertilidade do solo e por consequência melhoram a capacidade de sustentação do crescimento vegetal, contribuindo no processo de restauração de solos degradados, que sofreram perda significativa de suas características físicas, químicas e biológicas originais, quando aplicado de forma planejada e controlada.

Os nutrientes presentes no lodo são de extrema importância para a agricultura, visto que representam a principal composição dos fertilizantes utilizados nas plantações. A Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006, define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. Tal Resolução estabelece a obrigatoriedade do tratamento de lodos provenientes de sistema de tratamento individual coletados por veículos por uma estação de tratamento de esgoto e da submissão do lodo gerado em sistemas de tratamento de esgoto a processo de estabilização, redução de patógenos e da atratividade de vetores (BRASIL, 2006).

Uma tendência em expansão para o aproveitamento do lodo de esgoto é a reciclagem como material de construção civil. Considerando as aplicações mais difundidas nesse quesito, a partir do lodo podem ser fabricados agregados leves, cimentos, e tijolos cerâmicos.

Figura 15 – Etapas de tratamento do lodo e destinação final

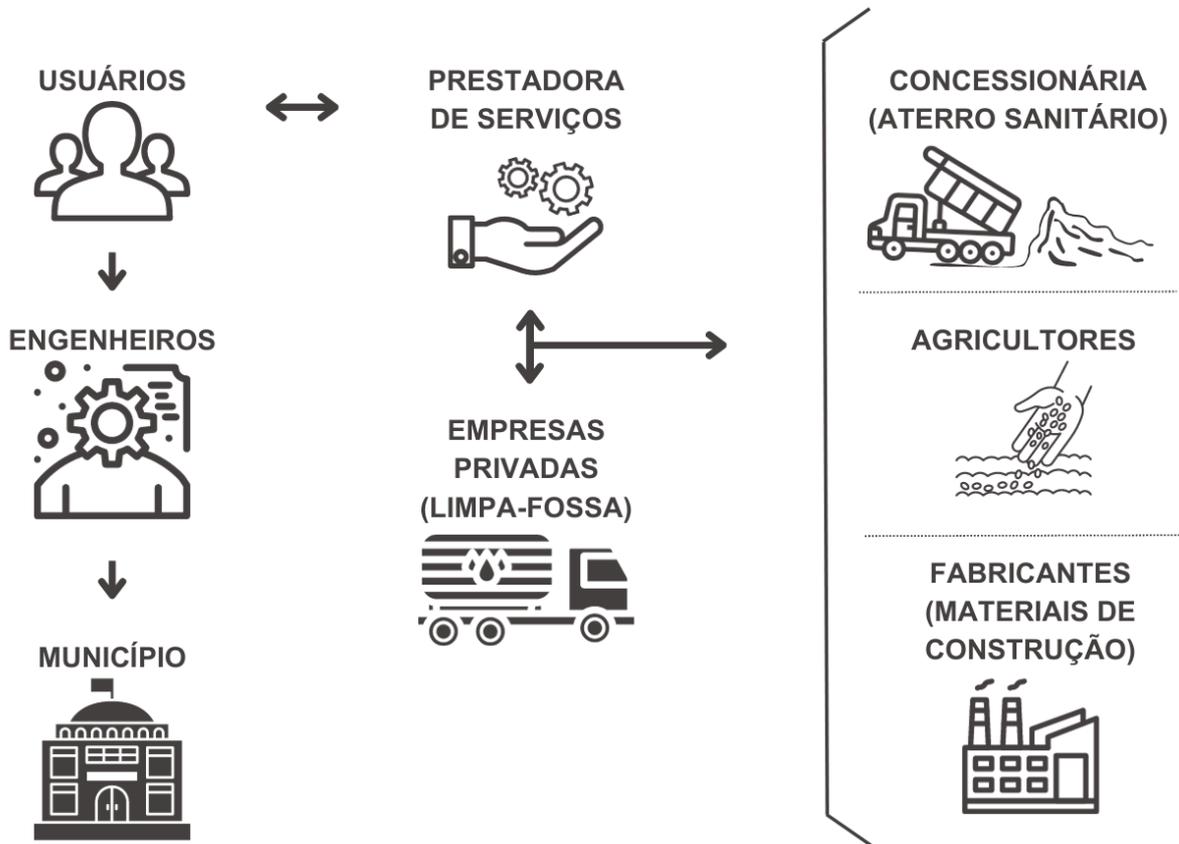


Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.2.6 Atores envolvidos na cadeia de serviços

Os integrantes da cadeia de serviços estão retratados na Figura 16. A base dos atuantes na cadeia de serviços são os usuários do sistema. Estes se relacionam diretamente com os profissionais de engenharia pela necessidade do projeto da unidade de tratamento a ser implantada. Projeto este que será submetido ao órgão do poder municipal responsável pelo processo de licenciamento. Uma vez que o tratamento está em fase de funcionamento, a prestadora do serviço de limpeza programada das unidades de tratamento local de esgoto se torna parte fundamental do sistema. Conseqüentemente, as empresas privadas portadoras dos caminhões limpa-fossa integram a cadeia mediante concorrência em licitações. Concessionárias de serviço de disposição final de resíduos sólidos, agricultores, fabricantes de materiais da construção civil, entre outros possíveis interessados no aproveitamento do lodo, estão envolvidos e se relacionam com a prestação do serviço de tratamento do lodo coletado.

Figura 16 – Atores envolvidos na cadeia de serviços



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.3 INFERÊNCIA DA ATUAÇÃO DA ENGENHEIRA(O) SANITARISTA NO CONTEXTO DA CADEIA DE SERVIÇOS DO SISTEMA DE ESGOTO NO LOTE

O profissional de engenharia sanitária é o protagonista no contexto da cadeia de serviços associados aos sistemas de esgotamento sanitário no lote. Sua atuação está presente em todas as etapas desta logística conforme observa-se na Figura 17.

A começar da implantação da unidade de tratamento que implica a necessidade do projeto elaborado por um engenheiro habilitado.

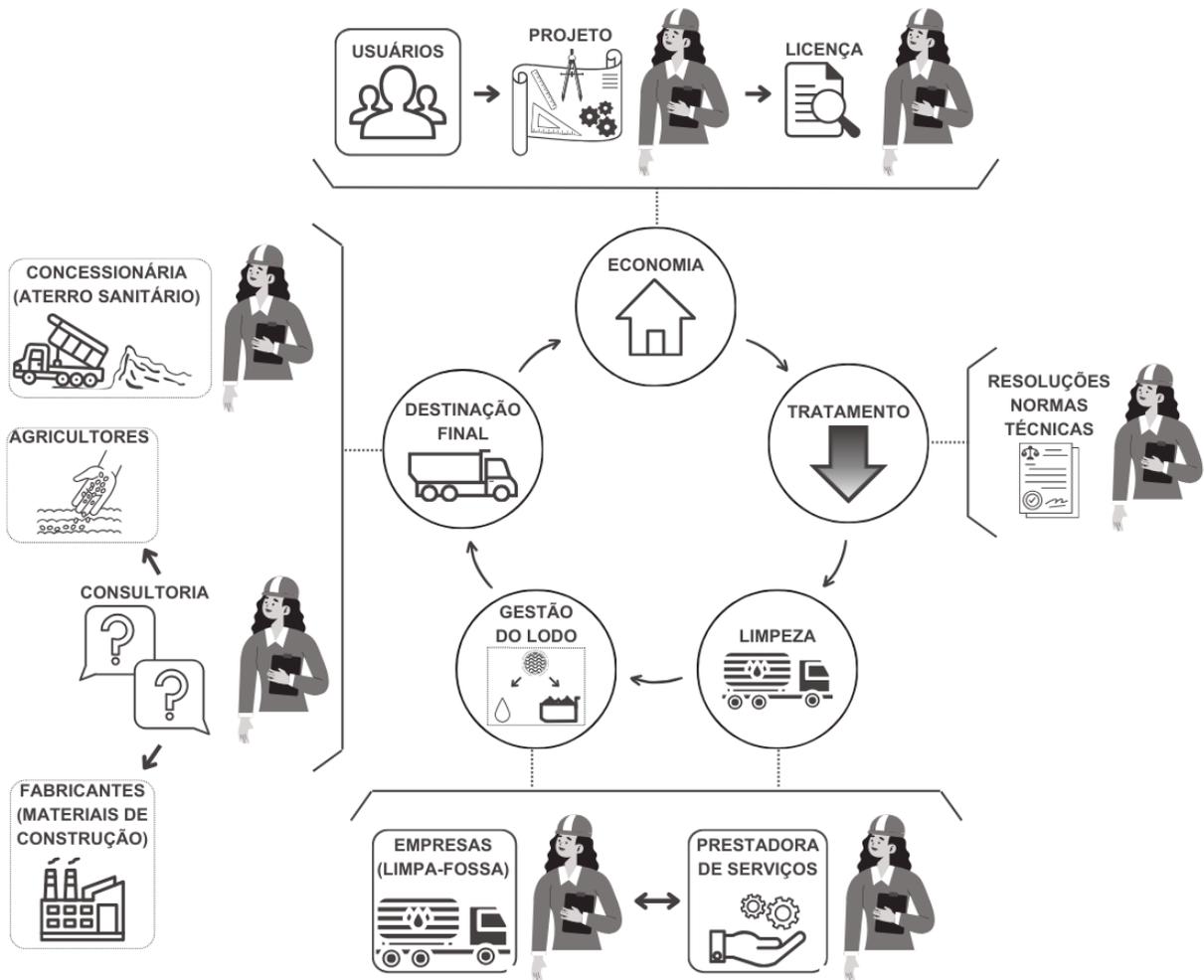
Os engenheiros sanitaristas também atuam nas diferentes esferas de governo, seja nos ministérios, nas agências reguladoras, nas autarquias, nas secretarias e nos órgãos encarregados dos processos de fiscalização, licenciamento, criação de leis, resoluções e normas técnicas, entre outras competências.

As concessionárias de serviços públicos de saneamento contam com estes profissionais nos diferentes setores de suas organizações, incorporando projetistas, gestores, operadores de estações de tratamento de esgoto e unidades de gerenciamento de lodo, por exemplo, fiscais e outras funções pertinentes.

Empresas privadas que oferecem serviço de limpeza através de caminhões limpa-fossa e que mediante concorrência em licitações passam a integrar o serviço público de esgotamento sanitário em parceria com a concessionária possuem vantagem ao incluir engenheiros sanitaristas em seu quadro de colaboradores. Estes profissionais podem assumir responsabilidades como elaboração de planos de gerenciamento dos resíduos, adequação das práticas da empresa às legislações e normas vigentes, monitoramento das atividades, emissão do MTR etc.

A assessoria técnica especializada fornecida por engenheiros sanitaristas é de grande valia para os agricultores e fabricantes de materiais da construção civil que recebem o lodo de esgoto resultante dos sistemas no lote para seu aproveitamento.

Figura 17 – Atuação do profissional de engenharia sanitária na cadeia de serviços



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

5 CONCLUSÃO

O cerne do presente trabalho foi apresentar a cadeia de serviços relacionada aos sistemas de esgotamento sanitário no lote aplicada aos municípios de pequeno porte de Santa Catarina, visando contribuir com a universalização do saneamento no estado. Para este objetivo fez-se, a partir dos dados do IDMS e ATLAS Esgotos, um levantamento do índice de cobertura do sistema de esgoto no lote existente nos municípios catarinenses de pequeno porte, descreveu-se os serviços associados ao sistema de esgotamento sanitário no lote relacionando-os com os atores envolvidos e inferiu-se sobre a atuação do profissional de engenharia sanitária na cadeia de serviços.

A perspectiva da cobertura de esgotamento sanitário que julga adequados os sistemas no lote como forma de atendimento é favorável ao alcance da universalização, visto que sua abrangência é expressiva. Da mesma forma, o prognóstico das alternativas técnicas para 2035 confirma a importância das soluções individuais, que já era significativa conforme mostra o diagnóstico de 2013. Conclui-se a partir do levantamento apresentado que são necessárias alternativas além das redes gerais de esgoto para que a universalização seja alcançada em Santa Catarina.

Apesar das peculiaridades inerentes aos municípios de pequeno porte e dos desafios que elas acarretam, é possível atingir a universalização do esgotamento sanitário através da aplicação apropriada da cadeia de serviços apresentada neste trabalho. Os serviços descritos, assim como os componentes envolvidos, os atores e os instrumentos, fazem parte em algum nível de um mercado já instalado. Por essa razão, este trabalho identificou estes elementos e, a partir da sistematização estabelecida, mostrou que o emprego dos sistemas no lote é uma alternativa viável para se atingir as metas de cobertura da dimensão do saneamento básico em questão.

Os papéis desempenhados pelos profissionais de engenharia sanitária são de extrema importância em diversos âmbitos da cadeia de serviços apresentada, revelando a versatilidade de suas competências e influenciando positivamente não apenas a eficiência operacional, mas também o atendimento às exigências legais. Em síntese, a atuação desses profissionais é vital para o sucesso e conformidade dos serviços relacionados ao saneamento, destacando a necessidade contínua de sua presença e expertise em diferentes setores da sociedade.

Salienta-se que a eficácia e a sustentabilidade das ações voltadas ao saneamento e da logística dos serviços referentes a ele requerem uma gestão pública mais eficiente e orientada para resultados. A implementação de políticas públicas e programas relacionados ao esgotamento sanitário, com monitoramento, avaliação sistemática e adaptados à realidade local são fundamentais para instituir uma governança sólida no âmbito municipal.

REFERÊNCIAS

ABNT. **CB-177 - Projeto ABNT NBR 17076**: Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte - Requisitos. Rio de Janeiro, 2023. (em aprovação). Disponível em: <https://www.abntonline.com.br/consultanacional/projetat.asp>. Acesso em: 22 set. 2023.

ABNT. **NBR 12209**: elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estação de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/documentos-e-publicacoes/outros-sites/122092011Elaboraodeprojetoshidraulicossanitriosdeestaesdetratamentodeesgotossanitrios.pdf>. Acesso em: 22 set. 2023.

ABNT. **NBR 13969**: tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. 60 p. Disponível em: <http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/NBR-13969-97-TS-Unid-trat-complem-e-disposi%C3%A7%C3%A3o-final.pdf>. Acesso em: 22 set. 2023.

ANA. **ATLAS esgotos**: Despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: ANA, 2017.

ARIS. **Projeto TRATASan**: gestão de soluções individuais descentralizadas como alternativa na impossibilidade técnica e financeira de implantação de sistemas convencionais de rede coletora e estações de tratamento de esgotamento sanitário. Florianópolis: ARIS, 2017. Disponível em: <https://www.aris.sc.gov.br/uploads/pagina/451/T7adY-XF3pfqdgS75mpavHHRV2FDw2XO.pdf>. Acesso em: 22 set. 2023.

ARIS. **Resolução Normativa nº 39, de 31 de maio de 2023**. Disciplina o serviço de limpeza programada de sistemas individuais alternativos de tratamento de esgotamento sanitário prestado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) no âmbito dos municípios regulados pela ARIS. Diário Municipal de Santa Catarina, Florianópolis, 6 jun. 2023. Disponível em: https://www.diariomunicipal.sc.gov.br/arquivosbd/atos/2023/06/1686072716_resolucao_39_2023_limp_fossa_aprov_extrato.pdf. Acesso em: 15 set. 2023.

ANDREOLI, Cleverson Vítório *et al.* **Lodo de fossa séptica e tanque séptico**: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final. Curitiba: ABES, 2009.

ANDREOLI, Cleverson Vítório *et al.* **Sludge Treatment and Disposal**. Londres: IWA Publishing, 2007.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, p. 84, 30 ago. 2006.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, p. 91, 16 maio 2011.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 10 set. 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília, DF: Casa Civil, 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm. Acesso em: 7 ago. 2023.

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: Casa Civil, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 05 out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 10 ago. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)**: revisão de 2019. Brasília: MDR, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab/arquivos/Versao_Consehos_Resoluo_Alta__Capa_Atualizada.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

FECAM. **Índice de Desenvolvimento Municipal Sustentável (IDMS)**. 2020. Disponível em: <https://indicadores.fecam.org.br/indice/estadual/ano/2023>. Acesso em: 20 set. 2023.

MARQUES, Valesca Menezes; DIAS, Leila Christina. Associações de municípios em Santa Catarina: da gênese à consolidação. **Geosul**, Florianópolis, v. 18, n. 36, p. 29-53, jul./dez. 2003. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/13576/12449>. Acesso em: 20 set. 2023.

SANTA CATARINA. **Lei Nº 15.251, de 03 de agosto de 2010**. É vedado o ingresso, no Estado de Santa Catarina, de resíduos sólidos com características radioativas e de resíduos orgânicos que apresentem riscos fitossanitários, tais como a disseminação de febre aftosa ou outras zoonoses. Florianópolis: Palácio Barriga-Verde, 2010. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=163476>. Acesso em: 12 set. 2023.

SANTOS, André Bezerra dos *et al.* **Caracterização, tratamento e gerenciamento de subprodutos de correntes de esgotos segregadas e não segregadas em empreendimentos habitacionais**. Fortaleza: Imprece, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/30629>. Acesso em: 12 set. 2023.

VON SPERLING, Marcos. **Wastewater characteristics, treatment and disposal**. Londres: IWA Publishing, 2007. Disponível em: <https://limaens.paginas.ufsc.br/files/2020/09/volume-1.pdf>. Acesso em: 12 set. 2023.