

Projeto  
**TRATAS**  **N**

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/2019

# **ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL**

Diagnóstico de situação e proposição de alternativas

Santa Cecília - Santa Catarina



Agosto de 2023

# CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/2019

## ORGANIZAÇÃO

### PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA CECÍLIA

**Alessandra Aparecida Garcia** Prefeita Municipal  
**Carlos Enrique Garcia Langer** Vice-Prefeito Municipal

### AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO

**Adir Faccio** Diretor Geral  
**Antoninho Luiz Baldissera** Diretor de Regulação  
**Dênis Costa** Coordenador de Normatização  
**Willian Jucelio Goetten** Coordenador de Fiscalização

## EXECUÇÃO

**Prof. Everton Skoronski** Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária – CAV/UDESC  
**Prof<sup>a</sup>. Viviane Trevisan** Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária – CAV/UDESC

**Prof. Eduardo Bello Rodrigues**  
Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária – CAV/UDESC

### Equipe Técnica Municipal

**Elton Gandin** Secretário de Saúde  
**Eliani Duffeck** Secretária de Administração  
**Marcia Pires Tomaz Zanella** Secretária de Educação, Cultura e Desporto  
**Marcus Roberto Bordignon** Secretário de Planejamento  
**Nereu Pires** Secretário de Transporte, Obras e Serviços Públicos  
**Samuel Arbegaus** Secretário de Finanças

**Sandra Muxfeld**  
Secretária da Família, da Assistência e do Desenvolvimento Social

**Selênio Sartori** Diretor Executivo do CISAMA  
**Katynara Goedert** Coordenadora de Projetos de Saneamento Básico do CISAMA

## Sumário

1	Apresentação .....	9
2	Aspectos gerais do município.....	10
2.1	Características físicas.....	11
2.1.1	Solo.....	11
2.1.2	Recursos Hídricos.....	13
2.1.3	Uso e ocupação do solo .....	14
2.1.4	Diagnóstico socioambiental.....	15
3	Estudo populacional .....	15
4	Cenário atual do saneamento básico.....	21
4.1	Sistema de Abastecimento de Água.....	21
4.2	Esgotamento sanitário.....	24
4.3	Drenagem e manejo de águas pluviais.....	24
5	Projeção da geração de lodo e esgoto.....	24
5.1	Esgoto na área urbana .....	24
5.2	Lodo na área urbana.....	25
5.3	Esgoto na área rural .....	26
5.4	Lodo na área rural .....	27
6	Diagnóstico.....	28
6.1	Informações do município sobre a gestão do sistema de esgotos sanitários....	28
6.2	Sistemas individuais na área urbana .....	31
6.2.1	Metodologia de aplicação dos questionários .....	31
6.3	Resultados.....	32
6.3.1	Característica das edificações.....	32
6.3.2	Características dos sistemas de tratamento.....	33
6.3.3	Sistemas de disposição .....	37
6.3.4	Idade dos sistemas .....	39
6.3.5	Limpeza dos sistemas .....	39

6.3.6	Espaço no terreno para instalação .....	41
6.4	Caixa de água.....	42
7	Legislação.....	42
8	Soluções para o tratamento de esgoto sanitário.....	44
8.1	Tanques sépticos .....	45
8.1.1	Dimensionamento do tanque séptico.....	46
8.1.2	Limpeza dos tanques sépticos .....	46
8.2	Filtro anaeróbio.....	47
8.2.1	Dimensionamento do filtro anaeróbio .....	48
8.3	Estudo de caso envolvendo a aplicação de tanque séptico e filtro anaeróbio..	49
8.4	Alternativa baseada no sistema de <i>wetlands</i> .....	50
8.4.1	Tratamento de esgoto bruto por meio de <i>wetland</i> vertical Sistema Francês	50
8.4.2	Tratamento de lodos através de sistemas <i>wetlands</i> construídos.....	54
8.4.3	Dimensionamento das unidades <i>wetlands</i> para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do <i>Wetland</i> Vertical Sistema Francês para tratamento do Esgoto Sanitário (WVSF).....	55
8.5	Alternativas de disposição do esgoto tratado.....	64
8.6	Edificações sem espaço útil .....	64
9	Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Santa Cecília .....	65
10	Custos e cobrança pelos serviços .....	72
11	Plano de ação .....	80
12	Considerações finais.....	85
13	Referências .....	86
14	Anexos.....	91

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Evolução da população de Santa Cecília entre os anos de 1996 e 2020. ....	16
Tabela 2 - Projeção da população urbana de Santa Cecília para o período de 2023-2044, utilizando vários modelos. ....	16
Tabela 3 - Projeção da população rural de Santa Cecília para o período de 2023-2044, utilizando vários modelos. ....	18
Tabela 4 - Projeção da população no município de Santa Cecília. ....	19
Tabela 5 – Dados dos sistemas de abastecimento de água (SAA) do município de Santa Cecília no período de 2012 a 2021. ....	21
Tabela 6 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área urbana de Santa Cecília..	25
Tabela 7 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Santa Cecília. ....	26
Tabela 8 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área rural de Santa Cecília. ....	27
Tabela 9 - Projeção de produção de lodo na área rural de Santa Cecília. ....	27
Tabela 10 - Referências de taxas de sólidos aplicados em <i>wetlands</i> . ....	54
Tabela 11 - Parâmetros de dimensionamento do WL para o lodo de TS. ....	57
Tabela 12 - Dados de entrada para dimensionamento do WVSF. ....	59
Tabela 13 - Área total dos dois módulos do primeiro estágio. ....	59
Tabela 14 - Área total dos dois módulos do segundo estágio. ....	60
Tabela 15 - Dados de entrada para dimensionamento do WVSF. ....	60
Tabela 16 - Área total dos dois módulos do primeiro estágio. ....	61
Tabela 17 - Área total dos dois módulos do segundo estágio. ....	61
Tabela 18 - Dados de entrada para dimensionamento do WVSF. ....	62
Tabela 19 - Área total dos dois módulos do primeiro estágio. ....	62
Tabela 20 - Área total dos dois módulos do segundo estágio. ....	63
Tabela 21. Resumo dos custos para o WL e WVSF incluindo toda rede coletora. ....	64
Tabela 22 - Estimativa de ligações em Santa Cecília até 2044. ....	73
Tabela 23 - Custos dos sistemas de tratamento individual. ....	74
Tabela 24 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Curitiba. ....	75
Tabela 25 - Estimativa de custos para a limpeza considerando a gestão associada entre Santa Cecília e ....	76
Tabela 26 - Custos de implementação e manutenção considerando a tecnologia de <i>wetlands</i> construídos na área urbana. ....	79

## Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa de localização do município de Santa Cecília .....	11
Figura 2 - Mapa Geológico de Santa Catarina com destaque para a área do município de Santa Cecília.....	13
Figura 3 - Bacia Hidrográfica do Rio Canoas. ....	14
Figura 4 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de Santa Cecília.....	17
Figura 5 - Modelos de projeção populacional para a área rural do município de Santa Cecília.....	19
Figura 6- Dados da população total de Santa Cecília entre 1996 e 2022 e evolução populacional entre 2023 e 2044.....	20
Figura 7 – Mapa de Localização da Estação de Tratamento de Água de Santa Cecília.	23
Figura 8 - Número médio de pessoas nas edificações entrevistadas. Esses números representam a quantidade mais provável de pessoas na edificação.....	32
Figura 9 - Distribuição das propriedades entre sistemas coletivos e individuais. ....	33
Figura 10 - Porcentagem de caixas de gordura instaladas.....	34
Figura 11 - Presença ou não de fossa rudimentar nas residências.....	35
Figura 12 - Presença de tanque séptico nas edificações entrevistadas. ....	36
Figura 13 - Presença de filtro anaeróbio nas edificações entrevistadas. ....	36
Figura 14 - Presença de sumidouro nas propriedades entrevistadas. ....	37
Figura 15 - Presença de tubulação de drenagem na rua. ....	38
Figura 16 - Porcentagem de entrevistados que afirmaram estar ligados ou não à rede de drenagem pluvial. ....	39
Figura 17 – Realização de limpeza nos sistemas de tratamento.....	40
Figura 18 – Ocorrência de problemas no sistema de esgoto. ....	41
Figura 19 - Disponibilidade de espaço para instalação de sistemas individuais. ....	42
Figura 20 - Tanque séptico.....	45
Figura 21 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente. ....	47
Figura 22 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbio. ....	49
Figura 23 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.....	51
Figura 24 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.....	52
Figura 25 - Perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio do Sistema Francês. .	53
Figura 26 - <i>Wetland</i> vertical para tratamento de lodo. ....	55

Figura 27 - Concepção padrão a ser adotada na proposta. ....	56
Figura 28 – Sugestão de subdivisão de bacias para o tratamento de esgoto pelo sistema de <i>wetlands</i> . ....	58
Figura 29 – Modelo de programas de gestão associada envolvendo a ETE de Curitiba e os potenciais sistemas individuais nos municípios de Ponte Alta, Frei Rogério e Santa Cecília. ....	70
Figura 30 – ETE de Curitiba. a) reator aeróbio (direita) e sedimentador secundário (esquerda), b) sistema de aeração por discos e membrana perfurada, c) reservatório para o esgoto tratado por processo terciário, d) leito de secagem, e) adensador e f) centrífuga. ....	71

## Lista de Quadros

Quadro 1 – Legislação municipal envolvendo o tratamento de esgotos no município de Santa Cecília.....	28
Quadro 2 - Características dos filtros anaeróbios de diferentes sentidos de fluxo.....	48
Quadro 3 - Objetivo 1: adequar o município em termos legislativos e executivos sobre os sistemas individuais de tratamento de esgotos e planejar o sistema de cobranças.....	80
Quadro 4 - Objetivo 2: regularizar as edificações do município de Santa Cecília com relação aos sistemas de esgotos sanitários.....	82
Quadro 5 - Objetivo 3: implantar o serviço de manutenção dos sistemas individuais...	83
Quadro 6 - Objetivo 4: realizar campanhas de educação ambiental.....	84

## 1 Apresentação

O saneamento básico envolve quatro pilares em termos de infraestrutura urbana, compreendendo o sistema de distribuição de água, a coleta e destinação de resíduos sólidos, a drenagem pluvial e o sistema de esgotamento sanitário. Este último pode ser implantado em duas categorias, constituídas em sistemas centralizados ou sistemas descentralizados. Neste sentido, a concepção de um sistema de esgotamento sanitário envolve um amplo estudo sob o ponto de vista tecnológico, ambiental, social e econômico, para a escolha do melhor arranjo capaz de coletar e tratar o esgoto sanitário gerado (MASSOUD; TARHINI; NASR, 2009).

Em primeiro lugar, os sistemas centralizados são uma concepção clássica, normalmente aplicada em locais com alta densidade populacional. Nessa condição, geralmente os esgotos são transportados por longas distâncias até uma estação de tratamento de esgoto (ETE), exigindo investimentos em infraestrutura e transporte do esgoto, adicionalmente ao processo de tratamento. Neste sentido, os sistemas centralizados demandam investimentos para a coleta e transporte dos esgotos, envolvendo tubulações com grandes diâmetros, estações elevatórias e escavações com grandes profundidades. Considerando todas as unidades de um sistema de esgotamento sanitário, as redes coletoras podem representar até 75% do valor total de implantação da obra (NUVOLARI, 2011), o que pode inviabilizar a sustentabilidade deste serviço para muitos municípios brasileiros com população abaixo de 15 mil habitantes. Além disso, a possibilidade de aproveitamento do esgoto tratado é reduzida, em função da necessidade de instalações para distribuição do esgoto tratado até o local de reuso, estando normalmente afastado da ETE (METCALF & EDDY; AECON, 2016).

Por outro lado, os sistemas descentralizados são caracterizados por coletar e tratar o esgoto próximo ou na própria fonte geradora, como é o caso dos sistemas individuais. Os sistemas descentralizados são flexíveis e podem ser uma alternativa para viabilizar o reuso do esgoto tratado próximos às fontes geradoras (METCALF & EDDY; AECON, 2016). Neste caso, a gestão dos subprodutos do tratamento, em especial o lodo, pode ser combinada com sistemas centralizados que normalmente possuem capacidade para o processamento destes resíduos. Ainda, em que pese os sistemas descentralizados, os gastos com redes coletoras são minimizados, ficando a maior parte dos custos atribuídos ao tratamento. Neste caso, por serem unidades com menores contribuições, possibilitam a utilização de sistemas muito mais competitivos economicamente, robustos e sustentáveis, como por exemplo a ecotecnologia dos *wetlands* construídos.

Desta forma, o diagnóstico dos sistemas individuais de tratamento de esgoto sanitário

constitui-se em uma importante ferramenta para tomada de decisões por parte dos órgãos responsáveis pela infraestrutura urbana e rural, pelo controle ambiental e pela saúde da população. O presente trabalho destina-se a analisar o estado atual do esgotamento sanitário no município de Santa Cecília, que está localizado no estado de Santa Catarina. Com a realização deste trabalho, pode-se propor melhorias por meio de um plano de ação, que seja adequado para a população em termos de destinação correta dos efluentes gerados, considerando ainda a gestão associada envolvendo outros municípios vizinhos. O presente estudo traz, ainda, uma perspectiva de aplicação de sistemas naturais para o tratamento de esgoto e de lodos de tanques sépticos, por meio da ecotecnologia dos *wetlands* construídos, podendo ser integrado aos sistemas individuais de tratamento de esgotos.

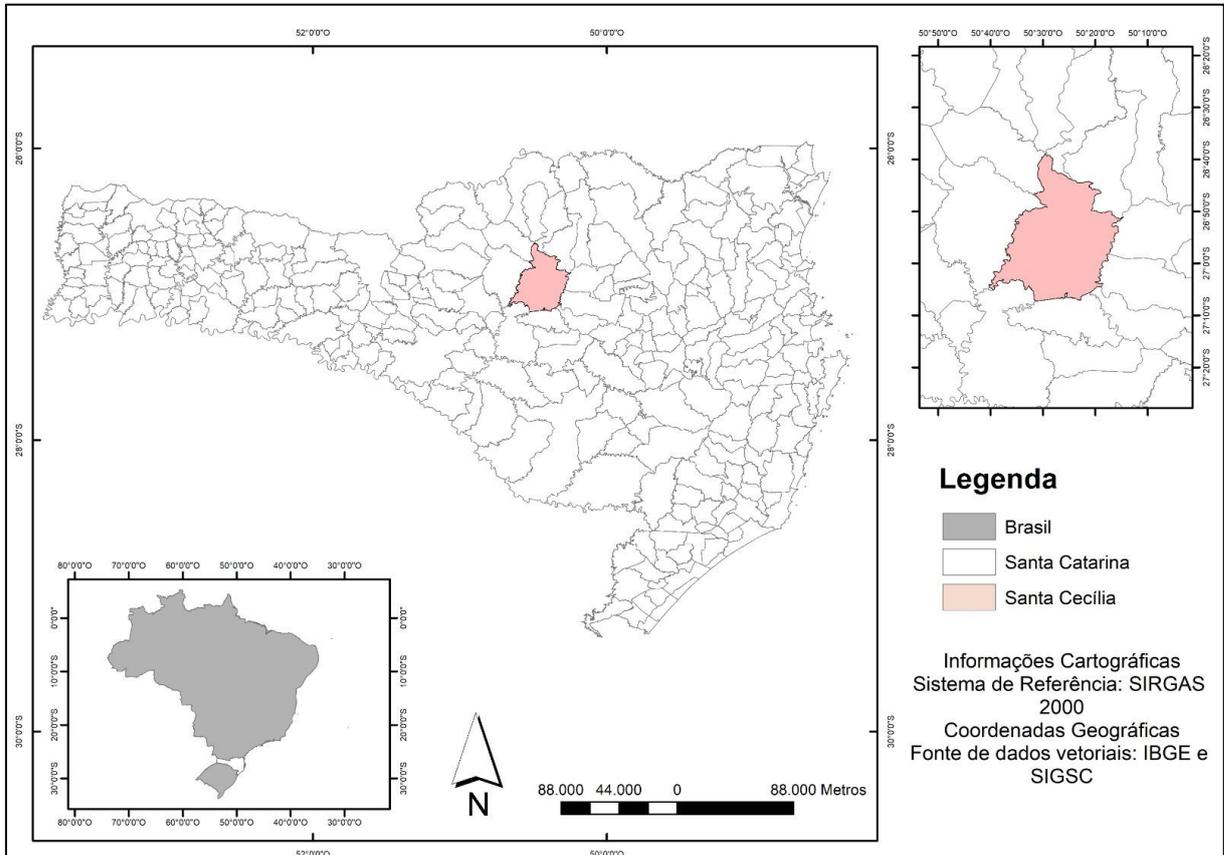
Este trabalho faz parte do programa TRATASAN, idealizado pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS), o qual busca avaliar o diagnóstico do tratamento individual de esgotos domésticos em municípios com menos de 15 mil habitantes e propor ações que busquem a universalização deste serviço nos municípios contemplados. Em geral, os municípios envolvidos não possuem corpo técnico para a realização de um estudo desta natureza e, portanto, a iniciativa da ARIS em parceria com o Consórcio Intermunicipal Serra Catarinense (CISAMA) é fundamental para o planejamento de ações voltadas a universalização dos serviços de esgotamento sanitário em municípios da Mesorregião Serrana de Santa Catarina.

## **2 Aspectos gerais do município**

O município de Santa Cecília fica localizado na mesorregião serrana de Santa Catarina e participa da Associação de Municípios da Região do Contestado (AMURC). O município ocupa uma área de 1.145,845 km<sup>2</sup>, apresentando uma estimativa de população para 2021 de 17.004 habitantes e uma densidade demográfica de 13,75 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2023). O município faz divisa com as cidades de Curitibaanos, Lebon Régis, Major Vieira, Monte Castelo, Mirim Doce, Ponte Alta do Norte, Rio do Campo, Taió e Timbó Grande (IBGE, 2023). Localiza-se a uma latitude - 26.96342 sul, a uma longitude - 50.41977 oeste, está situado a uma distância de 334 km de Florianópolis (GOOGLE, 2023), e possui altitude de 1.100 metros (SANTA CECÍLIA, [s.d.]). O IDH – Índice de Desenvolvimento Humano do município é de 0,698 (IBGE, 2023). A Figura 1 apresenta um mapa de localização do município no estado de Santa

Catarina.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Santa Cecília



Fonte: Elaborado e gentilmente disponibilizado por Laura Salvador (2023).

## 2.1 Características físicas

Nos tópicos seguintes, estão apresentados os aspectos referentes ao solo, recursos hídricos, uso e ocupação do solo e o diagnóstico socioambiental do município de Santa Cecília.

### 2.1.1 Solo

O município de Santa Cecília está situado em uma região com uma variedade de tipos de solos, possuindo, entre outras, as seguintes classificações segundo o mapa de Levantamento de Reconhecimento dos Solos de Santa Catarina das Regiões Nordeste e Norte do Estado (EMBRAPA, 2004):

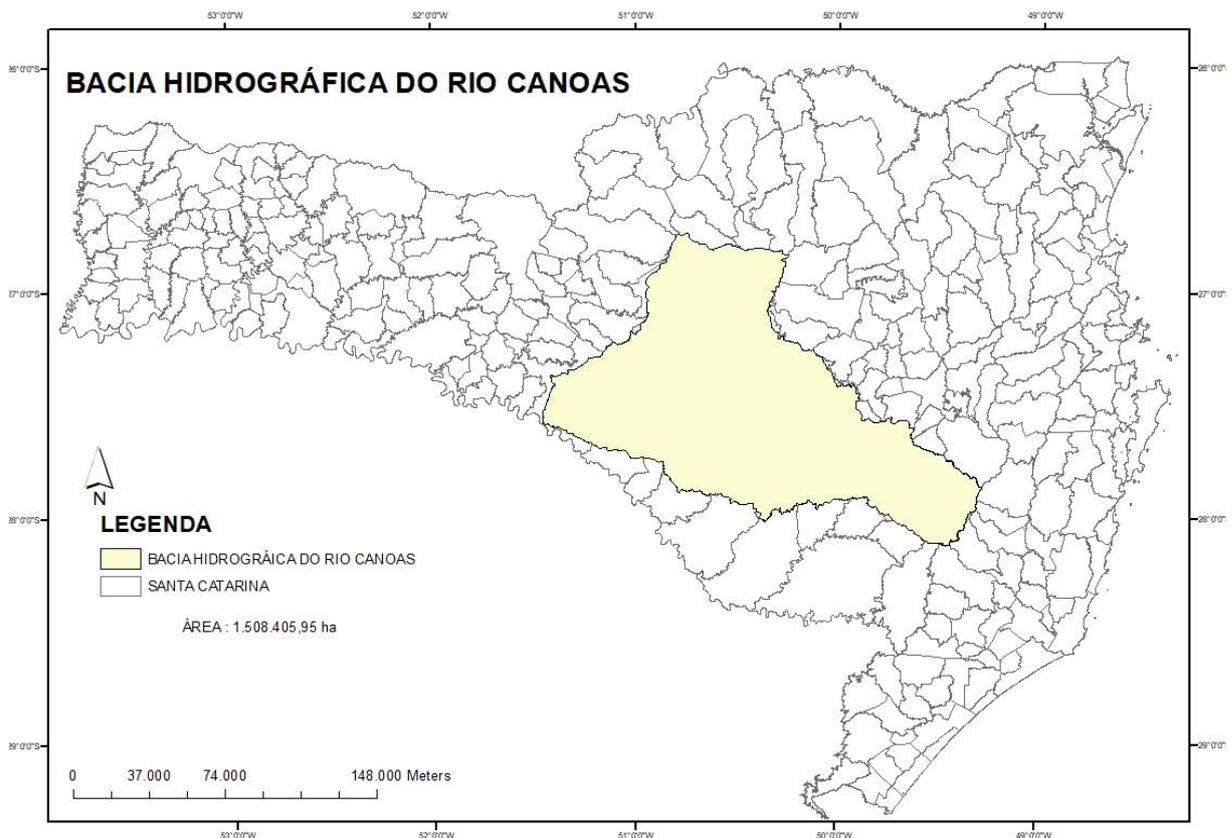
- Associação Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura muito argilosa, fase pedregosa,

- relevo forte ondulado + Terra Bruna Estruturada Álica A proeminente, textura muito argilosa, relevo ondulado, ambos fase floresta subtropical perenifólia - Ca40;
- Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura média, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado - Ca52;
  - Associação Cambissolo Álico Tb A húmico, textura muito argilosa, fase pedregosa, floresta subtropical perenifólia, relevo forte ondulado + Cambissolo Álico Tb A húmico, textura média, fase campo subtropical, relevo suave ondulado - Ca60;
  - Associação Cambissolo Álico Tb A húmico, textura muito argilosa, relevo ondulado + Solos Litólicos Álicos A húmico, textura argilosa, relevo forte ondulado e ondulado (substrato efusivas da Formação Serra Geral), ambos fase pedregosa floresta subtropical perenifólia - Ca61;
  - Associação Cambissolo Álico Tb A húmico, muito argilosa, relevo suave ondulado + Solos Litólicos Álicos A húmico, textura argilosa, fase pedregosa, relevo ondulado (substrato efusivas da Formação Serra Geral), ambos campo subtropical + Glei Húmico Álico Tb, textura argilosa, fase campo subtropical de várzea, relevo plano - Ca66;
  - Glei Húmico Álico Tb, textura argilosa e muito argilosa, fase campo e floresta subtropical de várzea, relevo praticamente plano - HGHa1;
  - Glei Pouco Húmico Álico Tb, textura argilosa, fase campo e floresta subtropical de várzea, relevo plano - HGPa3;
  - Associação Solos Litólicos Álicos A húmico e proeminente, textura muito argilosa, relevo suave ondulado (substrato efusivas da Formação Serra Geral) + Cambissolo Álico Tb A húmico, textura muito argilosa, relevo ondulado, ambos fase pedregosa floresta subtropical perenifólia - Ra6;
  - Solos Litólicos Álicos A húmico, textura argilosa, fase pedregosa, floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado (substrato efusivas da Formação Serra Geral) - Ra7;
  - Associação Solos Litólicos Álicos A proeminente, textura média, fase floresta subtropical perenifólia, relevo montanhoso (substrato sedimentos pelíticos) + Afloramentos Rochosos (arenito), relevo escarpado - Ra15;
  - Associação Solos Litólicos Distróficos A proeminente, textura argilosa, relevo ondulado e forte ondulado (substrato efusivas da Formação Serra Geral) + Cambissolo Álico Tb A húmico, textura argilosa, relevo ondulado, ambos fase pedregosa, floresta subtropical perenifólia - Rd2;
  - Associação Terra Bruna Estruturada Álica A proeminente, textura muito argilosa, relevo suave



apresenta o mapa das bacias hidrográficas citadas. Diversos arroios compõem a hidrologia do município, destacando-se o Arroio Santa Cecília, o Arroio Itambé, o Arroio Caçador, o Arroio das Tulipas, o Arroio do Sumidouro, o Arroio da Agência, o Arroio Campo da Ventania e o Arroio do Brumado. A região conta ainda com o Rio Correntes, o Rio das Pedras, o Rio Caçador Grande, o Rio Timbó e o Rio das Antas (ANA/SNIRH, [s.d.]).

Figura 3 - Bacia Hidrográfica do Rio Canoas.



Fonte: Elaborado e gentilmente disponibilizado por Larissa Roberta de Jesus Oliveira (2021).

### 2.1.3 Uso e ocupação do solo

O programa de uso e ocupação do solo no município de Santa Cecília é previsto no Título III, Capítulo I da Lei Complementar nº26 de 03 de dezembro de 2010 (SANTA CECÍLIA, 2010), a qual estabelece diretrizes para o zoneamento, áreas de recreação e estacionamento, classificação e relação dos usos do solo, recuos e afastamento e concessão de alvarás. Em termos de economia, as atividades de base florestal vêm recentemente recebendo

destaque no município de Santa Cecília. O município conta com importantes plantações de pinus e eucalipto, além de apresentar, por exemplo, várias madeireiras, serrarias, fábricas de placas e compensados (SANTA CECÍLIA, [s.d.]). O produto interno bruto (PIB) do município proveniente da atividade industrial foi de R\$ 186,4 milhões em 2020, seguido pelas atividades agropecuárias que responderam por um PIB de R\$ 64,5 milhões (IBGE, 2023). A soja, a batata inglesa e o milho em grãos são as principais lavouras temporárias de Santa Cecília em termos de PIB (IBGE, 2023). O município possui 31.291 hectares de matas ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal, 2.315 hectares de matas ou florestas naturais e 44.767 de florestas plantadas. Existem 12.908 hectares de pastagens naturais e 4.647 hectares de pastagens plantadas em boas condições. Os sistemas agrofloretais respondem por uma área cultivada de 3.149 hectares (IBGE, 2023). Merecem destaque ainda na economia do município a criação de gado e suínos e a sua indústria associada (SANTA CECÍLIA, [s.d.]).

#### 2.1.4 Diagnóstico socioambiental

O município de Santa Cecília localiza-se na Mesorregião Serrana e na Microrregião Geográfica de Curitiba, a uma altitude de 1.100 m, e pertence a Associação dos Municípios da Região do Contestado (AMURC) (SANTA CECÍLIA, [s.d.]). O município pertence ao Bioma Mata Atlântica e possui uma variação diversificada de tipos de solo. A área urbanizada é de 5,58 Km<sup>2</sup> de um total de 1.145,845 Km<sup>2</sup>. Dentro da área urbana, 2,4% das vias públicas são arborizadas e 11,4% destas vias são consideradas urbanizadas (IBGE, 2023). A economia é de base florestal, constituída por plantações de pinus e eucalipto além de indústrias de transformação madeireira. O município possui uma população estimada para 2021 de 17.004 pessoas, sendo o segundo município mais populoso na sua região geográfica imediata (IBGE, 2023). Desta forma, a área urbana do município possui uma diversidade de comércios e serviços para atendimento à população.

### 3 Estudo populacional

Para o planejamento das ações visando a universalização do serviço de esgotamento sanitário, foi realizado um estudo de projeção populacional para um horizonte de 20 anos a contar a partir de 2023. Neste sentido, foram obtidos dados do IBGE, entre 1996 e 2022, além

de dados informados ao SNIS pela concessionária responsável pelo abastecimento de água no município. Estes dados referem-se a censos e estimativas de população para avaliar as modificações no número de habitantes do município de Santa Cecília ao longo do tempo. Com base nos dados da Tabela 1, foram aplicados modelos matemáticos, segundo a metodologia desenvolvida e recomendada pela ARIS (ARIS, 2022), permitindo projetar a população urbana e rural ao longo dos próximos 20 anos.

Tabela 1 - Evolução da população de Santa Cecília entre os anos de 1996 e 2020.

Ano	População (hab.)		
	Urbana	Rural	Total
1996	10.056	2.762	12.818
2000	11.620	3.191	14.811
2007	13.276	2.035	15.311
2010	13.663	2.094	15.757
2022	14.744 <sup>a</sup>	2.260 <sup>b</sup>	17.004

<sup>a</sup> População abastecida com água na área urbana em 2021 (SNIS, 2023)

<sup>b</sup> Calculado pela diferença entre a estimativa do IBGE para a população total em 2022 e o dado da população urbana abastecida informada no SNIS.

Fonte: Adaptado de (ARIS, 2022).

Os modelos matemáticos utilizados envolvem a aplicação de equação linear, equação logarítmica, equação polinomial, projeção aritmética, projeção geométrica e regressão parabólica. Os dados para a projeção da população urbana de Santa Cecília são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Projeção da população urbana de Santa Cecília para o período de 2023-2044, utilizando vários modelos.

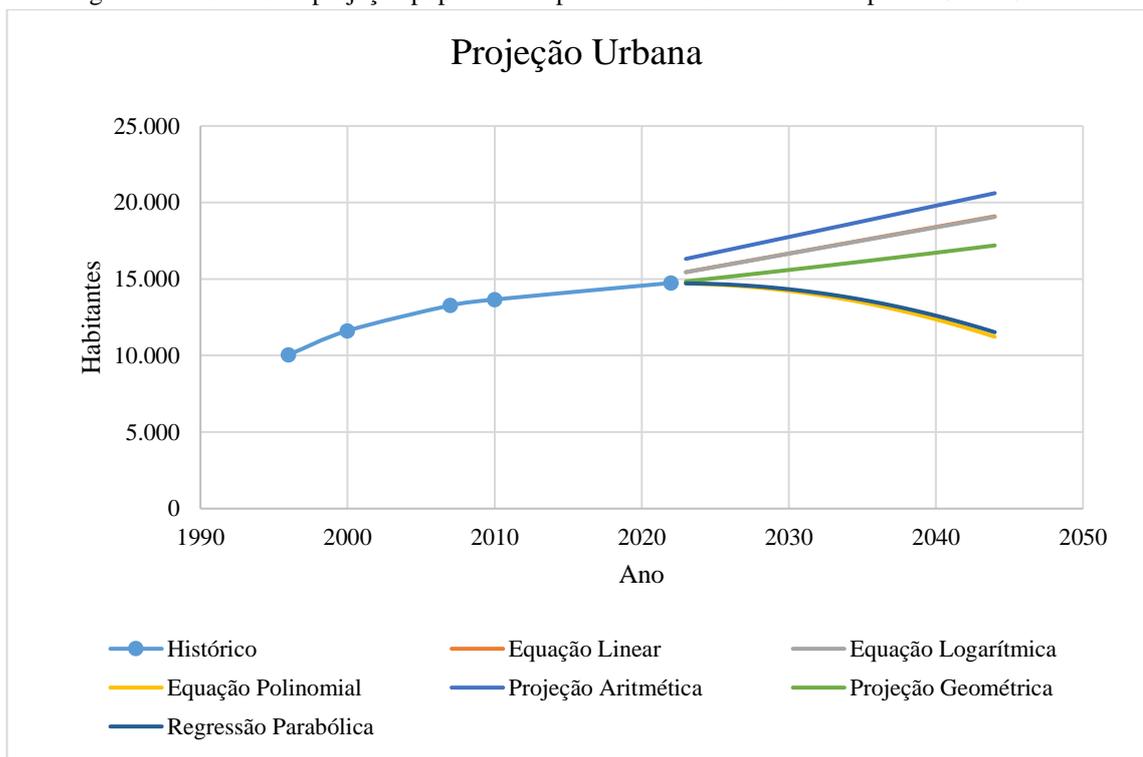
Ano	Equação Linear	Equação Logarítmica	Equação Polinomial	Projeção Aritmética	Projeção Geométrica	Regressão Parabólica
<b>2023</b>	15.452	15.449	14.708	16.319	14.847	14.715
<b>2024</b>	15.625	15.622	14.681	16.523	14.952	14.702
<b>2025</b>	15.799	15.794	14.641	16.728	15.056	14.676
<b>2026</b>	15.973	15.967	14.587	16.932	15.162	14.636
<b>2027</b>	16.147	16.139	14.519	17.136	15.268	14.581
<b>2028</b>	16.320	16.311	14.436	17.340	15.376	14.513
<b>2029</b>	16.494	16.483	14.340	17.545	15.483	14.431
<b>2030</b>	16.668	16.655	14.230	17.749	15.592	14.335
<b>2031</b>	16.842	16.828	14.106	17.953	15.701	14.225
<b>2032</b>	17.015	16.999	13.968	18.158	15.812	14.101
<b>2033</b>	17.189	17.171	13.817	18.362	15.922	13.963
<b>2034</b>	17.363	17.343	13.651	18.566	16.034	13.811

Ano	Equação Linear	Equação Logarítmica	Equação Polinomial	Projeção Aritmética	Projeção Geométrica	Regressão Parabólica
2035	17.536	17.515	13.471	18.771	16.147	13.645
2036	17.710	17.686	13.278	18.975	16.260	13.466
2037	17.884	17.858	13.070	19.179	16.374	13.272
2038	18.058	18.029	12.849	19.383	16.489	13.065
2039	18.231	18.201	12.613	19.588	16.605	12.843
2040	18.405	18.372	12.364	19.792	16.721	12.608
2041	18.579	18.543	12.100	19.996	16.838	12.358
2042	18.753	18.714	11.823	20.201	16.956	12.095
2043	18.926	18.885	11.532	20.405	17.075	11.818
2044	19.100	19.056	11.227	20.609	17.195	11.527

Fonte: Adaptado de (ARIS, 2022).

Os valores obtidos foram utilizados para a construção de curvas de projeção populacional (Figura 4), incluindo os dados do IBGE entre 1996 e 2022 e os valores estimados pelos diversos modelos matemáticos.

Figura 4 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de Santa Cecília.



Fonte: Adaptado de (ARIS, 2022).

Desta forma, é possível observar que a projeção populacional do tipo geométrica é o modelo que melhor modela o aumento da população urbana entre os anos de 2023 e 2044. Os outros modelos aplicados ou superestimam esse aumento ou preveem um declínio na

população, não correspondendo à tendência observada na Figura 4. Desta forma, a projeção geométrica foi selecionada para definição da população de horizonte de plano e, portanto, a população urbana em 2044 foi estimada em 17.195 pessoas, como indicado na Tabela 2.

Similarmente, foram aplicados os mesmos modelos matemáticos considerados na área urbana (equação linear, equação logarítmica, equação polinomial, projeção aritmética, projeção geométrica e regressão parabólica) para o estudo da projeção populacional da área rural. Os dados para a projeção da população rural de Santa Cecília são apresentados na Tabela 3.

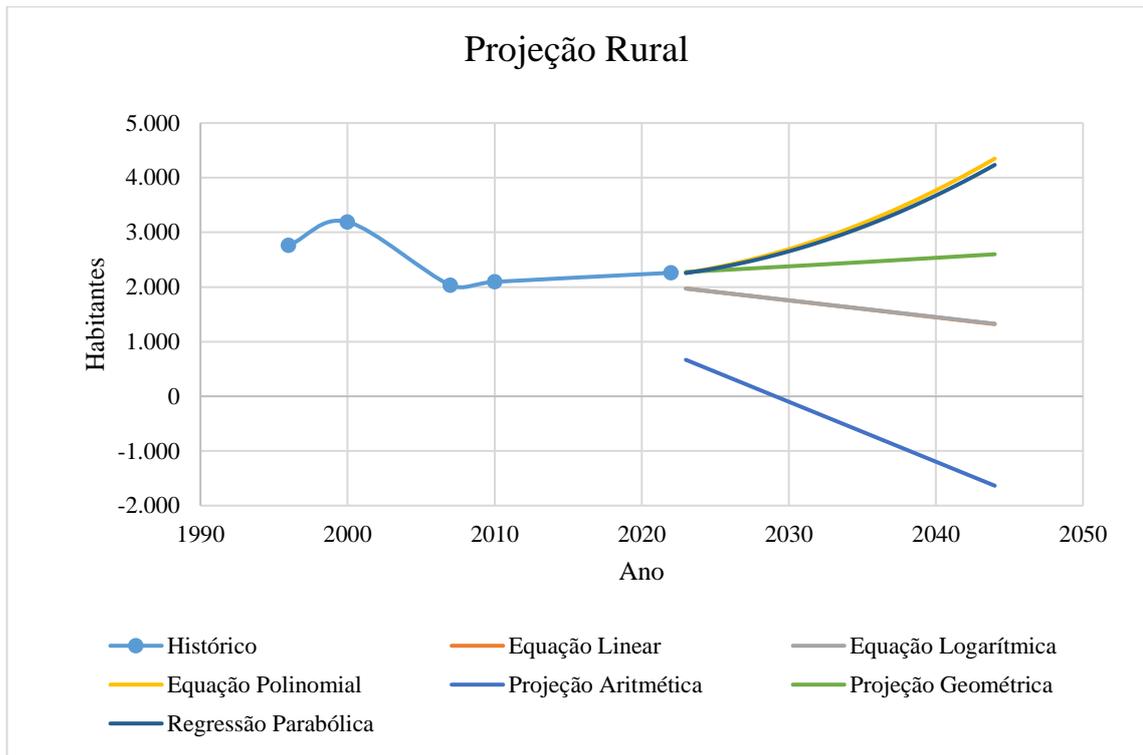
Tabela 3 - Projeção da população rural de Santa Cecília para o período de 2023-2044, utilizando vários modelos.

<b>Ano</b>	<b>Equação Linear</b>	<b>Equação Logarítmica</b>	<b>Equação Polinomial</b>	<b>Projeção Aritmética</b>	<b>Projeção Geométrica</b>	<b>Regressão Parabólica</b>
<b>2023</b>	1.972	1.972	2.258	668	2.274	2.255
<b>2024</b>	1.941	1.941	2.304	558	2.289	2.296
<b>2025</b>	1.910	1.910	2.355	449	2.304	2.342
<b>2026</b>	1.879	1.880	2.412	339	2.318	2.393
<b>2027</b>	1.848	1.849	2.474	229	2.333	2.450
<b>2028</b>	1.817	1.818	2.542	119	2.348	2.512
<b>2029</b>	1.786	1.787	2.614	10	2.363	2.579
<b>2030</b>	1.755	1.756	2.692	-100	2.378	2.652
<b>2031</b>	1.724	1.726	2.776	-210	2.393	2.730
<b>2032</b>	1.693	1.695	2.865	-319	2.408	2.814
<b>2033</b>	1.662	1.664	2.959	-429	2.424	2.903
<b>2034</b>	1.631	1.634	3.059	-539	2.439	2.997
<b>2035</b>	1.600	1.603	3.164	-649	2.455	3.097
<b>2036</b>	1.569	1.572	3.274	-758	2.470	3.201
<b>2037</b>	1.538	1.542	3.389	-868	2.486	3.312
<b>2038</b>	1.507	1.511	3.511	-978	2.502	3.427
<b>2039</b>	1.476	1.480	3.637	-1.087	2.518	3.548
<b>2040</b>	1.445	1.450	3.769	-1.197	2.534	3.675
<b>2041</b>	1.414	1.419	3.906	-1.307	2.550	3.807
<b>2042</b>	1.383	1.389	4.048	-1.416	2.566	3.944
<b>2043</b>	1.351	1.358	4.196	-1.526	2.583	4.086
<b>2044</b>	1.320	1.327	4.349	-1.636	2.599	4.234

Fonte: Adaptado de (ARIS, 2022).

A projeção geométrica, assim como no estudo da projeção da população urbana, foi o modelo que melhor descreveu a evolução populacional na área rural do município de Santa Cecília entre 2023 e 2044 (Figura 5).

Figura 5 - Modelos de projeção populacional para a área rural do município de Santa Cecília.



Fonte: Adaptado de (ARIS, 2022).

Neste sentido, os dados do IBGE indicam uma tendência de crescimento da população rural entre 2007 e 2022 (Tabela 1). Assim, os autores utilizaram a projeção geométrica para estimar a evolução da população rural ao longo do horizonte do plano, resultando em uma população de referência igual a 2.599 habitantes na área rural para o ano de 2044. Em resumo, foi definido uma população total de final de plano igual a 19.794 habitantes, sendo 17.195 na área urbana do município e 2.599 na área rural. A Tabela 4 resume a projeção da população total do município de Santa Cecília e as populações urbana e rural.

Tabela 4 - Projeção da população no município de Santa Cecília.

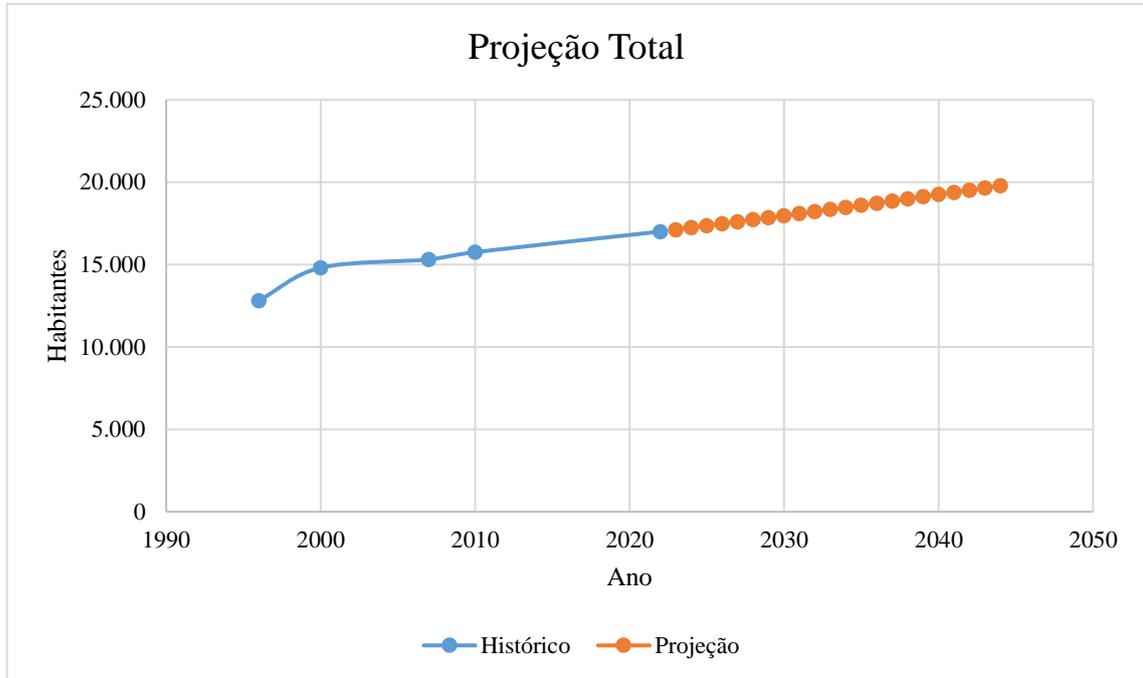
Ano	Projeção Urbana	Projeção Rural	Projeção População Total
2022	14.744	2.260	17.004
2044	17.195	2.599	19.794

Fonte: Adaptado de (ARIS, 2022).

A Figura 6 representa graficamente os dados da população total segundo dados do IBGE entre 1996 e 2022 e projeção considerada no estudo para os anos de 2023 a 2044. Assim, esses dados populacionais foram considerados para a realização do plano de ação a ser apresentado

na sequência do relatório.

Figura 6- Dados da população total de Santa Cecília entre 1996 e 2022 e evolução populacional entre 2023 e 2044.



Fonte: Adaptado de (ARIS, 2022).

## 4 Cenário atual do saneamento básico

### 4.1 Sistema de Abastecimento de Água

Os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) do município de Santa Cecília são administrados e operados pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan). Existem três SAAs na área urbana do município, denominados Sistema Central, Sistema do bairro Por do Sol e Sistema do bairro Gilberto Grochowski, que abastecem a população por meio de uma rede de 553.080 m (AG005). Alguns dados selecionados e informados ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (SNIS, 2023), sobre os SAAs, nas últimas 10 coletas (entre 2012 e 2021), encontram-se resumidos na Tabela 5.

Tabela 5 – Dados dos sistemas de abastecimento de água (SAA) do município de Santa Cecília no período de 2012 a 2021.

Ano	AG001 - População atendida	AG002 - Ligações ativas	IN022 - Consumo <i>per capita</i> (L/hab.dia)	IN023 - Atendimento urbano	IN049 - Índice de perdas	IN055 - Atendimento total
2012	12.651	3.705	93,40	91,70%	38,70%	79,56%
2013	13.175	3.845	96,83	93,13%	36,96%	80,75%
2014	13.591	3.959	101,12	95,50%	40,50%	82,81%
2015	13.702	4.000	96,97	95,71%	41,50%	82,99%
2016	13.892	4.044	99,07	96,48%	42,80%	83,66%
2017	14.096	4.082	101,06	97,33%	42,61%	84,40%
2018	14.297	4.120	101,10	98,49%	40,64%	85,40%
2019	14.525	4.157	104,06	99,53%	29,69%	86,30%
2020	14.841	4.229	104,48	100%	22,05%	87,72%
2021	14.953	4.254	103,12	100%	34,55%	87,94%

Fonte: Adaptado de (SNIS, 2023).

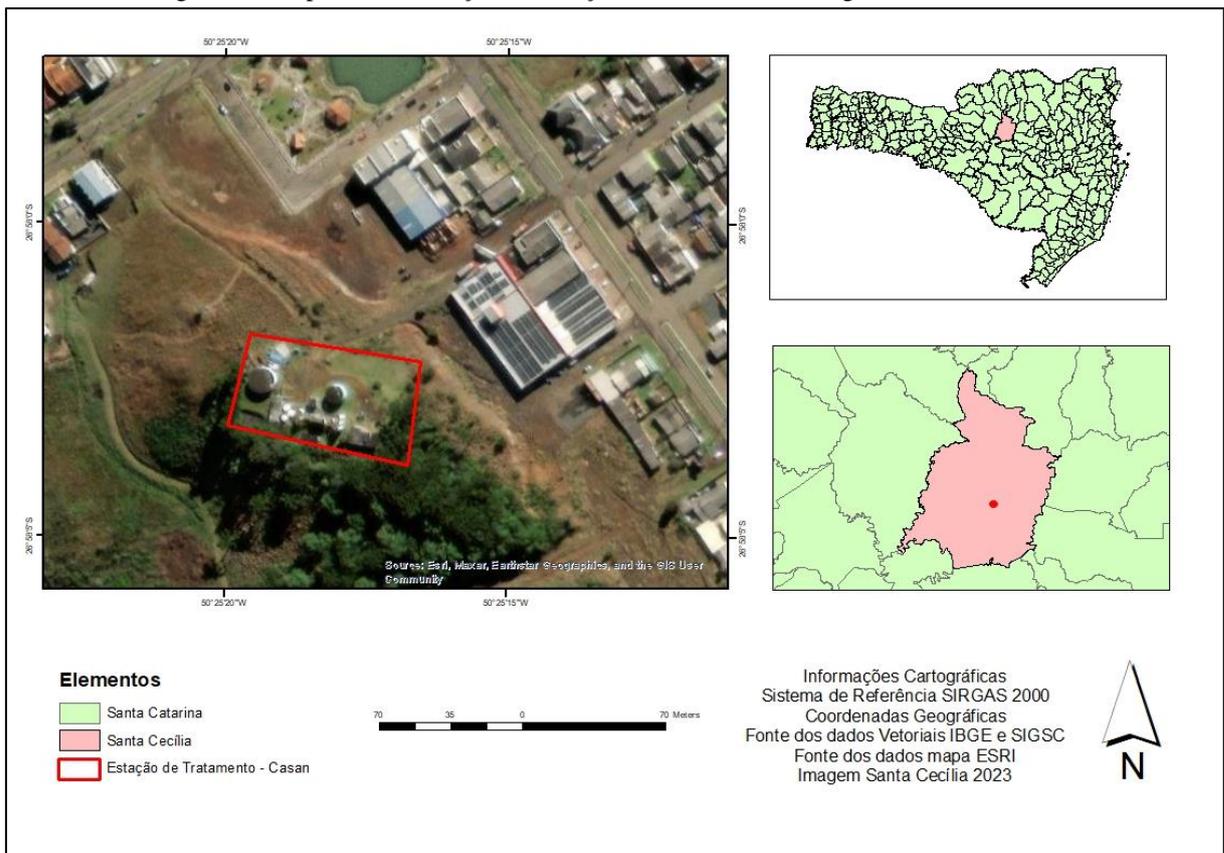
Observa-se, em termo de população atendida (AG001), uma evolução entre os anos analisados, partindo de 12.651 pessoas em 2012 para 14.953 pessoas no final no período estudado (2021), indicando um aumento de pouco mais de 18% ao longo dos 10 anos. Neste mesmo período, a porcentagem da população atendida na área urbana (IN023) saltou de 91,70 para 100% em 2020, 4 anos após a meta estabelecida no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município (SANTA CECÍLIA, 2015). Esses dados corroboram a evolução populacional apresentada no item 3, uma vez que o índice de atendimento aumentou pouco mais de 8 pontos percentuais. Ainda, esta análise reforça a justificativa da seleção do modelo

populacional utilizado na modelagem dos dados apresentados anteriormente (Figura 6), demonstrando que o município apresenta, de fato, um crescimento populacional. Adicionalmente, a população de Santa Cecília recebe água tratada por meio de 4.254 ligações ativas (AG002), um número, aproximadamente, 15% superior àquele observado em 2012, sendo também um indicativo do crescimento do município na área urbana. O consumo *per capita* (IN022) apresentou valores compatíveis aos já estudados em outros municípios da mesorregião serrana de Santa Catarina e aumentou aproximadamente 10% ao longo dos últimos 10 anos de coleta de dados para o SNIS, sendo o dado mais recente próximo a 103 L/hab.dia. O índice de perdas na distribuição (IN049) apresentou um aumento entre os anos de 2012 e 2017, partindo de 38,70% e atingindo valores por volta de 42%. A partir de 2017 este indicador apresentou sinais de melhora e atingiu o seu valor mínimo em 2020, ou seja, 22,05%, abaixo da meta estabelecida pelo PMSB em 2015 que definiu o valor máximo de 27,5% entre 2019 e 2023 (SANTA CECÍLIA, 2015). No entanto, para o ano de 2021 o valor do indicador subiu novamente para 34,55%, ultrapassando o valor definido como meta para esse período no PMSB do município. Por fim, o atendimento total da população do município com água tratada (IN055), vem aumentando ao longo dos últimos anos, partindo de 79,56% em 2012 e atingindo aproximadamente 88% em 2021, estando 11 pontos percentuais abaixo da meta estabelecida pela Lei 14.026 de 2020 que estabelece um percentual igual a 99% até 2033. Este indicador também se encontra abaixo daquele previsto no PMSB para o ano de 2021 que estabeleceu um atendimento de 92,94% da população do município. No entanto, cabe destacar que a população estimada para o ano de 2021 no PMSB foi de 15.862 e previa-se que somente a população urbana estaria recebendo água nesse período, correspondendo dessa forma ao atendimento de 92,94% da população total. Assim, entende-se que a meta prevista no PMSB foi atendida pelo município em termos da expectativa da população que seria atendida com abastecimento de água, devendo ser revista para 99% ao invés dos 95,93% previsto no PMSB. Entretanto, cabe destacar que o documento foi elaborado anteriormente à publicação do novo marco do saneamento básico no Brasil.

Em que pese os sistemas de tratamento de água, os dados informados no relatório de fiscalização da ARIS (ARIS, 2021) indicam a existência de duas concepções de tratamento distintas. Para o SSA denominado Sistema Central, a captação é realizada no Rio Ubatã, diretamente do lago formado pela barragem instalada no manancial. A água captada é encaminhada até uma Estação de Tratamento de Água (ETA) com vazão de 30 L/s. A ETA

realiza o tratamento convencional de ciclo completo, sendo a etapa de clarificação composta pelos processos de coagulação, floculação, flotação e filtração em camada simples de areia, seguida das etapas de desinfecção via cloro livre, fluoretação com adição de fluossilicato de sódio e correção do pH. Como coagulante é utilizado o cloreto de polialumínio, conhecido comercialmente como PAC, e na etapa de mistura lenta é adicionado um auxiliar de floculação (polímero). Os sistemas que atendem os bairros Por do Sol e Gilberto Grochowski são atendidos por captação subterrânea de água, sendo ambos os tratamentos simplificados e constituídos por desinfecção via cloro livre e fluoretação. Em termos de reservação, o Sistema Central é constituído por dois tanques de concreto com volume total de 700 m<sup>3</sup> (reservatório R-01) e três unidades menores totalizando 100 m<sup>3</sup> (reservatório R-02). Os outros dois sistemas instalados nos bairros possuem um reservatório de 20 m<sup>3</sup> cada um, sendo denominados Reservatório Por do Sol e Reservatório do Shopping. A localização da ETA é apresentada na Figura 7.

Figura 7 – Mapa de Localização da Estação de Tratamento de Água de Santa Cecília.



Fonte: Elaborado e gentilmente disponibilizado por Laura Salvador (2023).

#### 4.2 Esgotamento sanitário

O município de Santa Cecília não possui rede coletora de esgotos e Estação de Tratamento de Efluentes. A seguir, no capítulo 6, será apresentado o diagnóstico dos sistemas individuais de tratamento.

#### 4.3 Drenagem e manejo de águas pluviais

O município de Santa Cecília possui uma área urbana que corresponde a 2,2% do seu território (IN042) e apresenta uma densidade urbana de 2 domicílios por hectare (IN044) (SNIS, 2023). A área urbana apresenta uma taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio de 63,9% (IN020) e 48,2% das vias públicas são atendidas com redes de drenagem pluvial (IN021). Estima-se que existam 161 unidades de bocas de lobo e bocas de leão que realizam a captação das águas pluviais na área urbana (IN051). Por fim, na última coleta de dados para o SNIS, não foram indicados domicílios em situação de risco de inundação (IN040) (SNIS, 2023). Segundo o PMSB, as microbacias que realizam a drenagem das águas pluviais do município envolvem os seguintes corpos hídricos: rio Correntes, rio das Pedras, rio das Antas, rio Bonito, rio Bonitinho, rio Caçador Grande, rio Timbó e Arroio das Tulipas (SANTA CECÍLIA, 2015).

### 5 Projeção da geração de lodo e esgoto

#### 5.1 Esgoto na área urbana

Para o cálculo da projeção de esgoto para a área urbana de Santa Cecília foi considerada a população estimada em 17.195 pessoas (população de 2044 que é a população máxima de projeto). Adicionalmente, foi ainda definido um consumo de água de 120 L/hab.dia. Foram adotados valores em conformidade com a norma técnica NBR 9.649 (ABNT, 1986), usualmente recomendados pela literatura:

- Coeficiente do dia de maior consumo:  $k_1 = 1,20$ ;
- Coeficiente da hora de maior consumo:  $k_2 = 1,50$ ;
- Coeficiente da hora de menor consumo:  $k_3 = 0,50$ ;

- Coeficiente de retorno esgoto/água:  $C = 0,80$ ;

Vazão média

$$Q_{med} = 17.195 \text{ hab} \times \frac{120 \text{ L}}{\text{hab. d}} \times 0,8 = 1.650.720 \frac{\text{L}}{\text{d}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1.000\text{L}} = 1.650,72 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 1.650,72 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,2 = 1.980,86 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 1.650,72 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,5 = 2.476,08 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 1.650,72 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 0,5 = 825,36 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 1.650,72 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,5 \times 1,2 = 2.971,30 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Os valores resultantes da projeção de geração de esgoto na área urbana são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área urbana de Santa Cecília.

Ano	Projeção Urbana	Q esgoto (m <sup>3</sup> /d)	Q máx diária (m <sup>3</sup> /d)	Q máx horária (m <sup>3</sup> /d)	Q mín horária (m <sup>3</sup> /d)	Q máx final de projeto (m <sup>3</sup> /d)
2023	14.744	1.415,42	1.698,51	2.123,14	707,71	2.547,76
2044	17.195	1.650,72	1.980,86	2.476,08	825,36	2.971,30

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

## 5.2 Lodo na área urbana

Os esgotos possuem em sua composição, sólidos com densidade superior ao líquido e que se depositam ao longo do tempo no fundo do tanque séptico, fazendo-se necessária sua remoção. Para que não ocorra a perda total das bactérias e, por consequência, prejuízo ao tratamento do esgoto, deve ser mantido cerca de 20% do lodo no interior da unidade ao realizar a limpeza.

A NBR 7.229 (ABNT, 1993) estima que a quantidade de lodo produzido e encaminhado para os tanques sépticos é de 1 L/hab.dia. Considerando que as fossas serão limpas 1 vez ao

ano, que a temperatura média do mês mais frio no município fica abaixo de 10°C e que o valor da taxa de acúmulo de lodo (K) é de 94 dias, calculou-se o volume de lodo que deverá ser coletado na zona urbana de Santa Cecília. Nesse estudo foram avaliados apenas sistemas individuais. Os sistemas coletivos não foram analisados, pois o volume de lodo gerado apresenta variação de acordo com o sistema de tratamento utilizado. Os dados da projeção de produção de lodo são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Santa Cecília.

Ano	Produção de lodo		
	(m <sup>3</sup> /d)	(m <sup>3</sup> /mês)	(m <sup>3</sup> /ano)
2023	3,80	115,49	1.385,94
2044	4,43	134,69	1.616,33

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

### 5.3 Esgoto na área rural

A população da área rural foi definida como 2.599 pessoas (população de 2044 que é a população máxima de projeto). O consumo de água de 120 L/ hab.dia. Foram adotados valores em conformidade com a norma técnica NBR 9.649 (ABNT/1986), similarmente àqueles considerados para a população urbana:

- Coeficiente do dia de maior consumo:  $k_1 = 1,20$ ;
- Coeficiente da hora de maior consumo:  $k_2 = 1,50$ ;
- Coeficiente da hora de menor consumo:  $k_3 = 0,50$ ;
- Coeficiente de retorno esgoto/água:  $C = 0,80$ ;

Vazão média

$$Q_{med} = 2.599 \text{ hab} \times \frac{120L}{\text{hab.d}} \times 0,8 = 249.504 \frac{L}{d} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 249,50 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 249,50 \frac{m^3}{d} \times 1,2 = 299,40 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 249,50 \frac{m^3}{d} \times 1,5 = 374,26 \frac{m^3}{d}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 249,50 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 124,75 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 249,50 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 449,11 \frac{m^3}{d}$$

Os dados de projeção de esgoto doméstico para a área rural são resumidos na Tabela 8.

Tabela 8 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área rural de Santa Cecília.

Ano	Projeção Rural	Q esgoto (m <sup>3</sup> /d)	Q máx diária (m <sup>3</sup> /d)	Q máx horária (m <sup>3</sup> /d)	Q mín horária (m <sup>3</sup> /d)	Q máx final de projeto (m <sup>3</sup> /d)
2023	2.260	216,96	260,35	325,44	108,48	390,53
2044	2.599	249,50	299,40	374,26	124,75	449,11

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

#### 5.4 Lodo na área rural

Na área rural seguem-se as mesmas recomendações sugeridas para a área urbana. Utilizando a mesma quantidade de lodo produzido e encaminhado para os tanques sépticos, conforme a NBR 7.229 (ABNT, 1993), de 1 L/hab.dia e considerando que as fossas serão limpas 1 vez ao ano, que a temperatura média do mês mais frio no município fica abaixo de 10°C e que o valor da taxa de acúmulo de lodo (K) é de 94 dias, foi calculado o volume de lodo que deverá ser coletado na zona rural de Santa Cecília, sendo os dados resumidos na Tabela 9.

Tabela 9 - Projeção de produção de lodo na área rural de Santa Cecília.

Ano	Produção de lodo		
	(m <sup>3</sup> /d)	(m <sup>3</sup> /mês)	(m <sup>3</sup> /ano)
2023	0,58	17,70	212,44
2044	0,67	20,36	244,31

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

## 6 Diagnóstico

### 6.1 Informações do município sobre a gestão do sistema de esgotos sanitários

Com relação ao diagnóstico, foram levantadas informações sobre a gestão dos sistemas de esgotos sanitários em Santa Cecília (Anexo A) após consulta sobre a legislação municipal apresentada no portal do município (SANTA CECÍLIA, [s.d.]). O Quadro 1 apresenta uma síntese dos principais aspectos jurídicos do município de Santa Cecília em termos de esgotamento sanitário:

Quadro 1 – Legislação municipal envolvendo o tratamento de esgotos no município de Santa Cecília.

Legislação	Destaques
<p>Lei complementar nº 027 de 03/12/2010, alterada pela lei complementar nº 029 de 2011 – <i>“Dispõe sobre Normas Relativas às Edificações do Município de Santa Cecília, Estado de Santa Catarina - Código de Edificações”</i></p>	<p>Estabelece diretrizes para o projeto hidrossanitário em conformidade com a ABNT e o disposto pela concessionária local, a proibição da ligação de condutores pluviais na rede de esgoto, as orientações para ligação da tubulação de esgoto na rede quando existente e a proibição de uso da rede pluvial para escoamento de esgoto sanitário “in-natura”.</p>
<p>Lei complementar nº 026 de 31/12/2010, alterada pelas leis complementares nº 032 de 2013, nº 001 e nº 036 de 2016 - <i>“Institui o plano diretor de desenvolvimento municipal, dispõe sobre as normas, fixa objetivos e diretrizes urbanísticas do município de Santa Cecília e dá outras providências”</i></p>	<p>A lei define o documento alvará de construção a ser emitido pelo município, de acordo com as normas de uso e ocupação do solo estabelecidas na lei. Ainda, estabelece a emissão de habite-se após a vistoria e comprovação da regularização de obras de edificações (art.49). Define a implantação de rede de esgotamento sanitário como objetivo do programa de qualificação ambiental (Art. 116) e essa implantação com um projeto de infraestrutura para o município (Art. 123).</p>

<p>Lei Municipal nº 1.790, de 06/06/2014 -  <i>“Dispõe sobre a criação do conselho municipal de saneamento básico e dá outras providências”</i></p>	<p>A lei criou o conselho municipal de saneamento básico no município, com natureza executiva em termos de elaboração do PMSB, fiscalização dos serviços de saneamento e análise da necessidade de estudos e projetos no tema. Fazem parte do conselho, representantes do poder executivo, dos prestadores de serviço, de entidades de ensino e classe e, ainda, associação de moradores.</p>
<p>Lei Municipal nº 1.880, de 14/12/2016 -  <i>“Dispõe sobre a aprovação do projeto hidráulico sanitário do município de Santa Cecília e dá outras providências”</i></p>	<p>A lei aprovou o projeto hidráulico sanitário do municipal, contemplando o sistema de esgotamento sanitário em Santa Cecília e autorizou o município a adotar as medidas para execução do projeto elaborado pela CASAN.</p>
<p>Lei Municipal nº 1.907, de 17/05/2017 -  <i>“Dispõe sobre o quadro de pessoal do poder executivo municipal, aprova conceitos, estabelece normas de direito administrativo aplicadas a administração de pessoal, define o regime jurídico e previdenciário dos servidores, regulamenta o plano de carreira, disciplina as contratações temporárias e dá outras providências”</i></p>	<p>A lei define o cargo de <b>Engenheiro Ambiental</b>, com 20h/semana e detalha no seu Anexo V como funções <i>“elaborar projetos de saneamento básico”</i> e <i>fiscalizar os procedimentos de tratamento de águas residuárias</i>”, ligadas ao esgotamento sanitário. Ainda, é previsto o cargo de <b>Engenheiro Civil</b>, com 20h/semana, o qual possui atribuição em elaborar, executar e dirigir projetos relacionados a sistemas de esgotos. Por fim, o município ainda define o cargo de <b>Fiscal de Obras</b>, com 40h/semana, o qual se encarrega de realizar vistorias e emitir notificações e autuar infrações para obras irregulares e o <b>Fiscal de Saúde Pública e Vigilância Sanitária</b>, também</p>

	<p>com carga de 40h/semana, o qual é encarregado pela vistoria e fiscalização de instalações sanitárias em estabelecimentos públicos, comerciais e industriais, além de imóveis antes de serem habitados para emissão de alvarás.</p>
<p>Lei Municipal nº 2.053, de 13/11/2019 – <i>“Autoriza o poder executivo a celebrar convênio de cooperação com o Estado de Santa Catarina para prestação dos serviços municipais de abastecimento de água e esgotamento sanitário e autoriza a execução de tais serviços pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN, por intermédio de contrato de programa e dá outras providências”</i></p>	<p>A lei autoriza a celebração de convênio entre o município e a CASAN em que pese a prestação de serviço público municipal de esgotamento sanitário., envolvendo coleta, transporte, tratamento e disposição final (Art. 4º).</p>
<p>Lei Complementar nº 051, de 13/11/2019 – <i>“Dispõe sobre a política municipal de saneamento básico, cria o conselho municipal de saneamento básico e o fundo municipal de saneamento básico do município de Santa Cecília e dá outras providências”</i></p>	<p>A referida lei cita o direito do município em exigir a adoção de medidas para melhorar as condições de saneamento e proteção ambiental no município, incluindo o serviço de esgotamento sanitário (art. 1º). Além disso, define a coleta, tratamento e disposição de esgotos como interesse local (art. 3º). Ainda, o fundo municipal de saneamento básico pode ser receber recurso proveniente de taxas e tarifas do serviço de esgotamento sanitário (Art. 6º). Por fim, define a competência de regulação e fiscalização do serviço aqui citado ao órgão regulador.</p>

Com base nessas informações, observa-se que o município de Santa Cecília possui legislação aprovada envolvendo a fiscalização de projeto, execução e operação do sistema de

esgotos no município. Existe emissão de alvará de construção e habite-se, bem como legislação especificando a obrigatoriedade do projeto hidrossanitário de acordo com as normas da ABNT e da concessionária local. Ainda, a Lei Municipal nº 1.907, de 17/05/2017 define vários cargos relacionados a profissionais que, entre outras atribuições, estariam envolvidos com a fiscalização dos sistemas de tratamento de esgotos bem como a avaliação de projetos neste tema. Em termos de organização da atual gestão, o portal do município informa que a Divisão de Vigilância Sanitária e Epidemiológica é responsável pela fiscalização de condições sanitárias na área de saneamento de todo o município, inclusive habitacional (SANTA CECÍLIA, [s.d.]). Além disso esse setor participa de ações de saneamento básico no município e colabora na proteção do meio ambiente no âmbito do município. Ao mesmo tempo, a Divisão de Habitação e Atendimento ao Cidadão é responsável por sugerir a construção, ampliação e recuperação de obras de saneamento básico. Ainda, a Divisão de Serviços Urbanos possui a competência e organizar e controlar os serviços de saneamento básico, bem como fiscalizar e aplicar a legislação prevista no Código de Posturas, do Plano Diretor e do Código de Edificações do Município. Assim, o município apresenta organização e previsão de envolvimento de agentes públicos ao tema esgotamento sanitário. Por fim, em termos de empresas responsáveis pela limpeza de sistemas individuais de esgotos, cabe destacar que o município não possui nenhum empreendimento especializado neste serviço. Foi levantado que a empresa que presta serviços no município é sediada na cidade de Caçador, localizada a 73 Km de Santa Cecília.

## 6.2 Sistemas individuais na área urbana

### 6.2.1 Metodologia de aplicação dos questionários

O diagnóstico dos sistemas individuais foi realizado ao longo dos meses de setembro de 2022 e março de 2023, por meio da aplicação de questionário (Anexo B) à população. O mesmo foi desenvolvido pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) e adaptado conforme as características observadas no município de Santa Cecília.

A coleta de informações ocorreu por meio autodeclaração do entrevistado ao responder as perguntas do questionário. Foram entrevistadas 89 pessoas, as quais responderam sobre as condições de 83 residências, 4 estabelecimentos comerciais, 1 edificação mista e 1 edificação pública, correspondendo a uma amostragem das residências pertencentes ao município.

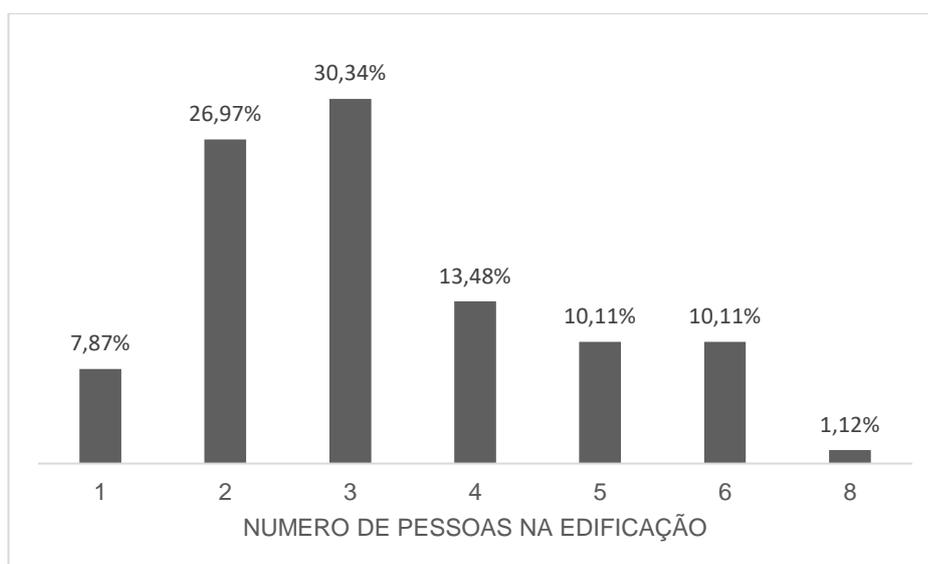
O questionário foi aplicado por Agentes de Saúde da organização social Hospital e Maternidade Santa Cecília, o qual entrevistaram moradores durante atendimentos de rotina. As agentes receberam treinamento no dia 24 de agosto de 2022 pelo professor Everton Skoronski representando o CAV/UDESC e pelo engenheiro Selênio Sartori representando o CISAMA. O documento utilizado para o treinamento encontra-se disponível no Anexo C. Em comum acordo com a equipe técnica da ARIS, os dados referentes a geolocalização das residências não foram registrados. Desta forma, foi disponibilizado um formulário (Anexo D) para a obtenção dos dados em um documento físico.

### 6.3 Resultados

#### 6.3.1 Característica das edificações

Os entrevistados foram questionados sobre o número de pessoas que residem na propriedade ou estabelecimento comercial (Figura 8) e o número máximo de pessoas que podem eventualmente frequentar o local. Os dados mostraram que a presença de até 6 pessoas são os resultados mais frequentes, representando 98,88% das respostas. A menor parte dos dados foi associada a residências ou estabelecimentos que são frequentadas por mais de 6 pessoas.

Figura 8 - Número médio de pessoas nas edificações entrevistadas. Esses números representam a quantidade mais provável de pessoas na edificação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

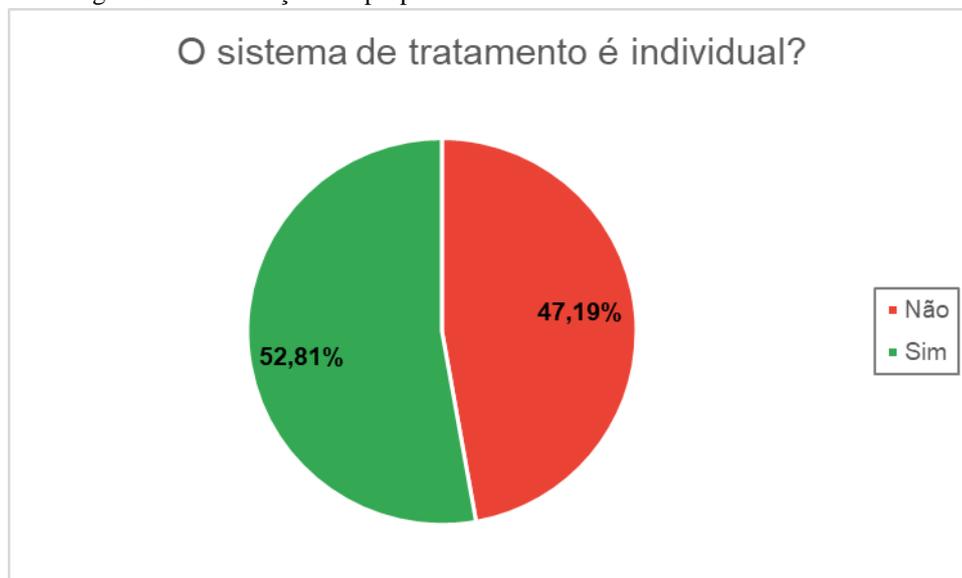
Com relação ao número máximo de pessoas na residência, todas as respostas indicaram a presença de até 8 pessoas na residência ou estabelecimento. Esse número está relacionado ao recebimento de visitas e reuniões em residências ou lotações máximas nos estabelecimentos entrevistados.

### 6.3.2 Características dos sistemas de tratamento

#### 6.3.2.1 Concepção dos sistemas

O município de Santa Cecília ainda não apresenta sistema coletivo de esgotamento sanitário composto por redes coletoras e estação de tratamento. Embora esses sejam os elementos fundamentais de um sistema de esgotamento sanitário, surpreendentemente 52,81% dos moradores responderam que o sistema de tratamento não é individual (Figura 9). O restante dos entrevistados, 47,19%, apontaram a utilização do sistema individual.

Figura 9 - Distribuição das propriedades entre sistemas coletivos e individuais.



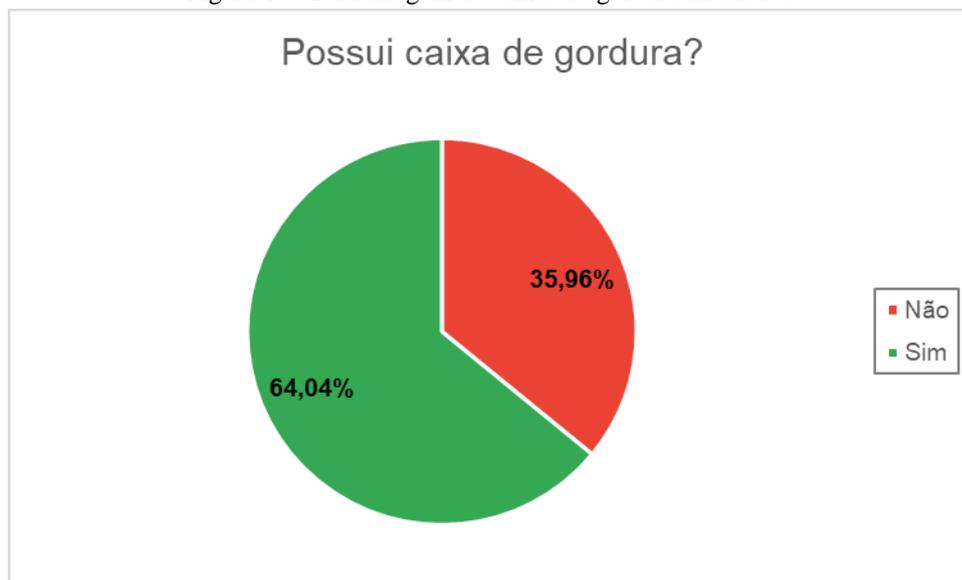
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

#### 6.3.2.2 Caixa de gordura

Com relação às caixas de gordura, 35,96% dos munícipes afirmaram não possuir este dispositivo na residência (Figura 10). Cerca de 64% dos munícipes afirmaram possuir caixa de

gordura instalada. No entanto, devido à ausência de fiscalização, esses dispositivos podem estar funcionando de forma precária. Neste caso, mesmo existindo eventual presença do dispositivo, ele não será eficiente por necessitar manutenção periódica para remoção do excesso de óleos e gorduras (limpeza da caixa de gordura).

Figura 10 - Porcentagem de caixas de gordura instaladas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Segundo a NBR 8.160 (ABNT, 1999), a caixa de gordura é recomendada para efluentes contendo óleos e gorduras. A presença destes materiais no esgoto afeta a eficiência dos sistemas de tratamento, provoca entupimento de tubulações e bombas, além do arraste de microrganismos em sistemas biológicos de tratamento (CAMMAROTA; FREIRE, 2006; MENDES *et al.*, 2005). Entretanto, segundo a NBR 8.160, ressalta-se que a obrigatoriedade de sua instalação fica a critério do projetista, salvo caso em que exista exigência legal por parte da autoridade pública encarregada pela aprovação do projeto do sistema de esgotamento sanitário.

### 6.3.2.3 Fossa rudimentar

Em Santa Cecília, apenas 2,25% dos locais entrevistados apontaram a presença de fossa rudimentar (Figura 11). A ampla maioria, 97,75% afirmaram não possuir esse sistema de tratamento.

Figura 11 - Presença ou não de fossa rudimentar nas residências.



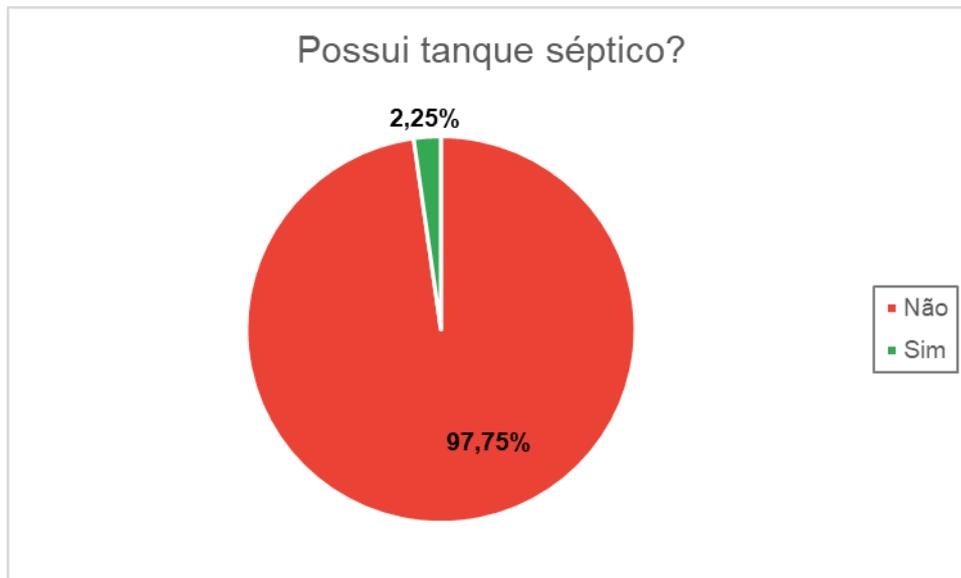
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Segundo o manual do saneamento básico do Instituto Trata Brasil, a fossa rudimentar consiste em uma escavação no solo, sem revestimento, onde o esgoto é aplicado, sendo uma reação decomposta na base e o restante dos contaminantes transportado pela água via infiltração (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012). Esse sistema é bastante empregado na zona rural, sendo o principal responsável pela contaminação das águas subterrâneas (COSTA; POPPI, 2012). Por esse motivo, vêm sendo substituídas por tanques sépticos. Em alguns municípios nacionais, a sua presença é proibida por força de lei municipal há mais de 50 anos (PRESIDENTE PRUDENTE, 1954).

#### 6.3.2.4 *Tanque séptico*

O principal dispositivo utilizado nos sistemas de tratamento individual de esgotos sanitários é o tanque séptico. Apenas 2,25% dos entrevistados indicaram a sua presença (Figura 12). Por outro lado, 97,75% afirmaram não possuir este dispositivo na sua edificação.

Figura 12 - Presença de tanque séptico nas edificações entrevistadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

#### 6.3.2.5 Filtro anaeróbio

Como consequência da baixa presença de tanque séptico nos sistemas individuais de tratamento, o filtro anaeróbio é ainda mais raro entre as edificações estudadas. Neste caso, 2,25% afirmaram possuir este dispositivo instalado como unidade complementar de tratamento, associada ao tanque séptico (Figura 13) e 97,75% das propriedades não possuem a sua presença.

Figura 13 - Presença de filtro anaeróbio nas edificações entrevistadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

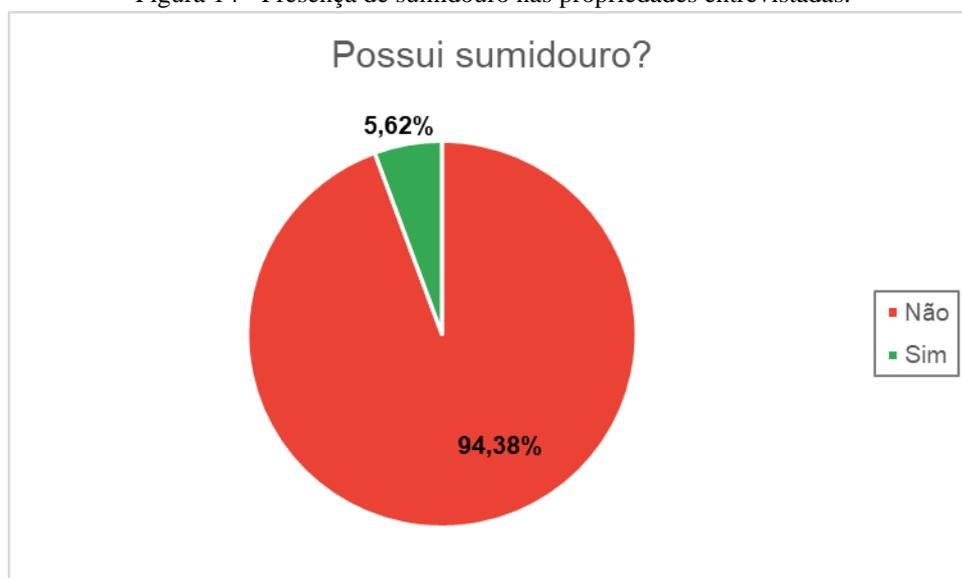
### 6.3.3 Sistemas de disposição

#### 6.3.3.1 *Sumidouro*

O sumidouro é uma das alternativas para a disposição final dos efluentes gerados pelo sistema individual de tratamento de esgoto. Foi identificada a sua presença em 5,62% das propriedades entrevistadas (Figura 14). Como esse número é maior que o apresentado para fossa rudimentar e tanque séptico, levanta-se a hipótese de que alguns entrevistados possam ter erroneamente indicado a presença deste sistema ao responder o questionário. Assim, é possível que possam existir mais fossas rudimentares no município, considerando que existe a aplicação do esgoto em um sistema escavado para disposição no solo.

Segundo a NBR 13.969 (ABNT, 1997), o sumidouro é, de fato, um poço escavado no solo, destinado à depuração e disposição final do esgoto no nível subsuperficial. Neste caso, a avaliação do solo é fundamental para a sua concepção.

Figura 14 - Presença de sumidouro nas propriedades entrevistadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

#### 6.3.3.2 *Filtro, vala de filtração e infiltração*

Esses dispositivos, segundo a NBR 13.969 (ABNT, 1997) também podem ser

considerados para a disposição do esgoto tratado. Nesse caso, quando a permeabilidade do solo é baixa, esses dispositivos devem ser considerados alternativamente ao sumidouro. Entretanto, não foram identificados quaisquer um destes dispositivos durante a aplicação dos questionários.

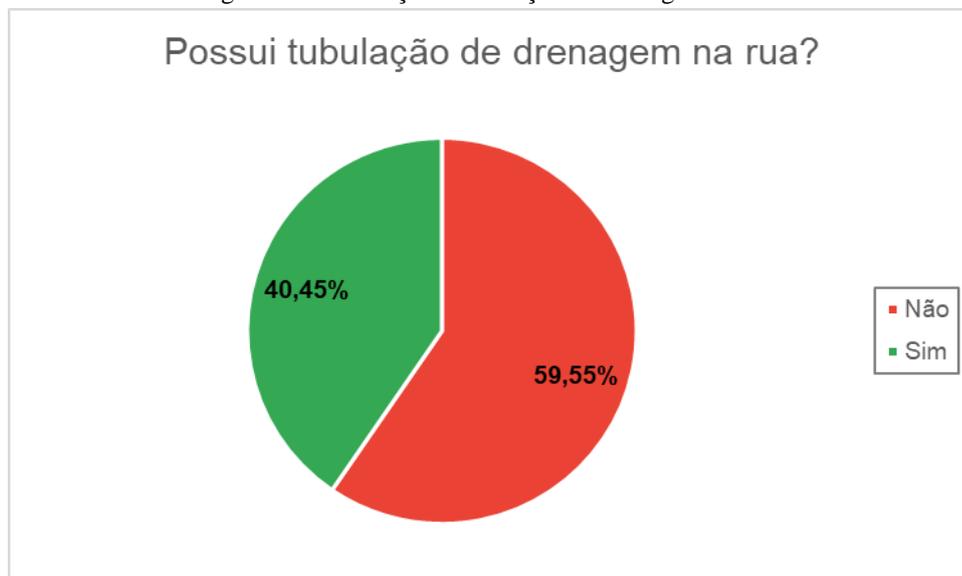
### 6.3.3.3 *Tanque com clorador*

Foram identificados apenas 02 (dois) sistemas de cloração dentre todas as 89 edificações que participaram da pesquisa. De forma geral, a cloração é a tecnologia mais usada para desinfecção do esgoto, embora seu uso possa ser questionado.

### 6.3.3.4 *Disposição na rede pluvial*

Entre as edificações visitadas, 40,45% estão situadas em rua com tubulação de drenagem pluvial e 59,55% não possuem esta estrutura à disposição (Figura 15).

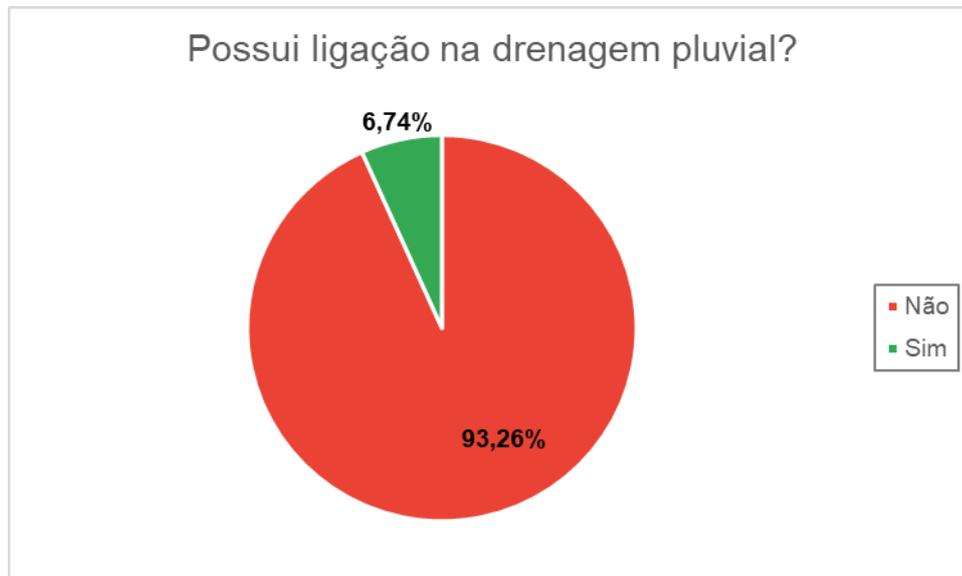
Figura 15 - Presença de tubulação de drenagem na rua.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Poucos entrevistados, 6,74%, informaram estar ligados na rede de drenagem pluvial (Figura 16). Nesse caso, foi verificado que muitos ainda confundem a rede pluvial com a rede de esgotos, imaginando tratar-se da mesma obra de infraestrutura. Entre estes que estão ligados, alguns afirmaram lançar o esgoto diretamente na rede de drenagem pluvial.

Figura 16 - Porcentagem de entrevistados que afirmaram estar ligados ou não à rede de drenagem pluvial.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A maioria dos moradores respondeu que sua edificação não estava próxima a poços de água (86,52%) e não estava próxima a rio ou açude (88,76%).

#### 6.3.4 Idade dos sistemas

A idade dos sistemas de tratamento de esgotos também foi objeto de investigação. Como existem poucos sistemas instalados no município, considerou-se o tempo de construção da edificação como referência. Foi observado que 17 (19%) entrevistados informaram que suas propriedades têm menos de 20 anos de construção.

#### 6.3.5 Limpeza dos sistemas

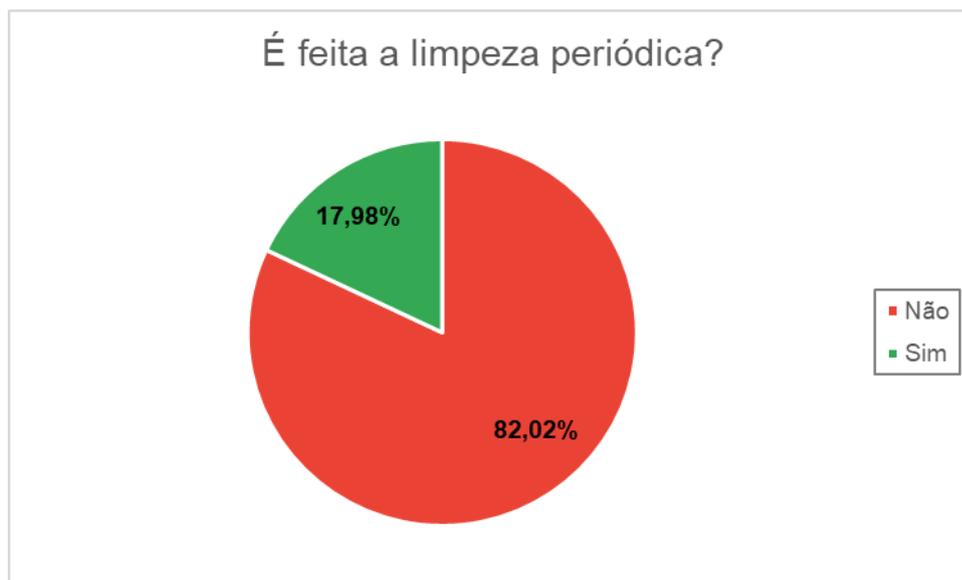
O tempo para limpeza dos sistemas, tendo como base a NBR 7.229 (ABNT, 1993), é um parâmetro de projeto que varia entre 1 e 5 anos e determina o tamanho do sistema. A limpeza é fundamental para garantir o bom funcionamento do sistema, consistindo em remover o excesso de lodo formado durante a sedimentação e os processos de biodegradação anaeróbia.

Dos entrevistados, 17,98% informaram realizar a limpeza (Figura 17). O restante, 82,02% informaram não realizar nenhuma limpeza. Vale ressaltar que o município não possui empresa especializada em limpeza de sistemas individuais de tratamento, sendo necessário

contratar o serviço disponível no município de Caçador, situado a 73 Km de Santa Cecília. Vale destacar que esse número maior de entrevistados afirmando realizarem a limpeza dos sistemas, pode estar associado à limpeza das caixas de gordura e não necessariamente de sistemas de tratamento ou, ainda, existiu uma confusão dos entrevistados ao identificarem possíveis tanques sépticos ou fossas rudimentares como caixa de gordura. De fato, essas hipóteses podem explicar a falta de coerência entre as respostas, dado que apenas 2 entrevistados afirmaram possuir tanque séptico enquanto 16 informaram realizar limpeza em sistemas.

Entre os que realizam a limpeza, foram apresentadas respostas relacionadas à frequência de manutenção de forma semestral, anual e bianual. Com relação ao ano da última limpeza, as respostas variaram desde 7 anos atrás até o ano de 2022. Os entrevistados que efetuaram a última limpeza pelo menos em 2018 foram apenas 10 entre 89.

Figura 17 – Realização de limpeza nos sistemas de tratamento.



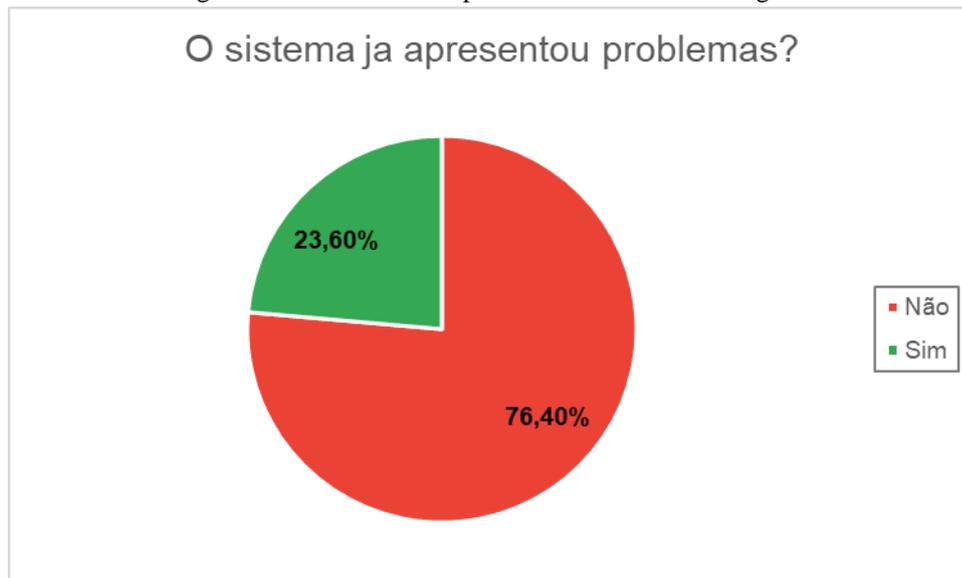
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para a manutenção dos sistemas (limpeza), é necessário que exista acesso ao mesmo para manobra de equipamentos de sucção do lodo. Além disso, deve existir uma tampa de acesso para remoção do excesso de sólidos. Observou-se que 47 entrevistados informaram possuir acesso ao sistema de tratamento e 18 afirmaram que esses sistemas possuem tampa que permite a remoção do lodo. Esses números reforçam novamente a possibilidade de existência de algum vício nas respostas dadas pelos entrevistados. Tecnicamente, cabe ressaltar que a ausência de acesso ao sistema para manutenção compromete o desempenho do sistema de

tratamento, pois a limpeza é responsável pela garantia da eficiência de tratamento dos sistemas individuais.

Pouco mais de 76,40% dos entrevistados relataram não ter tido problemas com o sistema de esgotos (entupimento ou mau odor) conforme os dados da Figura 18.

Figura 18 – Ocorrência de problemas no sistema de esgoto.

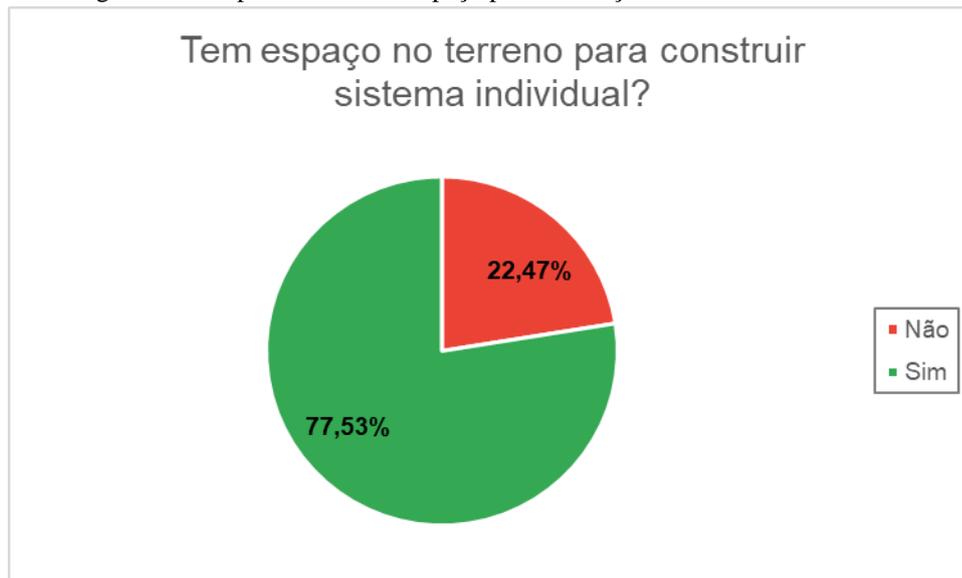


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

### 6.3.6 Espaço no terreno para instalação

Em um eventual plano de ação apontando para a instalação de sistemas individuais de tratamento no município, é necessário que os terrenos possuam espaço para inserir os tanques que fazem parte do processo de esgotamento sanitário. Dessa forma, foi avaliada a disponibilidade de espaço de pelo menos 3x2 metros, conforme dimensões características de sistemas baseados em fossa séptica e filtro anaeróbio (ABNT, 1993, 1997). Observou-se que 77,53% dos terrenos possuem esse espaço e o restante pode ter a opção de sistemas coletivos entre algumas residências como alternativa (Figura 19). Ainda, 43,82% dos entrevistados apontaram possuírem terreno úmido ou com laje.

Figura 19 - Disponibilidade de espaço para instalação de sistemas individuais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

#### 6.4 Caixa de água

Durante as entrevistas, os moradores foram questionados sobre a presença de caixa de água nas propriedades. Todos afirmaram possuírem o sistema de reservação de água potável. Segundo a NBR 5.626 (ABNT, 2020), o volume de água reservado para uso doméstico deve ser pelo menos o suficiente para 24 h de consumo. Observou-se que a todas as residências possuem caixas de 100 a 1.000 litros, sendo que as de 100 e 200 litros respondem por aproximadamente 75% do total.

### 7 Legislação

Desde a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB de 2008, o setor de saneamento básico passou por importantes mudanças. Destacam-se a criação da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade – com vigência a partir de outubro do mesmo ano, a qual estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. Também, a Lei do Saneamento Básico nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, a qual estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Federal de Saneamento Básico. Essa última lei só foi regulamentada três anos depois pelo

Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Outras mudanças importantes foram:

a) O compromisso assumido pelo Brasil em relação às Metas do Milênio, propostas pela Organização das Nações Unidas, em setembro de 2000, o que implica em diminuir pela metade, de 1990 a 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável à água potável e ao esgotamento sanitário;

b) O Lançamento do Programa de Aceleração de Crescimento – PAC, em janeiro de 2007, com previsão de grandes investimentos em infraestrutura urbana;

c) Resolução CONAMA Nº 430/2011 – Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. As condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários para o lançamento direto de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:

- pH entre 5 e 9;

- Temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;

- Materiais sedimentáveis: até 1 MI/L em teste de 1 hora em cone *Inmhoff*. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

- Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

- Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L; e

- Ausência de materiais flutuantes.

d) Em Santa Catarina, a Resolução CONSEMA nº182 de 06 de agosto de 2021 (SANTA CATARINA, 2021), alterada pela Resolução CONSEMA nº189 de 4 de março de 2022 (SANTA CATARINA, 2022), estabeleceu parâmetros específicos e valores de referência para o lançamento de esgotos domésticos. Os parâmetros envolvem pH, temperatura, DBO, DQO, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas, nitrogênio total e amoniacal, fósforo total e *E. coli*. Estes parâmetros são em alguns casos, mais restritivos que aqueles apresentados na resolução CONAMA 430 e dependem da vazão de lançamento e de metas progressivas a serem atingidas ao longo dos anos. A título de exemplo, o padrão de DBO na resolução catarinense varia entre 30 e 90 mg/L enquanto na legislação nacional esse valor é 120 mg/L.

e) A Lei Federal nº14026 de 15 de julho de 2020 que alterou o marco legal do saneamento básico no Brasil e estabeleceu em seu artigo 11-B que os serviços públicos de saneamento básico definam metas de atendimento de 90% com coleta e tratamento de esgoto até 31 de dezembro de 2033 (BRASIL, 2020b).

## **8 Soluções para o tratamento de esgoto sanitário**

Os grandes centros urbanos geralmente dispõem de serviço de coleta e destinação de esgoto. No entanto, em pequenas cidades, esse cenário nem sempre é possível e muitas delas carecem de coleta de esgoto, motivando a instalação de sistemas individuais, também chamados de sistemas de tratamento descentralizados. Dentre os sistemas descentralizados que podem ser aplicados em pequenas cidades, destacam-se os sistemas condominiais, os sistemas convencionais e os *wetlands* construídos.

Nos sistemas condominiais a rede coletora de esgoto passa no interior dos lotes e quintais, cortando-os transversalmente e transformando cada quadra numa unidade de esgotamento. Já nos sistemas convencionais, a rede coletora sai de cada terreno em direção ao coletor tronco e cada terreno torna-se uma unidade de esgotamento (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011).

Os *wetlands* construídos são terras irrigadas pelos efluentes em que o líquido está perto da superfície do solo, provocando sua saturação e o desenvolvimento de vegetação característica (macrófita), que auxilia no controle de sedimentos, de nutrientes ou de cargas orgânicas poluidoras (JORDÃO; PESSÔA, 2005).

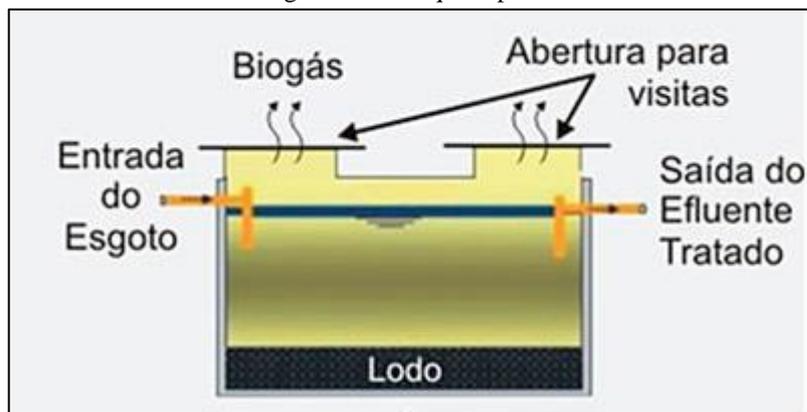
Alguns fatores que influenciam a seleção da tecnologia de tratamento para determinadas circunstâncias, são as exigências de desempenho (o que se espera do tratamento), as condições locais e a caracterização do esgoto (vazão média diária, tipo de efluente, e variabilidade sazonal). As condições de gerenciamento de efluentes podem variar muito de uma região para outra devido as características do local e do esgoto. O uso correto da tecnologia ajuda a proteger a saúde da população e as fontes de água, agrega valor às propriedades e evita gastos desnecessários com reparos. Para o município de Santa Cecília serão apresentadas, a seguir, as alternativas de tratamento de esgotos utilizando tanque séptico acoplado a um filtro anaeróbio e *wetlands* construídos.

## 8.1 Tanques sépticos

Tanques sépticos são dispositivos destinados ao tratamento de esgotos domésticos. O princípio de funcionamento está baseado no processo de sedimentação, seguido da digestão anaeróbia por microrganismos, promovendo a degradação da matéria orgânica (ABNT, 1993). No interior deste tanque, pode ser formada uma camada superior de espuma constituída de materiais mais leves como óleos, graxas e gases oriundos da decomposição anaeróbia ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ). Devido a este efeito, a saída do efluente tratado deve prever um dispositivo que evite o arraste desta espuma juntamente com o efluente tratado (NUVOLARI, 2011).

A configuração dos reatores varia entre cilíndrica ou prismática-retangular, apresentando câmara única (Figura 20), câmaras em série ou sobrepostas.

Figura 20 - Tanque séptico.



Fonte: (NATURALTEC, [s.d.]).

No Brasil, a norma NBR 7.229 (ABNT, 1993) regulamenta a construção de tanques sépticos, a qual salienta as seguintes condições:

- O sistema de tanques sépticos aplica-se primordialmente ao tratamento de esgoto doméstico e, em casos plenamente justificados, ao esgoto sanitário;
- O uso do sistema de tanque séptico é indicado para área desprovida de rede pública coletora de esgoto; tratamento de esgoto em áreas providas de rede coletora local, e também para retenção prévia dos sólidos sedimentáveis, em casos em que a rede coletora apresenta diâmetro e/ou declividade reduzidos;
- O sistema deve ser dimensionado e implantado de forma a receber a totalidade dos despejos (águas pluviais e provenientes de piscinas e de reservatórios de água não devem ser

encaminhadas aos tanques sépticos);

- O sistema em funcionamento deve preservar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas;
- O lodo e a espuma removidos dos tanques sépticos em nenhuma hipótese podem ser lançados em corpos de água ou galerias de águas pluviais;
- A contribuição de despejo deve ser calculada a partir do número de pessoas a serem atendidas;
- Os tanques sépticos podem ser cilíndricos ou prismáticos retangulares. Os cilíndricos são empregados em situações em que se pretende minimizar a área útil em favor da profundidade; os prismáticos retangulares, nos casos em que sejam desejáveis maior área horizontal e menor profundidade.

### 8.1.1 Dimensionamento do tanque séptico

O dimensionamento do tanque séptico foi realizado baseado nos diferentes perfis de edificações encontradas no município de Santa Cecília a fim de obter o orçamento para a implementação do sistema descentralizado de tratamento de esgoto. Conforme a NBR 7.229 (ABNT, 1993), as variáveis utilizadas para o cálculo foram retiradas das tabelas dispostas na norma e o volume útil total do tanque séptico foi calculado pela Equação 1:

$$V = 1000 + N (C \times T + K \times Lf) \quad (1)$$

Onde:

$V$ = volume útil, em litros;

$N$ = número de pessoas ou unidades de contribuição;

$C$ = contribuição de despejos, em litros/pessoa.dia ou em litros/unidade.dia;

$T$ = período de detenção, em dias;

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

$Lf$ = contribuição de lodo fresco, em litros/pessoa.dia ou em litros/unidade.dia.

### 8.1.2 Limpeza dos tanques sépticos

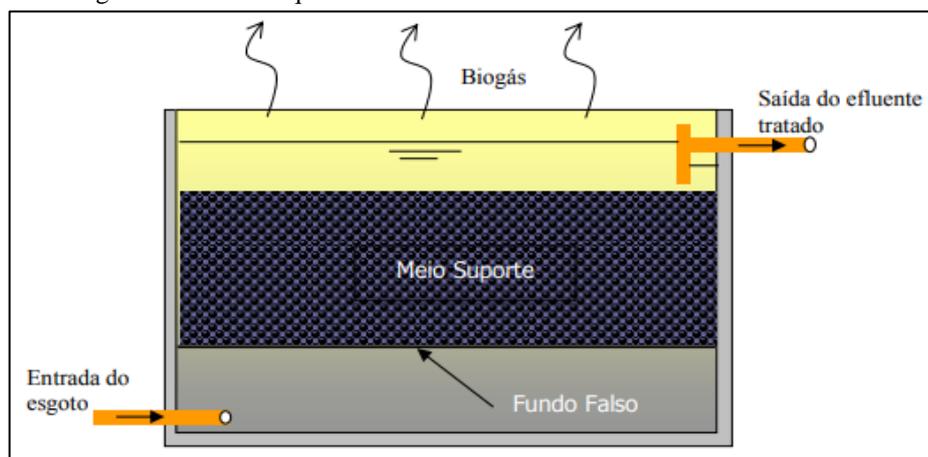
O lodo e a espuma acumulados nos tanques devem ser removidos a intervalos equivalentes ao período de limpeza do projeto (ABNT, 1993). O período utilizado para os

cálculos de dimensionamento do tanque séptico foi de uma vez ao ano, sendo necessário uma empresa especializada para realizar esse serviço no município. É importante que os tanques possuam acesso para a sua manutenção, de forma que nada impeça a sua limpeza.

## 8.2 Filtro anaeróbio

Os filtros anaeróbios são reatores biológicos preenchidos com material inerte com elevado grau de vazios, que permanece estacionário, e onde se forma um leito de lodo biológico fixo. O material de enchimento serve como suporte para os microrganismos facultativos e anaeróbios, que formam películas ou um biofilme na sua superfície, propiciando alta retenção de biomassa no reator (ÁVILA, 2005). Assim, como estabelece a NBR 13.969 (ABNT, 1997) o filtro é composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida com o meio filtrante submerso, onde atuam os microrganismos, como pode-se observar na Figura 21. Os microrganismos formam películas ou um biofilme na sua superfície.

Figura 21 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.



Fonte: (ÁVILA, 2005).

O sentido do fluxo através do leito acarreta grandes diferenças funcionais para as várias configurações de filtro anaeróbio, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 - Características dos filtros anaeróbios de diferentes sentidos de fluxo.

<b>Fluxo Ascendente</b>	<b>Fluxo Descendente</b>	<b>Fluxo Horizontal</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bom tempo de contato entre o esgoto e o biofilme devido aos lodos em sustentação hidráulica;</li> <li>- Maior retenção de lodo em excesso;</li> <li>- Propiciam alta eficiência e baixa perda dos sólidos que são arrastados no efluente;</li> <li>- São mais indicados para esgotos com baixa concentração;</li> <li>- Maiores riscos de entupimento dos interstícios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentam facilidade para remoção de lodo em excesso;</li> <li>- Menor risco de entupimento no leito;</li> <li>- Podem receber esgotos com maior concentração de sólidos;</li> <li>- Indicado para altas e baixas cargas orgânicas;</li> <li>- Os filtros com fluxo não afogado apresentam baixa eficiência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funciona com características intermediárias entre o fluxo ascendente e descendente;</li> <li>- Maior dificuldade na distribuição do fluxo;</li> <li>- Desempenho diferenciado ao longo do leito;</li> <li>- Concentração de lodo em excesso mal distribuída;</li> <li>- Remoção do lodo difícil;</li> <li>- Deve ser usado com baixas taxas de carga orgânica.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de (ÁVILA, 2005).

Dentre algumas das vantagens da utilização de filtros anaeróbios estão a dispensabilidade de fonte de energia externa e recirculação de lodo, liberdade de projeto e configurações de dimensionamento, baixa produção de lodo e relevante remoção de material orgânico dissolvido. As desvantagens desse sistema são poucas, efluentes podem estar ricos em sais minerais, excesso de microrganismos patogênicos, entupimentos, entre outros (ÁVILA, 2005).

### 8.2.1 Dimensionamento do filtro anaeróbio

O dimensionamento do filtro anaeróbio foi realizado conforme a NBR 13.969 (ABNT, 1997), os parâmetros utilizados para o cálculo foram retirados das tabelas apresentadas na norma e o volume útil do leito filtrante, em litros, foi obtido pela Equação 2:

$$V = 1,6 \times N \times C \times T \quad (2)$$

Onde:

$N$ = número de contribuintes;

$C$ = contribuição de despejos, em litros/habitante.dia;

$T$ = tempo de detenção hidráulica, em dias.

Modelos comerciais de tanque séptico e filtro anaeróbio podem ser visualizados nos Anexos G1 e G2.

### 8.3 Estudo de caso envolvendo a aplicação de tanque séptico e filtro anaeróbio

Devido às restrições impostas pela legislação ambiental para a concentração de DBO no efluente, ou em casos que o corpo d'água receptor tem uma capacidade limitada de assimilar o efluente, autodepuração, faz-se necessário o uso de tratamento complementar à etapa anaeróbia. Porém, existem casos como os sistemas compostos por tanque séptico seguido por filtro anaeróbico (Figura 22) em que a combinação de diferentes processos anaeróbios pode atender as exigências menos restritivas quanto à sua eficiência e concentração do efluente final.

Figura 22 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbio.



Fonte: Acervo do LABTRAT/CAV/UDESC.

Conforme a NBR 13.969 (ABNT, 1997), apresenta as faixas prováveis de remoção de poluentes através do filtro anaeróbio em conjunto com o tanque séptico, que são:

- DBO<sub>5,20</sub>: 40 a 75%;
- DQO: 40 a 70%;
- Sólidos suspensos: 60 a 90%;
- Sólidos sedimentáveis: 70% ou mais;
- Fosfato: 20 a 50%.

Os valores limites inferiores são referentes às temperaturas abaixo de 15°C; os valores

limites superiores são para temperaturas acima de 25°C, sendo também influenciados pelas condições operacionais e grau de manutenção.

Um estudo realizado na cidade de Rio Rufino-SC, avaliou um sistema de tratamento descentralizado de esgotos sanitários, constituído por reator anaeróbio de manta de lodo e biofiltro em polietileno. A eficiência do sistema foi avaliada e o efluente final teve seus parâmetros comparados aos padrões estabelecidos pela Resolução 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente e a Lei 14.675/2009 do Estado de Santa Catarina, vigente à época do estudo. O sistema apresentou uma remoção média da demanda bioquímica de oxigênio de 88,9% e de 95,4% com relação a demanda química de oxigênio. O efluente tratado apresentou-se em conformidade com os requisitos legais vigentes, indicando que o sistema pode ser uma alternativa para o tratamento de esgoto sanitário em regiões de baixa densidade demográfica (SOUZA; SCHROEDER; SKORONSKI, 2019).

#### 8.4 Alternativa baseada no sistema de *wetlands*

Uma alternativa para o sistema de tratamento descentralizado envolve a aplicação de sistemas naturais para o tratamento de esgoto e de lodos de tanques sépticos, através da ecotecnologia dos *wetlands* construídos, de forma que possa integrar com os sistemas individuais de tratamento de esgotos. A ideia é propor uma possibilidade potencialmente sustentável para gestão do saneamento na dimensão do esgotamento sanitário.

Neste sentido, o tratamento de lodos de tanque séptico e de esgotos domésticos pode ser associado à ecotecnologia dos *wetlands* construídos para ambos os casos. Abaixo segue uma breve descrição da aplicação de *wetlands* para tratamento de lodo e tratamento de esgotos domésticos bruto que serão aplicados nessa configuração proposta.

##### 8.4.1 Tratamento de esgoto bruto por meio de *wetland* vertical Sistema Francês

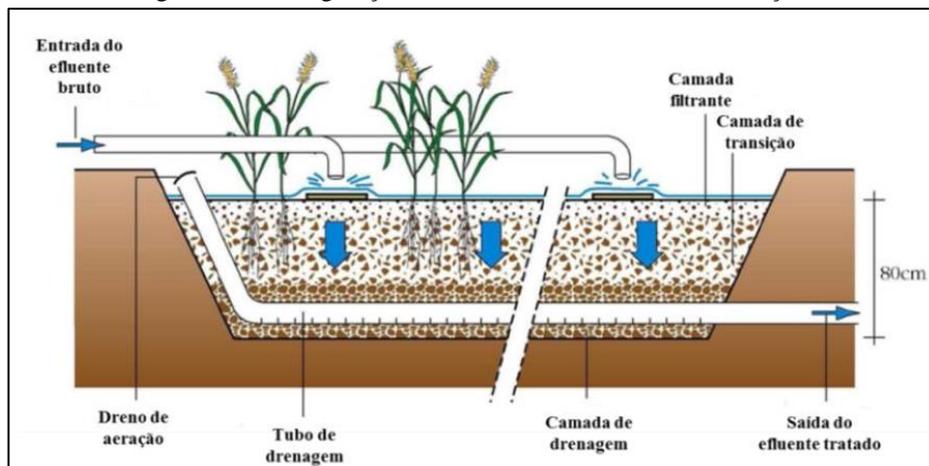
Tradicionalmente e com parâmetros de construção e operação bem definidos o *wetland* Sistema Francês (WSF) possui dois estágios de tratamento, compostos de três filtros verticais em paralelo no primeiro estágio e dois filtros verticais ou um horizontal no segundo estágio. Tem como principal característica a aplicação direta de efluente bruto na superfície do filtro, ou seja, não há necessidade de tratamento primário. Tampouco, há necessidade de etapas

posteriores para o tratamento do efluente. Porém, normalmente antes da aplicação nos filtros é feito um gradeamento do efluente para retenção de sólidos grosseiros. Em função das condições climáticas e exigências legais aplicadas no Brasil o Sistema Francês será concebido apenas com o primeiro estágio.

O efluente bruto, após passar por gradeamento, é bombeado para o primeiro estágio. Na primeira etapa, o efluente é filtrado através de uma camada de, no mínimo, 30 cm de brita fina (conhecido como pedrisco) para, posteriormente, passar através de uma segunda camada de transição com material intermediário e, então, atingir a camada de drenagem com material grosso no fundo do filtro. Em relação aos filtros utilizados no segundo estágio, estes possuem praticamente as mesmas características do primeiro, com exceção da camada de filtração composta de no mínimo 30 cm de areia ( $0,25 \text{ mm} < d_{10} < 0,40 \text{ mm}$ ), ao invés do pedrisco.

O dimensionamento e regime operacional é adaptado de acordo com alguns fatores, como o clima, o nível de remoção de poluentes exigido pelas autoridades, a carga orgânica recebida no verão, a carga hidráulica, entre outros. Para o primeiro estágio, é indicado uma superfície de  $1,2 \text{ m}^2$  por habitante para o conjunto dos três filtros, com uma carga orgânica de  $300 \text{ gDQOm}^2/\text{d}$ ,  $\approx 150 \text{ gSSTm}^2/\text{d}$ ,  $\approx 25 - 30 \text{ gNTKm}^2/\text{d}$  e uma carga hidráulica de  $0,37 \text{ m/d}$  sobre um filtro em funcionamento. A Figura 23 mostra a configuração de um sistema em perfil.

Figura 23 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.

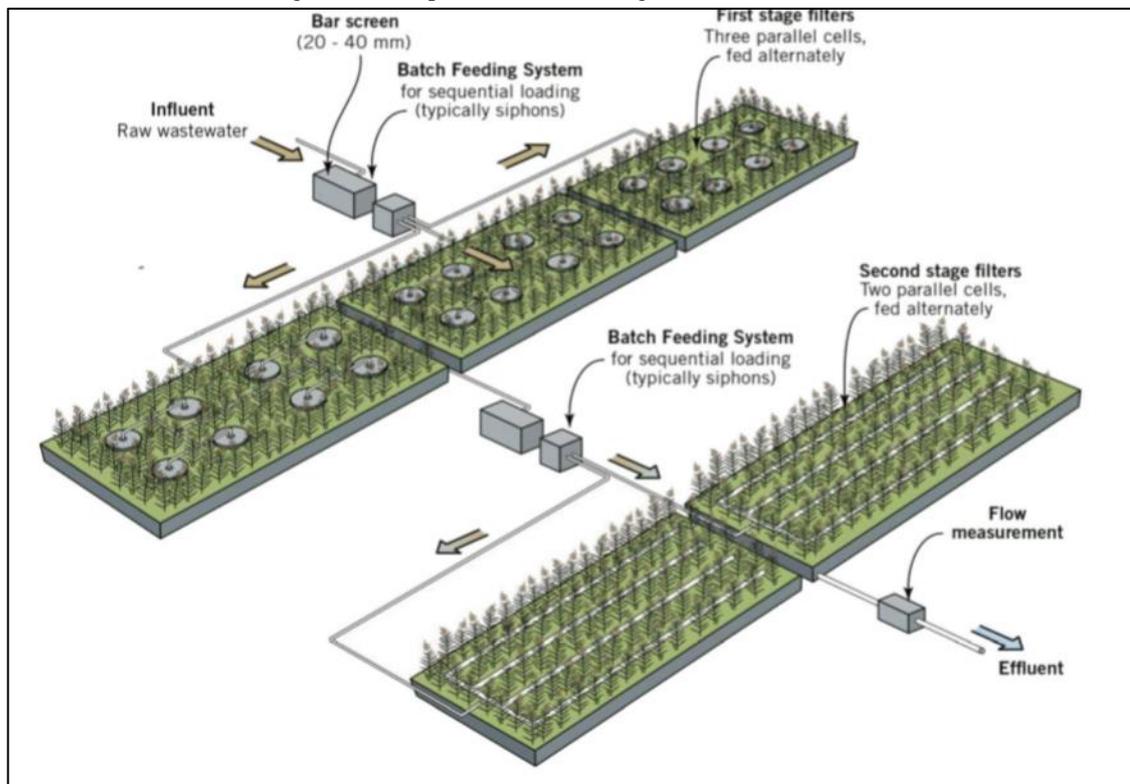


Fonte: (MOLLE *et al.*, 2005).

O Sistema Francês opera com alternância de ciclos, tendo um período de alimentação e outro período de descanso. No primeiro estágio, quando um dos 3 filtros entra em alimentação os outros 2 estão em repouso. Cada unidade recebe esgoto bruto por um período de 3,5 dias e

descansa por 7 dias, de acordo com a alternância. O mesmo acontece para os outros 2 filtros do segundo estágio, que trabalham com 3,5 dias de alimentação e 3,5 dias de repouso conforme ilustra a Figura 24.

Figura 24 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.

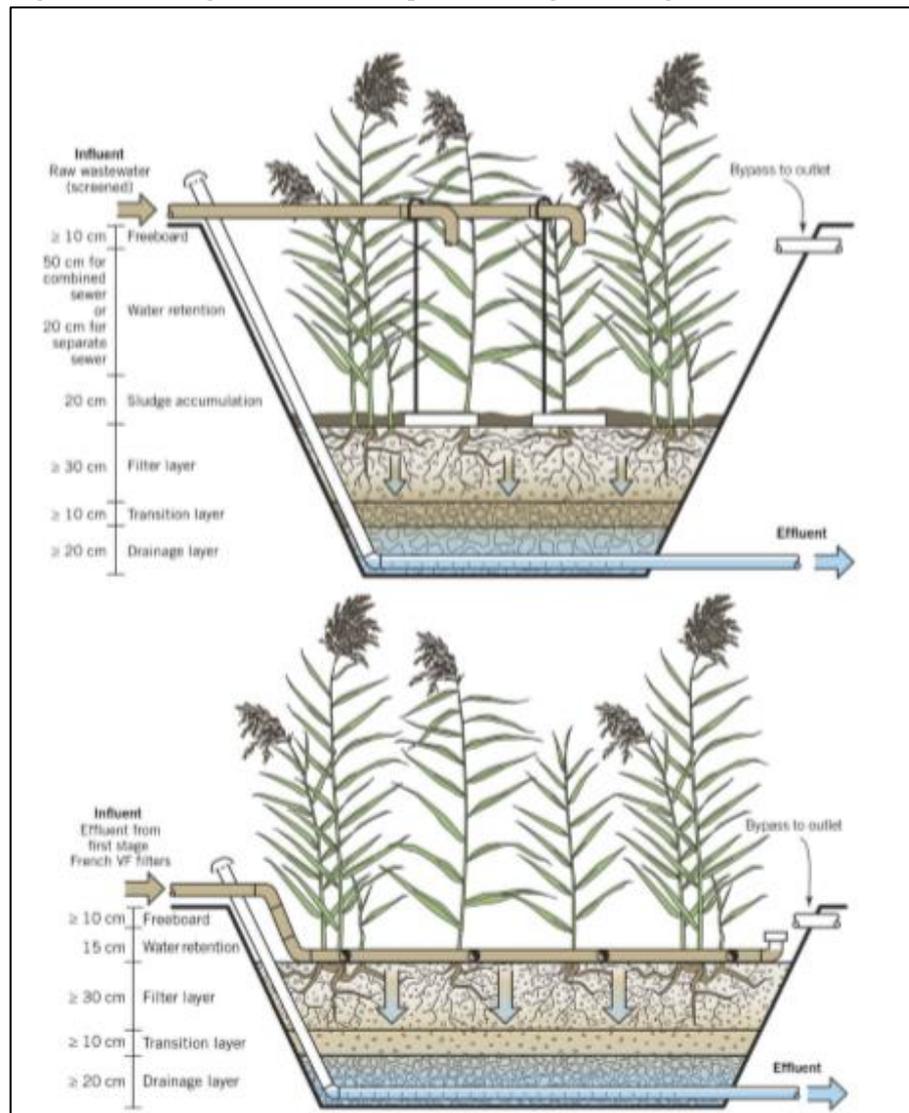


Fonte: (DOTRO *et al.*, 2017).

Essa alternância de ciclos é fundamental para garantir transferência de oxigênio para o interior dos poros, estabilizar a camada de lodo acumulada na superfície do leito e evitar o processo de colmatção (DOTRO *et al.*, 2017).

No primeiro estágio ocorre o maior acúmulo de sólidos na superfície no leito, formando uma camada de lodo que vai crescendo em média 2,5 cm por ano (MOLLE, 2014). O esgoto bruto é distribuído na superfície do leito, que passa pela camada de lodo formado e percola pelo material filtrante até atingir o dreno de fundo. Já no segundo estágio ocorre um polimento final do esgoto, complementando a remoção de sólidos e matéria orgânica, além da remoção parcial da amônia. A Figura 25 mostra a configuração e perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio.

Figura 25 - Perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio do Sistema Francês.



Fonte: (DOTRO *et al.*, 2017).

Com relação às eficiências médias (MOLLE *et al.*, 2005) atingiram 79% e 86% para DQO e SST respectivamente, seguindo os padrões clássicos de dimensionamento e operação. (GARCÍA ZUMALACARREGUI; SPERLING, 2018) operaram um Sistema Francês no Brasil, com dois módulos no primeiro estágio, sete dias de alimentação e sete dias de repouso. A eficiência média durante o período avaliado foi de 78% e 82% para DQO e SST, respectivamente.

#### 8.4.2 Tratamento de lodos através de sistemas *wetlands* construídos

Os sistemas *wetlands* construídos para o tratamento de lodo (WL) são basicamente uma alternativa tecnológica em que se combinam os princípios de um leito de secagem e de um sistema *wetland* de escoamento vertical. Para (UGGETTI *et al.*, 2010) esses sistemas são uma alternativa não somente para desaguamento do lodo como também possuem potencial para estabilizá-lo.

Nos *wetlands*, o desaguamento do lodo ocorre em função do tratamento ser realizado em batelada, sendo que em um primeiro momento é realizada a alimentação dos leitos com lodo, e no período subsequente o lodo passa por um processo de repouso, para possibilitar o seu desaguamento. O período de repouso pode variar de alguns dias a semanas, sendo o mais usual sete dias (NIELSEN, 2008). Na batelada seguinte, o filtro é alimentado novamente, sendo o lodo bruto aplicado sobre o lodo que ficou acumulado no leito.

Por se tratar de uma tecnologia natural, com a utilização de plantas, acaba apresentando uma estética agradável, com maiores possibilidades de aceitação da população. O principal parâmetro de projeto refere-se à aplicação de Taxas de Sólidos Totais por ano por metro quadrado de área superficial. O maior fator de interferência refere-se, basicamente, à temperatura, sendo que em localidades de climas mais quentes há a possibilidade de uma maior taxa de aplicação, em função da maior cinética de degradação.

A Tabela 10 mostra diferentes taxas aplicadas para diferentes autores e em diferentes condições climáticas.

Tabela 10 - Referências de taxas de sólidos aplicados em *wetlands*.

<b>Referência</b>	<b>TAS (kgST/m<sup>2</sup>.ano)</b>	<b>Tipo de lodo</b>
Koottatep <i>et al.</i> (1999)	125-250	Tanque séptico
Summerfelt <i>et al.</i> (1999)	30	Tanque séptico
Koné e Strauss (2004)	<250	Tanque séptico
Kengne <i>et al.</i> (2009)	200	Tanque séptico
Sonko <i>et al.</i> (2014)	200	Tanque séptico

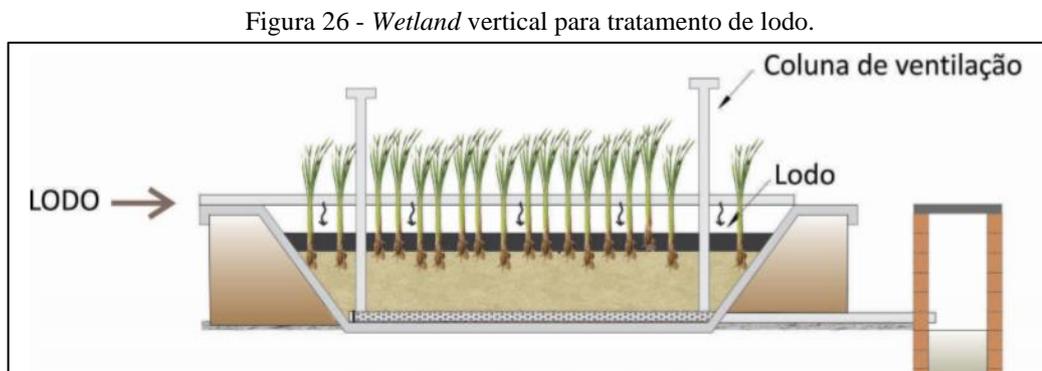
Fonte: Adaptado de (ANDRADE, 2015).

Com o passar do tempo, uma camada de lodo é acumulada na superfície do leito até um momento que se deva realizar um manejo. A taxa de acúmulo do lodo depende, obviamente, da

carga de sólidos aplicada e nas condições climáticas que vão favorecer processos de desaguamento e estabilização da matéria orgânica.

KOOTTATEP et al., (2005), pesquisando um sistema *wetland* para tratamento de lodo de tanque séptico com TAS de 250 kgST/m<sup>2</sup> ano, encontraram uma taxa de acúmulo de lodo de 12 cm ao ano. Comparado a outras tecnologias convencionais, como os leitos de secagem, centrífugas e filtros prensa, os sistemas plantados possibilitam um maior armazenamento de lodo ao longo do tempo. Geralmente, a camada de lodo pode ser removida do leito depois de 2 a 3 anos, podendo ser utilizada na agricultura, a depender do grau de higienização do lodo. De acordo com (SUNTTI, 2010), o lodo acumulado, após seco e estabilizado, pode ser aplicado no solo diretamente ou após uma compostagem, levando em consideração as normas e legislações específicas para tais disposições. No Brasil, a Resolução CONAMA nº 498/2020 define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências (BRASIL, 2020a).

Para a retirada do lodo recomenda-se um período de repouso de 6 meses de modo que haja uma estabilização adequada para diversos usos agrícolas, por exemplo. A Figura 26 mostra um estereótipo padrão de um leito plantado de tratamento de lodo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

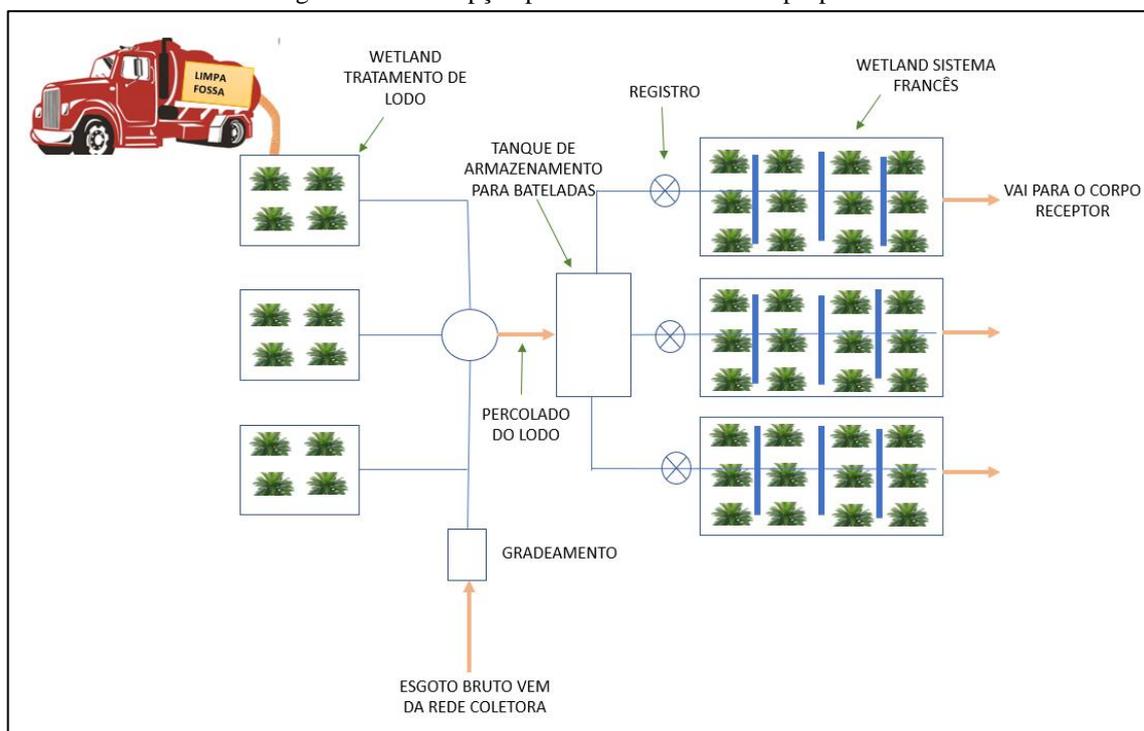
#### 8.4.3 Dimensionamento das unidades *wetlands* para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do *Wetland* Vertical Sistema Francês para tratamento do Esgoto Sanitário (WVSF)

Para o dimensionamento das duas unidades de tratamento foram utilizados parâmetros de dimensionamento, dados de entrada e contribuições reportados na NBR 7.229 (ABNT, 1993) e valores de referência da literatura. Cabe ressaltar que todos esses valores remetem a uma

simulação hipotética, não havendo um embasamento real de cada município. Este estudo serve apenas para elencar uma potencialidade de utilização de sistemas *wetlands* para tratamento de esgotos e de lodos de TS no município investigado. Para um estudo de concepção real, seriam necessários vários outros estudos e dados para um projeto de fato, que não foram considerados aqui por se tratar de um plano de ação.

A Figura 27 mostra uma concepção padrão com as duas unidades integradas. O *wetland* Sistema Francês recebe o esgoto doméstico bruto, após passar pelo gradeamento, e o percolado do lodo de TS, para então o efluente ser encaminhado para a disposição final.

Figura 27 - Concepção padrão a ser adotada na proposta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

#### 8.4.3.1 Dimensionamento do *wetland* construído para tratamento de lodo de tanque séptico

A Tabela 11 refere-se aos parâmetros de dimensionamento para o sistema *wetland* para tratamento de lodo de TS. A população total de 6.038 hab considerada no cálculo abrange a população total rural mais 20% da população da área urbana. Este percentual da área urbana foi estimado considerando o número de residências que não estariam contempladas nas bacias de coleta de esgoto, devido a alguns fatores: residências de soleira baixa, aglomerados residenciais

afastados do núcleo urbano e demais situações que inviabilizem cobertura pelo sistema coletor do município.

Tabela 11 - Parâmetros de dimensionamento do WL para o lodo de TS.

<b>Dados de entrada</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade</b>	<b>Referência</b>
Produção de lodo per capita	1	L/dia	(ABNT, 1993)
Habitantes	6.038 <sup>a</sup>	hab	-
Taxa de acumulação de lodo (K) para intervalo de Limpeza de 1 ano e temp. média do mês mais frio de 10°C	94	dias	(ABNT, 1993)
Volume de lodo gerado per capita em um ano	94	-	(ABNT, 1993)
Concentração média de ST no lodo após 1 ano de acúmulo	15.000	mg/L	(CALDERÓN-VALLEJO <i>et al.</i> , 2015)
Massa de ST per capita/ano	1,41	KgST/ano	-
<b>Parâmetro de Projeto de Dimensionamento</b>			
Taxa de alimentação	67,0	KgST/m <sup>2</sup> .ano	-
Relação alimentação: repouso	1:7	dias	-
Área superficial per capita	0,021	m <sup>2</sup>	-
Área superficial total em alimentação	127,1	m <sup>2</sup>	-
Área superficial total (considerando um acréscimo de 1/4 que estará em repouso para maturação)	146	m <sup>2</sup>	-

<sup>a</sup> população total rural somada à 20% da população urbana estimada para o horizonte de projeto.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para o tratamento do lodo dos Tanques Sépticos, equivalente aos 6.038 habitantes, chegou-se na área total de 146 m<sup>2</sup>. Esta área total deverá ser dividida em 8 partes para que a alimentação seja realizada um dia em cada parte ou módulo. Nessa concepção, cada módulo receberá alimentação durante um dia e repousará por sete dias. A presença do oitavo módulo é necessária para que se cumpra o período de maturação (aproximadamente 6 meses) antes de utilizar o composto na agricultura. Dessa forma, sempre haverá somente 7 módulos ativo em alimentação. O Anexo E apresenta uma estimativa orçamentária para implantação de 8 módulos de 18,2 m<sup>2</sup> cada. Foi considerado uma localização hipotética, podendo, este valor ser alterado para as condições reais. No entanto a estimativa orçamentária proposta pode ser uma importante ferramenta de planejamento e tomada de decisão com relação ao arranjo mais adequado para gestão dos lodos de TS para o Município. Não foi considerado um tratamento específico para o percolado proveniente do desaguamento do lodo pois considerou-se que a estação estará localizada adjacente à ETE para tratamento de esgotos da área urbana do Município, que

também fará o tratamento deste percolado.

#### 8.4.3.2 *Wetland Vertical Sistema Francês para Tratamento do Esgoto Sanitário*

O sistema de esgotamento sanitário da área urbana do Município de Santa Cecília foi dividido em 3 bacias de contribuição, conforme mostra a Figura 28. Como comentado anteriormente, foi considerado a coleta de 80% do esgoto gerado em cada bacia. Na concepção adotada foi utilizada como base as diretrizes de dimensionamento do sistema clássico francês (SPERLING, VON; SEZERINO, 2018), com a redução de área do primeiro estágio, utilizando apenas 2 módulos ao invés de 3 módulos como é utilizado no sistema clássico francês. Esta concepção proporciona uma redução de 1/5 da área original. Dessa forma, o regime operacional no primeiro estágio será de 3,5 dias de alimentação seguido de 3,5 dias de repouso, ao invés de 7 dias de repouso, caso fosse utilizado os 3 módulos em paralelo.

Figura 28 – Sugestão de subdivisão de bacias para o tratamento de esgoto pelo sistema de *wetlands*.



Fonte: Adaptado de (GOOGLE, 2023).

Para o dimensionamento da *Wetland* Vertical Sistema Francês da Bacia 1 foi considerado os dados de entrada apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 - Dados de entrada para dimensionamento do WVSF.

Dados	Valor obtido	Unidade	Referência
População	1.684 <sup>a</sup>	Habitantes	-
Produção de esgoto per capita	120	L/d	(ABNT, 1993)
Concentração DBO (afluente)	300	mg/L	(SPERLING, 2014)
Concentração N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (afluente)	20	mg/L	(SPERLING, 2014)
Concentração SST (afluente)	250	mg/L	(SPERLING, 2014)
Taxa de infiltração	0,00008	L/s.m	(ABNT, 1986)
Comprimento total da rede	6.500	m	-

<sup>a</sup> referente a 80% da população da área urbana.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Assim, o dimensionamento dos dois estágios da WVSF está apresentado nas Tabela 13 e Tabela 14.

Tabela 13 - Área total dos dois módulos do primeiro estágio.

Primeiro Estágio					Referência
Carga aplicada	Hidráulica (m <sup>3</sup> /dia)	DBO (g/dia)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/dia)	SST (g/dia)	
	247,01	74.102,40	4.940,16	61.752,00	-
Carga recomendada	Hidráulica (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	DBO (g/m <sup>2</sup> .d)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/m <sup>2</sup> .d)	SST (g/m <sup>2</sup> .d)	(DOTRO et al., 2017; SEZERINO et al., 2021; SPERLING; SEZERINO, 2018).
	0,4	150	30	150	
Área atribuída para 1 módulo (m <sup>2</sup> )	617,52	494,02	164,67	411,68	-
Área adotada para 1 módulo (m <sup>2</sup> )		617,52			-
Área total para 2 módulos (m <sup>2</sup> )		1.235,04			-

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Tabela 14 - Área total dos dois módulos do segundo estágio.

<b>Segundo estágio</b>					
	Hidráulica (m <sup>3</sup> /dia)	DBO (g/dia)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/dia)	SST (g/dia)	Referência
Carga aplicada	247,01	11.115,36	2.964,10	6.175,20	-
		85% de eficiência	40% de eficiência	90% de eficiência	
Carga recomendada	0,4	20	15	30	(DOTRO et al., 2017; SEZERINO et al., 2021; SPERLING; SEZERINO, 2018).
Área atribuída para 1 módulo (m <sup>2</sup> )	617,5	555,8	197,6	205,8	-
Área total dos 2 módulos (m <sup>2</sup> )		1.235,04			-

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para dimensionamento da Bacia 2 foram utilizados os dados de entrada apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Dados de entrada para dimensionamento do WVSF.

<b>Dados</b>	<b>Valor obtido</b>	<b>Unidade</b>	<b>Referência</b>
População	4.943 <sup>a</sup>	Habitantes	-
Produção de esgoto per capita	120	L/d	(ABNT, 1993)
Concentração DBO (afluente)	300	mg/L	(SPERLING, 2014)
Concentração N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (afluente)	20	mg/L	(SPERLING, 2014)
Concentração SST (afluente)	250	mg/L	(SPERLING, 2014)
Taxa de infiltração	0,00008	L/s.m	(ABNT, 1986)
Comprimento total da rede	14.700	m	-

<sup>a</sup> referente a 80% da população da área urbana.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Neste caso, o dimensionamento dos dois estágios da WVSF está apresentado nas Tabela 16 e Tabela 17.

Tabela 16 - Área total dos dois módulos do primeiro estágio.

<b>Primeiro Estágio</b>					
	Hidráulica (m <sup>3</sup> /dia)	DBO (g/dia)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/dia)	SST (g/dia)	Referência
Carga aplicada	694,77	208.429,92	13.895,33	173.691,60	-
	Hidráulica (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	DBO (g/m <sup>2</sup> .d)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/m <sup>2</sup> .d)	SST (g/m <sup>2</sup> .d)	-
Carga recomendada	0,4	150	30	150	(DOTRO et al., 2017; SEZERINO et al., 2021; SPERLING; SEZERINO, 2018).
Área atribuída para 1 módulo (m <sup>2</sup> )	1.736,92	1.389,53	463,18	1.157,94	-
Área adotada para 1 módulo (m <sup>2</sup> )		1.736,92			-
Área total para 2 módulos (m <sup>2</sup> )		3.473,83			-

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Tabela 17 - Área total dos dois módulos do segundo estágio.

<b>Segundo estágio</b>					
	Hidráulica (m <sup>3</sup> /dia)	DBO (g/dia)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/dia)	SST (g/dia)	Referência
Carga aplicada	694,77	31.264,49	8.337,20	17.369,16	-
		85% de eficiência	40% de eficiência	90% de eficiência	-
	hidráulica (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	DBO (g/m <sup>2</sup> .d)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/m <sup>2</sup> .d)	SST (g/m <sup>2</sup> .d)	-
Carga recomendada	0,4	20	15	30	(DOTRO et al., 2017; SEZERINO et al., 2021; SPERLING; SEZERINO, 2018).
Área atribuída para 1 módulo (m <sup>2</sup> )	1.736,9	1.536,2	555,8	579,0	-
Área total dos 2 módulos (m <sup>2</sup> )		3.473,83			-

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Por fim, para dimensionamento da Bacia 3 foram utilizados os dados de entrada apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 - Dados de entrada para dimensionamento do WVSF.

Dados	Valor obtido	Unidade	Referência
População	5.432 <sup>a</sup>	Habitantes	-
Produção de esgoto per capita	120	L/d	(ABNT, 1993)
Concentração DBO (afluente)	300	mg/L	(SPERLING, 2014)
Concentração N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (afluente)	20	mg/L	(SPERLING, 2014)
Concentração SST (afluente)	250	mg/L	(SPERLING, 2014)
Taxa de infiltração	0,00008	L/s.m	(ABNT, 1986)
Comprimento total da rede	15.000	m	-

<sup>a</sup> referente a 80% da população da área urbana.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O dimensionamento dos dois estágios do WVSF está apresentado nas Tabela 19 e Tabela 20.

Tabela 19 - Área total dos dois módulos do primeiro estágio

Primeiro Estágio					Referência
Carga aplicada	Hidráulica (m <sup>3</sup> /dia)	DBO (g/dia)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/dia)	SST (g/dia)	
	755,52	226.656,00	151.10,40	188.880,00	-
Carga recomendada	Hidráulica (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	DBO (g/m <sup>2</sup> .d)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/m <sup>2</sup> .d)	SST (g/m <sup>2</sup> .d)	(DOTRO et al., 2017; SEZERINO et al., 2021; SPERLING; SEZERINO, 2018).
	0,4	150	30	150	
Área atribuída para 1 módulo (m <sup>2</sup> )	1.888,80	1.511,04	503,68	1.259,20	-
Área adotada para 1 módulo (m <sup>2</sup> )		1.888,80			-
Área total para 2 módulos (m <sup>2</sup> )		3.777,60			-

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Tabela 20 - Área total dos dois módulos do segundo estágio.

<b>Segundo estágio</b>					
	Hidráulica (m <sup>3</sup> /dia)	DBO (g/dia)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/dia)	SST (g/dia)	Referência
Carga aplicada	755,52	33.998,40	9.066,24	18.888,00	-
		85% de eficiência	40% de eficiência	90% de eficiência	-
	hidráulica (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	DBO (g/m <sup>2</sup> .d)	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/m <sup>2</sup> .d)	SST (g/m <sup>2</sup> .d)	-
Carga recomendada	0,4	20	15	30	(DOTRO et al., 2017; SEZERINO et al., 2021; SPERLING; SEZERINO, 2018).
Área atribuída para 1 módulo (m <sup>2</sup> )	1.888,80	1.699,90	604,4	629,6	-
Área total dos 2 módulos (m <sup>2</sup> )			3.777,60		-

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os custos estimados para implantação dos WVSF foram obtidos através dos dados disponibilizados na Tabela SINAPI com a última atualização realizada em março de 2023 e estão apresentados no Anexo F. Cabe ressaltar que os custos foram baseados numa situação hipotética, sem considerar as particularidades do terreno onde seria implantada a ETE, haja vista que esta localização não é definida nesse estudo. Dessa forma os valores referentes à preparação do terreno, entre elas: cortes, escavações e nivelamentos, poderão sofrer alterações expressivas dependendo das condições reais do local a ser implantada a ETE.

A Tabela 21 discrimina o custo total do sistema de esgotamento sanitário incluindo a rede coletora e as unidades de tratamento de lodo e de esgoto de todas as bacias. O custo unitário da rede coletora de R\$ 420 reais por metro de rede, foi baseado em projetos realizados em municípios de Santa Catarina, que utilizaram o SINAPI como referência. Nesse montante inclui além da rede coletora as ligações e uma elevatória a cada 2.000 metros de rede.

Tabela 21. Resumo dos custos para o WL e WVSF incluindo toda rede coletora

	<b>Comprimento da rede (m)</b>	<b>Custo Unitário (R\$)</b>	<b>Custo da rede (R\$)</b>	<b>Custo WVSF (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
Bacia 1	6.500	420	2.730.000,00	854.431,70	3.584.432,00
Bacia 2	14.700	420	6.174.000,00	2.371.866,00	8.545.866,00
Bacia 3	15.000	420	6.300.000,00	2.661.089,00	8.961.089,00
<i>Wetland</i> para tratamento de lodo	-	-	-	-	147.687,00
<b>Valor total (R\$)</b>					<b>21.239.073,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

### 8.5 Alternativas de disposição do esgoto tratado

A NBR 13.969 (ABNT, 1997) apresenta alternativas para disposição do esgoto tratado utilizando tanque séptico. A melhor alternativa de disposição deve ser selecionada de acordo com as necessidades e condições locais onde é implantado o sistema de tratamento, não havendo restrições quanto à capacidade de tratamento das unidades. A norma cita como alternativas para disposição: valas de infiltração, canteiros de infiltração e de evapotranspiração, sumidouro, galeria de águas pluviais, águas superficiais e reuso local. Conforme as necessidades locais, as alternativas citadas podem ser utilizadas complementarmente entre si, para atender ao maior rigor legal ou para efetiva proteção do manancial hídrico, a critério do órgão fiscalizador competente.

### 8.6 Edificações sem espaço útil

Conforme os dados obtidos nos questionários aplicados no município de Santa Cecília, uma das questões mais importantes para a viabilidade e aplicação do sistema individual, é o espaço disponível no terreno para a construção do sistema individual, formado por tanque séptico e filtro anaeróbico. A maioria dos terrenos do município de Santa Cecília possuem espaço para a implementação do sistema descentralizado de tratamento de esgoto, totalizando aproximadamente 78% das edificações. Assim, para os 22% restantes que informaram não possuir ou não souberam informar, uma maneira de contornar o problema relacionado à falta de espaço é a ligação do esgoto para a residência mais próxima que possui o espaço necessário,

garantindo então o seu tratamento.

## **9 Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Santa Cecília**

Com base no diagnóstico realizado e levando em conta as características do município de Santa Cecília, são apresentadas as seguintes alternativas para a implementação do serviço de esgotamento sanitário com base no termo de referência elaborado pela ARIS. Neste sentido, serão exploradas as seguintes alternativas:

- Alternativa 01 – implementar unidades de tratamento individual em edificações;
- Alternativa 02 – implementar unidades de tratamento individual em edificações, associando com sistemas coletivos de coleta e tratamento de esgotos;
- Alternativa 03 – implementar sistemas condominiais de esgoto para o atendimento de edificações;
- Alternativa 04 – implementar unidade coletiva de sistemas de esgoto sanitários com rede coletora e estação de tratamento.

A discussão de cada alternativa apresentada a seguir fomentará a discussão da prefeitura municipal acerca da seleção do modelo que poderá ser homologado para execução.

### *Alternativa 01 – Edificações com solução individual de tratamento.*

O modelo proposto por essa alternativa pressupõe a instalação de sistemas individuais de acordo com as normas da ABNT e a limpeza dos sistemas por meio de caminhão limpa fossa contratado pelo usuário. Nesse modelo, as prefeituras municipais podem executar ou terceirizar as ações, a saber:

- a) Devem ser realizados ajustes na legislação municipal para que sejam exigidas as instalações de sistemas de tratamento individual de esgoto sanitário, conforme dimensionamento e recomendações técnicas da ABNT, para emissão de alvará de construção para novas edificações. Deve ainda, ser prevista a fiscalização do projeto, execução e operação dos sistemas pela prefeitura. Para a operação, devem ser considerados dispositivos que assegurem

- a limpeza periódica de acordo com a base de dados utilizada para o dimensionamento dos sistemas individuais de esgotamento sanitário;
- b) A prefeitura deve buscar fontes de investimentos e/ou subsídios para a implementação de sistemas individuais nas áreas urbana e rural nos locais onde eles se fazem inexistentes e em substituições aos sistemas em desacordo com as normas técnicas da ABNT;
- c) Podem ser previstos o uso de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou uma alternativa para atualização periódica do cadastro dos sistemas individuais de tratamento de esgoto;
- d) Elaborar projetos tipos para facilitar a concepção e execução dos sistemas pelo usuário e consequentemente a aprovação por parte do órgão responsável na prefeitura;
- e) Executar plano de ação previsto no Plano Municipal de Saneamento Básico levando em conta a implementação e adequação dos sistemas individuais de tratamento. Deve-se ainda considerar a elaboração de projetos e prospecção de recursos para implementação de rede coletora e estação de tratamento de esgotos considerando horizonte de médio e longo prazo.

*Alternativa 02 – Edificação com soluções individuais de tratamento associadas ao serviço de limpeza via caminhão limpa fossa e tratamento dos subprodutos em sistema coletivo de esgotos sanitários.*

A diferença deste modelo para o anterior está ligada à alternativa de manutenção dos sistemas individuais por meio de limpeza com caminhões limpa fossa de propriedade da prefeitura ou terceirizados, que encaminhem o lodo removido para estações de tratamento de esgotos associadas e devidamente licenciadas pelo órgão ambiental competente. Nesse modelo, as prefeituras municipais podem executar ou terceirizar as ações, a saber:

- a) Devem ser realizados ajustes na legislação municipal para que sejam exigidas as instalações de sistemas de tratamento individual de esgoto sanitário conforme dimensionamento e recomendações técnicas da ABNT para emissão de alvará de construção para novas edificações. Deve ainda ser prevista a fiscalização do projeto, execução e operação dos sistemas pela prefeitura. Para a operação, devem ser considerados dispositivos que assegurem a limpeza periódica de acordo com a base de dados utilizada para o dimensionamento dos sistemas individuais de esgotamento sanitário;

- b) A prefeitura deve buscar fontes de investimentos e/ou subsídios para a implementação de sistemas individuais nas áreas urbana e rural nos locais onde eles se fazem inexistentes e em substituições aos sistemas em desacordo com as normas técnicas da ABNT;
- c) Podem ser previstos o uso de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou uma alternativa para atualização periódica do cadastro dos sistemas individuais de tratamento de esgoto;
- d) Elaborar e celebrar convênio para a gestão associada de disposição do lodo coletado em sistemas individuais em ETE que possua licenciamento ambiental para a atividade;
- e) Elaborar e executar programas de manutenção dos sistemas individuais de tratamento para coleta do lodo e envio para a ETE associada;
- f) Elaborar e implementar taxa ou tarifa para a manutenção dos sistemas individuais de tratamento que cubram as despesas com esse serviço e garantam a sua sustentabilidade econômico-financeira;
- g) Elaborar projetos tipos para facilitar a concepção e execução dos sistemas pelo usuário e conseqüentemente a aprovação por parte do órgão responsável na prefeitura;
- h) Executar plano de ação previsto no Plano Municipal de Saneamento Básico levando em conta a implementação e adequação dos sistemas individuais de tratamento e a inclusão de serviços prestados com caminhão limpa fossa. Deve-se ainda considerar a elaboração de projetos e prospecção de recursos para implementação de rede coletora e estação de tratamento de esgotos considerando horizonte de médio e longo prazo.

*Alternativa 03 – Sistemas condominiais de tratamento de esgotos sanitários.*

Nesse modelo, o esgoto gerado por várias residências é encaminhado para uma tubulação que percorre o interior dos terrenos ou a área de passeio, sendo essa tubulação ligada à rede coletora. Esse processo diferencia-se de um sistema tradicional onde cada economia é ligada à rede coletora e, portanto, o sistema condominial envolve uma participação maior da comunidade em manter o sistema em funcionamento, pois hidraulicamente todos compartilham a mesma conexão até o coletor. Ainda, podem ser previstas estações descentralizadas para o tratamento do esgoto. Nesse modelo, as prefeituras municipais podem executar ou terceirizar as ações, a saber:

- a) Devem ser realizados ajustes na legislação municipal para que sejam exigidas as instalações

de sistemas de tratamento individual de esgoto sanitário conforme dimensionamento e recomendações técnicas da ABNT para emissão de alvará de construção para novas edificações. Deve ainda ser prevista a fiscalização do projeto, execução e operação dos sistemas pela prefeitura. Para a operação, devem ser considerados dispositivos que assegurem a limpeza periódica de acordo com a base de dados utilizada para o dimensionamento dos sistemas individuais de esgotamento sanitário;

b) A prefeitura deve buscar fontes de investimentos e/ou subsídios para a implementação de sistemas individuais nas áreas urbana e rural nos locais onde eles se fazem inexistentes e em substituições aos sistemas em desacordo com as normas técnicas da ABNT;

c) Devem ser apresentadas alternativas para a execução das obras de sistema de esgoto condominial por parte da prefeitura e/ou associação de moradores, sob supervisão dos órgãos competentes da prefeitura, para ligação na rede coletora do município;

d) Podem ser previstos o uso de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou uma alternativa para atualização periódica do cadastro dos sistemas condominiais de tratamento de esgoto;

e) Elaborar e implementar taxa ou tarifa para a manutenção dos sistemas condominiais de tratamento que cubram as despesas com os serviços de coleta e tratamento e garantam a sua sustentabilidade econômico-financeira;

f) Executar plano de ação previsto no Plano Municipal de Saneamento Básico levando em conta a implementação e adequação dos sistemas individuais de tratamento. Deve-se ainda considerar a elaboração de projetos e prospecção de recursos para implementação de rede coletora e estação de tratamento de esgotos considerando horizonte de médio e longo prazo.

#### *Alternativa 04 – Implantação de redes coletoras de esgoto.*

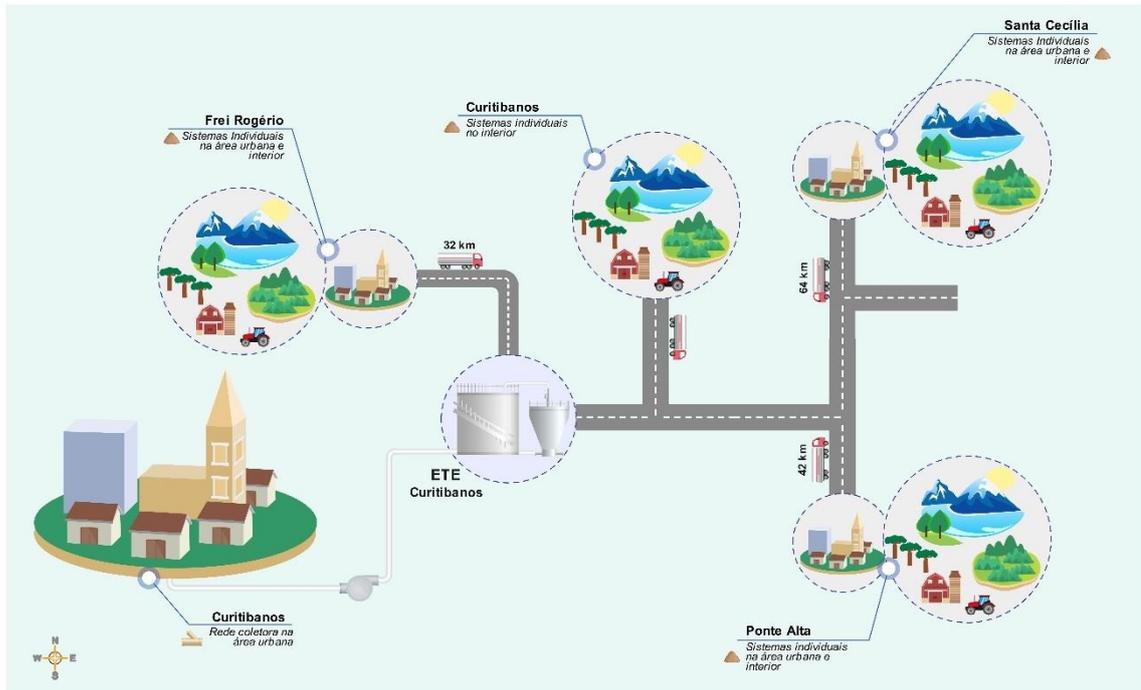
Finalmente, a alternativa 04 envolve a implantação de rede coletiva de coleta de esgotos e estação de tratamento de efluentes centralizada. Esse é o modelo previsto para a área urbana do município de Santa Cecília, segundo o Plano Municipal de Saneamento. Nesse modelo, as prefeituras municipais podem executar ou terceirizar as ações, a saber:

a) Implementar as alternativas 01 e/ou 02 e/ou 03 na área rural do município, onde a alternativa 04 se apresenta inviável devido à reduzida densidade populacional;

- b) Elaborar plano de ação, com prazos para a prospecção de recursos para implementação da rede coletora na área urbana do município e da estação de tratamento de efluentes, conforme previsto no plano municipal de saneamento;
- c) Elaborar e implementar taxa ou tarifa para a manutenção dos serviços de coleta e tratamento de esgotos que cubram as despesas com esses serviços e garantam a sua sustentabilidade econômico-financeira.

Com base nas proposições anteriores, considerando as características socioeconômicas do município de Santa Cecília, indica-se as alternativas 01 e 02 para as áreas urbana e rural do município, para curto e médio prazo. Para estas alternativas, devem ser instalados tanques sépticos seguidos de filtro anaeróbio com disposição final do esgoto tratado em sumidouros. A manutenção dos sistemas pode ser realizada sob responsabilidade e fiscalização do município. Alternativamente, a Prefeitura Municipal pode cobrar uma taxa dos usuários para a prestação do serviço de manutenção dos sistemas individuais por meio de caminhão limpa fossa e envio à ETE de Curitiba, que está localizada a 63 km do município, cuja viabilidade será discutida a seguir. Desta forma, a ETE de Curitiba poderia receber o lodo proveniente dos sistemas de tratamento de Santa Cecília, de forma a compor um programa de gestão associada (PGA) dos sistemas de esgotos sanitários dos dois municípios (Figura 29), além da já discutida e possível PGA entre os municípios de Ponte Alta e Curitiba e entre os municípios de Frei Rogério e Curitiba. Por questões de planejamento e proximidade para administração em termos de elaboração de um PGA, a opção envolvendo a ETE de Curitiba seria a opção mais adequada para o município de Santa Cecília.

Figura 29 – Modelo de programas de gestão associada envolvendo a ETE de Curitiba e os potenciais sistemas individuais nos municípios de Ponte Alta, Frei Rogério e Santa Cecília.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A Figura 30 apresenta a ETE de Curitiba, operada pela CASAN. Este sistema já foi considerado anteriormente para a disposição do lodo resultante da limpeza dos sistemas individuais do município de Ponte Alta e Frei Rogério. Especificamente, o sistema é constituído por tratamento biológico do tipo aeróbio, com aeração induzida por discos giratórios contendo membranas perfuradas, e sedimentador secundário. É previsto ainda o tratamento terciário de uma parcela do esgoto tratado, utilizando a tecnologia de coagulação e floculação com policloreto de alumínio (PAC), seguida de sedimentação e desinfecção com cloro gás, para posterior reuso da água. O lodo obtido no processo, será desaguado em um adensador e desidratado em uma centrífuga. Existe ainda um leito de secagem, para eventual substituição da centrífuga quando da manutenção desta. O sistema foi projetado para uma vazão de 100 L/s.

Figura 30 – ETE de Curitibaanos. a) reator aeróbio (direita) e sedimentador secundário (esquerda), b) sistema de aeração por discos e membrana perfurada, c) reservatório para o esgoto tratado por processo terciário, d) leito de secagem, e) adensador e f) centrífuga.



Fonte: Relatório Tratasan de Ponte Alta (2020).

Com base nos dados apresentados anteriormente, o volume de lodo que deverá ser coletado nas zonas urbana e rural da cidade de Santa Cecília, para o ano 2044, e transportado para a ETE de Curitibaanos, pelo caminhão limpa fossa, será de  $1.861 \text{ m}^3$  por ano ( $5,1 \text{ m}^3/\text{d}$ ). Multiplicando a concentração de matéria orgânica no lodo que é de  $6 \text{ kg}/\text{m}^3$  (JORDÃO; PESSÔA, 2005) pelo volume de lodo coletado e dividindo o resultado pelo volume do reator de lodos ativados da cidade de Curitibaanos ( $3780 \text{ m}^3$ ), obtêm-se uma carga orgânica volumétrica (COV) de  $0,008 \text{ kg}/\text{m}^3.\text{d}$ . Somando a COV gerada pelo lodo proveniente da cidade de Santa Cecília, com a COV do lodo oriundo da cidade de Ponte Alta ( $0,002 \text{ kg}/\text{m}^3.\text{d}$ ) e com a COV do lodo proveniente da cidade de Frei Rogério ( $0,001 \text{ kg}/\text{m}^3.\text{d}$ ) será obtido o valor de  $0,011 \text{ kg}/\text{m}^3.\text{d}$ . Um reator de lodos ativados pode receber uma carga orgânica volumétrica de até  $3 \text{ kg}/\text{m}^3.\text{d}$  (JORDÃO; PESSÔA, 2005), muito acima da carga orgânica volumétrica gerada pelo lodo coletado nas fossas da cidade de Ponte Alta, Frei Rogério e Santa Cecília juntos. Portanto, o lodo das fossas instaladas nas zonas urbana e rural de Ponte Alta, de Frei Rogério e de Santa Cecília podem ser enviados a estação de tratamento de efluentes da cidade de Curitibaanos sem causar prejuízos ao tratamento biológico.

Pode ser previsto, a médio e longo prazo, a implementação de rede coletora no município para o recebimento do esgoto de forma condominial (alternativa 03) ou coletiva (alternativa 04) com tratamento em estação centralizada de tratamento de efluentes. Neste caso, recomenda-se considerar a tecnologia de *wetlands* construídos devido à várias características, principalmente pela robustez do sistema, dispensando mão-de-obra qualificada para sua operação, o qual poderia ser uma limitação para o município. Além disso, outras vantagens podem ser enumeradas, entre elas:

- O tratamento do esgoto e do lodo ocorre simultaneamente, evitando custos operacionais elevados com gestão desse resíduo;
- O sistema possibilita variações de cargas hidráulicas e orgânicas, sem comprometer a eficiência do tratamento;
- O sistema não necessita, necessariamente, de sistemas de bombeamento, ou aeração mecânica;
- Por ser um sistema aeróbio, está muito menos sujeito às variações climáticas e de cargas pontuais tóxicas, comparados aos sistemas anaeróbios;
- Por ser um sistema que utiliza plantas no tratamento, proporciona um viés paisagístico, com boa aceitação da comunidade;
- O lodo que é retirado do sistema após 5-10 anos, apresenta um grau de estabilidade bastante avançado, possibilitando sua utilização como fonte de insumo para agricultura, dependendo do nível de exigência para cada fim.

## **10 Custos e cobrança pelos serviços**

A seguir são apresentados quatro cenários possíveis para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário no município de Santa Cecília. Primeiramente foi considerada a possibilidade de universalização via implementação de sistemas individuais em todo o município com manutenção realizada via contratação de serviço especializado. Em um segundo cenário, a manutenção pode ser realizada e administrada pela prefeitura. No terceiro cenário, foi considerada a proposta apresentada no Plano Municipal de Saneamento Básico do município em 2015. Finalmente, o quarto cenário considera a tecnologia de *wetlands* construídos para o tratamento de esgoto da área urbana e disposição do lodo gerado nos sistemas da área rural. Cada cenário foi abordado com relação aos custos de implementação e manutenção, servindo como base para a avaliação da possibilidade de sustentabilidade do serviço de saneamento de

acordo com a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 que estabelece em seu artigo 29:

*Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:  
I - de abastecimento de água e esgotamento sanitário, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos, conjuntamente; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)*

Para a estimativa do número de sistemas na área urbana foram considerados como base os dados de projeção da população apresentados na seção 3 e o número de ligações os responsáveis pelas associações. Desta forma, foi utilizado como critério o número de ligações de água ativas informadas para o SNIS em 2021 e a projeção com base no aumento populacional dos residentes da área urbana até 2044, o qual é o horizonte de plano considerado. Além disso, com base no censo do IBGE de 2010, o município de Santa Cecília apresentou 627 famílias na área rural (IBGE, 2023). Considerando a evolução populacional na área rural, estima-se um total de 780 famílias neste setor do município até 2044. A síntese destes dados é apresentada na Tabela 22.

Tabela 22 - Estimativa de ligações em Santa Cecília até 2044.

<b>Ambiente</b>	<b>Número de ligações</b>	<b>População</b>	<b>Pessoas por ligação</b>
Urbano	4.962	17.195	3,46
Rural	780	2.599	3,33

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Conforme o levantamento realizado *in loco* na área urbana, pouco mais de 2% das unidades eram constituídas por sistemas de tanque séptico seguido de pós-tratamento em filtro anaeróbio, o qual constitui-se no sistema individual ideal. Dessa forma, definiu-se que mesmo os sistemas identificados necessitariam passar por revisão e, portanto, em um cenário conservador, foi considerado a totalidade de unidades para o orçamento. Os valores dos sistemas foram obtidos por consulta em fornecedores de material de construção na internet e

são apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 - Custos dos sistemas de tratamento individual.

Sistema	Orçamentos		
	A	B	C
Conjunto tanque séptico e filtro anaeróbio (2 x 1,1 m <sup>3</sup> )	R\$ 4.195,00	R\$ 3.482,96	R\$ 3.349,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os volumes dos tanques referem-se a unidades para o tratamento de até 6 pessoas, correspondendo aos dados majoritários obtidos no diagnóstico. Cabe destacar que este tipo de sistema se adequa aos dados de vazão per capita em torno de 150 L/hab.dia e, portanto, o sistema irá trabalhar com uma considerável folga dadas as informações acerca do consumo de água *per capita* no município (item 3). Desta forma, para a instalação de sistemas individuais de esgotamento sanitário, envolvendo a área urbana e rural, os custos irão variar entre **R\$ 19.229.958,00** e **R\$ 24.087.690,00** em função dos custos unitários mínimo e máximo para aquisição dos sistemas individuais. O custo do sumidouro não foi cotado em função da possibilidade de utilização de materiais alternativos para sua construção ou, em alguns casos, ser necessário o lançamento do efluente tratado na rede pluvial. Neste caso, em atendimento à NBR 13.969, em seu item 4.6, o efluente deverá ser clorado, sob responsabilidade do proprietário, anteriormente ao seu lançamento (ABNT, 1997).

Com relação à manutenção dos sistemas, o município de Santa Cecília não possui empresa especializada na limpeza de sistemas individuais de esgoto sanitário. Nesse sentido, o local mais próximo para oferta do serviço seria o município de Caçador, estando a aproximadamente 73 km de distância. Em consulta a empresa do setor no município de Caçador, o custo para limpeza dos sistemas é por volta de R\$ 350,00 por m<sup>3</sup>, considerando o deslocamento de Caçador até Santa Cecília. Assim, os valores envolvidos na manutenção dos sistemas podem ser resumidos na Tabela 24, considerando uma limpeza anual.

Tabela 24 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Curitibaanos.

Setor	Número de unidades	Custos
Urbano	4.962	R\$ 1.736.700,00
Rural	780	R\$ 273.000,00
Custo anual de manutenção de todas as unidades		R\$ 2.009.700,00
Custo anual por unidade		R\$ 350,00
Custo mensal por unidade		R\$ 29,17

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Em função da ausência de empresas que realizam o serviço de limpeza de sistemas de esgotos no município, o valor por unidade resultou elevado para a realidade do município. A título de comparação, a Casan de Santa Cecília cobra uma taxa fixa de disponibilização de infraestrutura no valor de R\$ 35,08, acrescido de R\$ 5,16 para cada m<sup>3</sup> de água consumido (até 10 m<sup>3</sup>) ou R\$ 14,19 (acima de 10 m<sup>3</sup>), conforme informações levantadas com o município. Desta forma, o valor estimado para a manutenção mensal do esgoto representaria aproximadamente 83% do valor cobrado pela taxa fixa para disponibilização de infraestrutura de abastecimento de água no município.

Alternativamente, o município de Curitibaanos, situado a 63 km de Santa Cecília, possui uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) com capacidade para o recebimento do lodo gerado nos potenciais sistemas individuais, que poderiam ser implementados em Santa Cecília, conforme demonstrado anteriormente. Neste sentido, um cenário alternativo para a manutenção dos sistemas individuais envolveria a aquisição de caminhões equipados com tanque contendo hidrojato e sistema de vácuo para sucção, além de tanque com volume de 5 m<sup>3</sup> para recolhimento de esgoto e 5 m<sup>3</sup> para água limpa. Como referência, a Prefeitura de Ijuí/RS, adquiriu via licitação em 2022 um caminhão com as características citadas anteriormente, no valor total de **R\$ 819.210,00** (IJUÍ, 2022), por meio do edital de licitação do tipo pregão eletrônico n°926/2022 (IJUÍ, 2022). Esse caminhão poderia ser utilizado para a manutenção dos sistemas individuais de Santa Cecília. Seria estabelecida uma colaboração entre os municípios de Curitibaanos e Santa Cecília, com a participação da ETE de Curitibaanos para a disposição do lodo dos sistemas individuais. Considerando os sistemas das áreas rural e urbana de Santa Cecília, tem-se uma projeção total para 2044 de 5.742 unidades. Considerando a limpeza de 5 sistemas por dia, a aquisição de 6 caminhões envolveria o seu uso em 192 dias no ano, sendo possível prever um período para manutenções preventivas ou corretivas dos

caminhões e/ou do equipamento durante o ano. No que pese a existência da ETE no município de Curitiba para a disposição e tratamento do lodo, as distâncias de viagem de Santa Cecília até a ETE seriam de 63 km. O serviço de limpeza poderia ser realizado e administrado pela prefeitura.

Assim, considerando um valor de referência de R\$ 4.000,00 para o pagamento mensal de um operador (salário e encargos), um custo de R\$ 3,3097 por quilômetro rodado segundo a Resolução ANTT nº 6.006/2023 (ANTT, 2023), a mensalidade do sistema informatizado de cobrança da taxa (R\$ 1.722,60), foram estimados os valores da Tabela 25 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de Santa Cecília. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio de 2,0 km na área urbana e de 17 km na área rural.

Tabela 25 - Estimativa de custos para a limpeza considerando a gestão associada entre Santa Cecília e Curitiba.

<b>Dados</b>	<b>Valores</b>
Produção anual de lodo (Toneladas)	1860,64
Número de viagens necessárias	372
Distância para disposição em Curitiba (km)	63
Distância média percorrida para coleta (km)	4,04
Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 353.321,01
Custo anual por unidade	R\$ 61,53
Custo mensal por unidade	R\$ 5,13

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O valor resultante é inferior ao estimado considerando a contratação de um serviço especializado no município de Caçador-SC, podendo ser considerada como uma alternativa potencial para implementação no município de Santa Cecília. Desta forma, a taxa mensal para a limpeza dos sistemas poderia ter como base o custo de manutenção de R\$ 5,13, acrescido do valor de R\$ 3,60 referente à aquisição do caminhão (R\$ 4.961.088,00 arrecadado em 20 anos), R\$ 4,27 referente a um fundo para execução do plano de ação a ser apresentado posteriormente, resultando em uma taxa mensal para cada ligação igual a **R\$ 13,00**. Neste caso, considera-se a participação dos munícipes de Santa Cecília, contribuindo com esse valor ao longo de 20 anos de horizonte de plano, sendo possível equilibrar o custo de aquisição do caminhão e a manutenção dos sistemas.

Comparativamente, são apresentados os valores previstos para a universalização do serviço de esgoto sanitário previsto no Plano Municipal de Saneamento Básico de Santa Cecília (SANTA CECÍLIA, 2015). Nesse caso, é sugerida a implementação de rede coletora e Estação de Tratamento de Esgoto para a área urbana do município e sistemas individuais para a área rural. Foi estimado um valor de **R\$ 35.989.862,50** em 2015. Esse valor se torna **R\$ 59.643.824,12** quando corrigido para 2023 pelo INCC - Índice Nacional de Custo de Construção. Vale destacar que não foram considerados investimentos para instalação das unidades individuais na área rural, apenas campanhas contínuas de orientação para a implementação. Essas campanhas previam em 2015 um investimento estimado de R\$ 150.000,00. Assim, conclui-se que o valor total apresentado no PMSB para a universalização do serviço de esgotamento sanitário foi aplicável apenas à área urbana. Portanto, considerando apenas a área urbana, o custo de implementação do sistema coletivo é de 2,87 a 3,59 vezes maior que o custo associado ao sistema individual. Ainda, assumindo o valor médio atual definido neste relatório para a implementação dos sistemas na área rural (R\$ 2.942.160,00), o custo total para implementação do cenário discutido neste parágrafo (**R\$ 62.585.984,12**), comparado à universalização via sistemas individuais nas áreas urbana e rural, é de 2,60 a 3,25 vezes superior.

Com relação aos custos de operação do sistema de esgotamento sanitário de Santa Cecília, não foram apresentadas previsões relacionadas a este item no PMSB. No entanto, os valores corrigidos para a atualidade nos últimos relatórios Tratasan desenvolvidos pelos autores indicaram valores mensais por volta de R\$ 10,00 por unidade em municípios com menos de 3.500 habitantes (Bocaina do Sul, Capão Alto e Frei Rogério) ou na ordem de R\$ 20,00 para municípios maiores como Campo Belo do Sul (6.889 habitantes) e São José do Cerrito (8.054 habitantes). Assim, estima-se que esse valor possa se situar entre R\$ 30,00 e 40,00 para um município com o porte de Santa Cecília, considerando a proporcionalidade dos dados observados. Assim, o custo anual de manutenção de todas as unidades poderia ser estimado entre R\$ 2.067.120,00 e R\$ 2.756.160,00. Este valor estimado encontra-se na mesma ordem de grandeza daquele estimado para a manutenção de todos os sistemas individuais no município (R\$ 2.009.700,00), considerando a limpeza feita por uma empresa terceirizada, conforme discutido no primeiro cenário apresentado.

Como último cenário, é apresentada a opção de *wetlands* construídos para o tratamento de esgotos gerados na área urbana e lodo gerado na área rural. A Tabela 26 apresenta o custo

de implantação do sistema de esgotamento sanitário para o município de Santa Cecília, considerando um sistema centralizado atendendo 80% da área urbana e sistema individual na área rural e restante da área urbana. O detalhamento dos custos é apresentado no Anexo F. A tecnologia de tratamento adotada foi o *Wetland Vertical Sistema Francês*, conforme detalhado no item 8.4. Vale destacar que, para um projeto básico, seria necessário um preciso levantamento planialtimétrico com locação das unidades de contribuição. Para o custo da rede coletora de esgoto foi considerado uma média praticada em projetos de redes coletoras no Estado de Santa Catarina para Municípios de porte semelhante ao de Santa Cecília. Após verificação de projetos, que utilizaram o SINAPI como referência, obteve um valor referencial de R\$ 420,00 por metro de rede. Dessa forma o custo da rede coletora estimado para o Município de Santa Cecília é de R\$ 15.204.000,00. Adicionalmente, para universalização do sistema de esgotamento sanitário no Município de Santa Cecília por meio desta proposta, são estimados os custos de R\$ 5.887.386,70 para implementação de três *wetland Vertical Sistema Francês* para tratamento do esgoto sanitário e do percolado do WL, e R\$ 147.687 para o *wetland* que tratará o lodo dos sistemas, resultando em um custo total estimado de R\$ 21.239.073,00.

Em termos de custos de operação, para este cenário foi considerada uma situação conservadora, envolvendo o transporte de todo o lodo para aterro sanitário, com um custo de R\$ 400,00 por tonelada, o qual inclui transporte e disposição final. Estes custos referem-se à retirada do lodo da ETE após 10 anos de operação. Em média o lodo acumula-se em torno de 2 cm por ano, chegando aos 10 anos com um lodo já estabilizado e desaguado, com potencial de ser utilizado na agricultura. Ainda, na área rural e em 20% da área urbana foram considerados os sistemas de tratamento individual baseados em tanques sépticos e filtros anaeróbios e a limpeza efetuada pela prefeitura, considerando a aquisição de dois caminhões com as características descritas anteriormente. Neste caso, seriam necessários dois caminhões para o município e o valor a ser arrecadado mensalmente dos munícipes seria R\$ 3,95 por unidade para o custeio deste veículo (R\$ 1.680.235,20 arrecadado em 20 anos, considerando os 780 sistemas da área rural e 993 sistemas na área urbana). Além disso, considerando um valor de referência de R\$ 8.000,00 para o pagamento mensal de dois operadores (salário e encargos), um custo de R\$ 3,3097 por quilômetro rodado segundo a Resolução ANTT nº 6.006/2023 (ANTT, 2023), a mensalidade do sistema informatizado de cobrança da taxa (R\$ 468,00), foram estimados os valores da Tabela 26 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de Santa Cecília considerando este cenário. Para a distância percorrida, foi

considerado um raio médio de 17 km na área rural.

Tabela 26 - Custos de implementação e manutenção considerando a tecnologia de *wetlands* construídos na área urbana.

<b>Custo de Implementação</b>	<b>Valores</b>
Implementação dos sistemas na área urbana envolvendo rede coletora, <i>wetland</i> Vertical Sistema Francês como ETE e <i>wetland</i> para o tratamento de lodo	R\$ 21.239.073,00
Sistemas individuais para a área rural e 20% da área urbana (mínimo e máximo)	R\$ 5.935.767,60 R\$ 7.435.218,00
Total para área urbana e rural (mínimo e máximo)	R\$ 27.174.840,60 R\$ 28.674.291,00
<b>Custo de Manutenção</b>	<b>Valores</b>
Custo anual de manutenção de 80% das unidades na área urbana	R\$ 132.057,60
Custo anual por unidade de 80% da área urbana	R\$ 33,27
Custo mensal por unidade de 80% da área urbana	R\$ 2,77
Custo anual de manutenção de todas as unidades na área rural e 20% na área urbana	R\$ 101.389,24
Custo anual por unidade na área rural e 20% na área urbana	R\$ 8.449,10
Custo mensal por unidade na área rural	R\$ 10,83
Custo médio mensal por unidade na área urbana e rural	R\$ 5,26

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para este último cenário, os valores estão na mesma ordem daqueles considerando a universalização somente com sistemas individuais e o valor obtido para a manutenção dos sistemas é similar ao obtido anteriormente considerando o programa de gestão associada e valorizando a ETE já construída no município de Curitiba (Tabela 25). A soma do valor base de R\$ 5,26 com a contribuição para aquisição do caminhão de R\$ 3,95 se torna R\$ 9,21. Este valor é equivalente àquele estimado na Tabela 25, de R\$ 8,73 (R\$ 5,13 + R\$ 3,60), considerando os mesmos fatores. Por outro lado, essa alternativa representa aproximadamente 1/3 do valor apresentado no plano de saneamento do município e com um valor para manutenção competitiva, podendo ser uma opção alternativa para a gestão dos sistemas de esgotos de Santa Cecília.

## 11 Plano de ação

O plano de ação apresentado a seguir detalha os objetivos, metas, prazos, investimentos, fontes de recursos e os responsáveis pela gestão das ações planejadas para a universalização do serviço de esgotamento sanitário em Santa Cecília. A elaboração deste plano foi discutida com a equipe do CISAMA, que gentilmente orientaram os autores deste relatório a considerar os aspectos mais importantes específicos para o município de Santa Cecília, dada a experiência deste consórcio na elaboração de relatórios Tratasan para municípios da região da Amures. Cabe ressaltar que a atuação do CISAMA na elaboração deste plano aconteceu a convite do município de Santa Cecília, sendo que a equipe do CISAMA contribuiu significativamente para a definição de um plano de ação adequado ao município.

Quadro 3 - Objetivo 1: adequar o município em termos legislativos e executivos sobre os sistemas individuais de tratamento de esgotos e planejar o sistema de cobranças.

<b>Meta 1.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisão da legislação municipal disciplinando o projeto, execução e operação de sistemas individuais de tratamento de esgoto.</li> <li>- Adaptar as adequações ao PMSB de Santa Cecília.</li> <li>- Cumprir o estabelecido na legislação específica do município para emissão de habite-se sanitário pela vigilância sanitária, mediante implantação do sistema individual de esgotos.</li> </ul>
<b>Prazo</b>	12 meses
<b>Investimentos</b>	-
<b>Fontes de Recursos</b>	-
<b>Responsáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secretaria Municipal de Administração.</li> <li>- Secretaria Municipal de Finanças.</li> <li>- Secretaria Municipal de Saúde.</li> <li>- Secretaria Municipal de Transportes, Obras e Serviços Urbanos.</li> <li>- Secretaria Municipal de Turismo, Lazer e Meio Ambiente.</li> <li>- Divisão de Vigilância Sanitária e Epidemiológica.</li> <li>- Procuradoria Jurídica.</li> </ul>

<b>Meta 1.2</b>	- Criação de taxa para a manutenção dos sistemas individuais de tratamento. - Elaboração de mecanismo para arrecadação via fatura da água.
<b>Prazo</b>	12 meses
<b>Responsáveis</b>	- Secretaria Municipal de Administração. - Secretaria Municipal de Finanças. - Secretaria Municipal de Saúde. - Secretaria Municipal de Transportes, Obras e Serviços Urbanos. - Procuradoria Jurídica. - ARIS. - CASAN.

<b>Meta 1.3</b>	Aquisição de sistema informatizado para emissão de taxa e impressão de fatura para as ligações.
<b>Prazo</b>	06 meses
<b>Investimentos</b>	R\$ 17.350,00
<b>Fontes de Recursos</b>	Município e Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento.
<b>Responsáveis</b>	- Secretaria Municipal de Administração. - Secretaria Municipal de Finanças. - Secretaria Municipal de Saúde. - Secretaria Municipal de Transportes, Obras e Serviços Urbanos.

<b>Meta 1.4</b>	Capacitação de agentes municipais para fiscalização do projeto (secretaria de planejamento), execução e operação (Vigilância Sanitária) dos sistemas individuais de tratamento de esgoto.
<b>Prazo</b>	03 meses
<b>Investimentos</b>	R\$ 6.000,00 (20 horas de curso, R\$ 300,00/hora)
<b>Fontes de Recursos</b>	- Fundo para Recuperação de Bens Lesados (Ministério Público de Santa Catarina). - Ministério Público de Santa Catarina. - Prefeitura Municipal de Santa Cecília.

<b>Responsáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secretaria Municipal de Administração.</li> <li>- Secretaria Municipal de Finanças.</li> <li>- Secretaria Municipal de Saúde.</li> <li>- Secretaria Municipal de Transportes, Obras e Serviços Urbanos.</li> <li>- Procuradoria Jurídica.</li> <li>- Divisão de Vigilância Sanitária e Epidemiológica.</li> </ul>
---------------------	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 4 - Objetivo 2: regularizar as edificações do município de Santa Cecília com relação aos sistemas de esgotos sanitários.

<b>Meta 2.1</b>	Instalação e/ou substituição de sistemas individuais de tratamento de esgoto em 100% da área urbana e rural, baseados em tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, dimensionados segundo critérios da ABNT.
<b>Prazo</b>	60 meses
<b>Investimentos</b>	Entre R\$ 19.229.958,00 e 24.087.690,00
<b>Fontes de Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funasa</li> <li>- Prefeitura Municipal de Santa Cecília</li> </ul>
<b>Responsáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secretaria Municipal de Administração.</li> <li>- Secretaria Municipal de Finanças.</li> <li>- Secretaria Municipal de Saúde.</li> <li>- Secretaria Municipal de Transportes, Obras e Serviços Urbanos.</li> </ul>

<b>Meta 2.2</b>	Implantação do sistema de tratamento coletivo na área urbana do município de Santa Cecília.
<b>Prazo</b>	120 meses
<b>Investimentos</b>	R\$ 62.585.984,12
<b>Fontes de Recursos</b>	Funasa
<b>Responsáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gabinete do Prefeito.</li> <li>- Secretaria Municipal de Administração.</li> <li>- Secretaria Municipal de Finanças.</li> <li>- Secretaria Municipal de Saúde.</li> </ul>

	- Secretaria Municipal de Transportes, Obras e Serviços Urbanos.
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 5 - Objetivo 3: implantar o serviço de manutenção dos sistemas individuais.

<b>Meta 3.1</b>	Celebração de contrato de programa com o município de Curitiba para a disposição de lodo na ETE municipal.
<b>Prazo</b>	12 meses
<b>Responsáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gabinete do Prefeito.</li> <li>- Secretaria Municipal de Administração.</li> <li>- Secretaria Municipal de Finanças.</li> <li>- Secretaria Municipal de Saúde.</li> <li>- Secretaria Municipal de Transportes, Obras e Serviços Urbanos.</li> <li>- Procuradoria Jurídica.</li> <li>- Prefeitura de Curitiba</li> </ul>

<b>Meta 3.2</b>	Elaboração, divulgação e realização de edital de licitação para aquisição de caminhão limpa fossa.
<b>Prazo</b>	12 meses
<b>Investimentos</b>	R\$ 4.915.260,00 para aquisição de seis caminhões e R\$ 600,00 para elaboração, divulgação e realização do edital
<b>Fontes de Recursos</b>	Funasa Fundo para Recuperação de Bens Lesados (Ministério Público de Santa Catarina)
<b>Responsáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gabinete do Prefeito.</li> <li>- Secretaria Municipal de Administração.</li> <li>- Secretaria Municipal de Finanças.</li> <li>- Secretaria Municipal de Saúde.</li> <li>- Secretaria Municipal de Transportes, Obras e Serviços Urbanos.</li> <li>- Procuradoria Jurídica.</li> <li>- Departamento de Licitações e Compras</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Quadro 6 - Objetivo 4: realizar campanhas de educação ambiental.

<b>Meta 4.1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Divulgar continuamente aos moradores a importância dos sistemas de tratamento de esgotos em termos ambientais e de saúde.</li> <li>- Realizar audiências públicas e eventos em datas estratégicas (dia da água, dia do meio ambiente) sobre saneamento básico.</li> </ul>
<b>Prazo</b>	Fluxo contínuo
<b>Investimentos</b>	R\$ 5.000,00 por ano
<b>Fontes de Recursos</b>	<p>Prefeitura Municipal de Santa Cecília</p> <p>Fundo para Recuperação dos Bens Lesados (Ministério Público de SC)</p>
<b>Responsáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Desporto</li> <li>- CASAN</li> <li>- ARIS</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

## 12 Considerações finais

O diagnóstico realizado no município de Santa Cecília identificou que a maioria das residências não possui sistema de esgotamento sanitário adequado e o número estimado pode conter vício na origem devido às respostas dadas pelos entrevistados. No que pese a instalação e manutenção de sistemas individuais, a necessidade de contratação de serviço em outro município acaba onerando os custos, tornando impraticável para os munícipes custearem esse serviço. Neste sentido, a alternativa baseada na gestão associada, com serviço de limpeza administrado pelo poder público apresenta-se como uma alternativa mais acessível à realidade socioeconômica de Santa Cecília.

Considerando um cenário de médio e longo prazo, conforme já previsto no Plano Municipal de Saneamento Básico, deve ser construído um sistema coletivo para a área urbana, constituído de rede coletora e estação de tratamento de efluentes. Ainda, com relação à alternativa baseada em sistema de *wetlands* construídos para o tratamento de esgoto bruto e de lodo de TS, estes também apresentam grandes potenciais para gestão do saneamento na dimensão do Esgotamento Sanitário. Uma questão que sempre vem à tona, quando se pensa em utilizar tecnologias naturais para o tratamento de esgotos, como os *wetlands* construídos, é sua viabilidade técnica e econômica, comparados a um sistema convencional. Em primeira mão esses sistemas podem não ser tão competitivos quando visto apenas pelos custos iniciais de implantação, pois requerem uma grande área, tanques de grandes dimensões, materiais filtrantes, podendo implicar em custos iniciais não tão competitivos. Entretanto, quando se faz uma análise mais ampla, essas unidades passam a apresentar algumas vantagens, em relação aos sistemas convencionais, que acabam sendo viabilizadas em diferentes realidades. Neste relatório foi demonstrado que a universalização do serviço de esgotamento sanitário utilizando a ecotecnologia de *wetlands* é bastante competitiva em termos de custo de implementação e operação, sendo uma alternativa interessante para o município de Santa Cecília.

### 13 Referências

- ABNT. **ABNT NBR 9649:1986 Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1986.
- \_\_\_\_\_. **ABNT NBR 7229:1993 Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1993.
- \_\_\_\_\_. **ABNT NBR 13969:1997 Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1997.
- \_\_\_\_\_. **ABNT NBR 8160:1999 Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1999.
- \_\_\_\_\_. **ABNT NBR 5626:2020 Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2020.
- ANA/SNIRH. **Corpos hídricos Superficiais e Dominalidade.** [s.d.]. Disponível em: <<https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=ef7d29c2ac754e9890d7cddb78cbaf2c>>. Acesso em: 11 abr. 2023.
- ANDRADE, C. F. **Avaliação do tratamento do lodo de caminhões limpa-fossa e do percolado em sistemas alagados construídos de escoamento vertical.** [S.l.]: Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.
- ANTT. **Resolução DC/ANTT N° 6006 DE 19/01/2023.** Brasília: [s.n.], 2023. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=441695>>.
- ARIS. **Relatório de Fiscalização RF-SAA-OP-SANTA CECILIA-001/2021.** Videira: [s.n.], 2021.
- \_\_\_\_\_. **Plano Municipal de Saneamento Básico - Estudo Populacional.** Florianópolis: [s.n.], 2022.
- ÁVILA, R. O. De. **Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte.** [S.l.]: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.
- BRASIL. **Resolução CONAMA n° 498 de 19 de Agosto de 2020.** Brasília - DF: [s.n.], 2020a.
- \_\_\_\_\_. **LEI N° 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico.** Diário Oficial da União. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm)>. Acesso em: 21 abr. 2023b.

- CALDERÓN-VALLEJO, L. F. *et al.* Performance of a system with full- and pilot-scale sludge drying reed bed units treating septic tank sludge in Brazil. **Water Science and Technology**, 1 jun. 2015. v. 71, n. 12, p. 1751–1759.
- CAMMAROTA, M. C.; FREIRE, D. M. G. A review on hydrolytic enzymes in the treatment of wastewater with high oil and grease content. **Bioresource Technology**, nov. 2006. v. 97, n. 17, p. 2195–2210.
- COSTA, C. C. Da; POPPI, L. **Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa: Fossa Séptica Biodigestora**. São Carlos: [s.n.], 2012.
- DOTRO, G. *et al.* Treatment Wetlands. **Water Intelligence Online**, 20 out. 2017. v. 16, p. 9781780408774.
- EMBRAPA. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de Santa Catarina - Folha NE e N. 2004. Disponível em: <<http://geoinfo.cnps.embrapa.br/documents/1089>>. Acesso em: 11 abr. 2023.
- GARCÍA ZUMALACARREGUI, J. A.; SPERLING, M. VON. Performance of the first stage of the French system of vertical flow constructed wetlands with only two units in parallel: influence of pulse time and instantaneous hydraulic loading rate. **Water Science and Technology**, 25 set. 2018. v. 78, n. 4, p. 848–859.
- GOOGLE. Santa Cecília - State of Santa Catarina. **Map data**, 2023. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Santa+Cec%C3%ADlia,+State+of+Santa+Catarina,+89540-000/@-26.9661514,-50.4346666,14.75z/data=!4m15!1m8!3m7!1s0x94e0c1f40a9ccd97:0xa8cca3e3b66f8067!2sSanta+Cec%C3%ADlia,+State+of+Santa+Catarina,+89540-000!3b1!8m2!3d-26.9635009!4d-50.4185761!16s%2Fm%2F043lk3g!3m5!1s0x94e0c1f40a9ccd97:0xa8cca3e3b66f8067!8m2!3d-26.9635009!4d-50.4185761!16s%2Fm%2F043lk3g?entry=tту>>. Acesso em: 8 jun. 2023.
- IBGE. Cidades@. **Brasil/Santa Catarina/Santa Cecília**, 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/santa-cecilia/panorama>>. Acesso em: 8 jun. 2023.
- IJUÍ. Edital de licitação (processo 926/2922) - pregão eletrônico 114/2022. **Licitação**, 2022. Disponível em: <<https://www.ijui.rs.gov.br/licitacao/detalhe/1922/pspan-stylecolor000000pregao-eletronicospanspan-stylecolor000000114span2022-span-stylebackground-colortransparentaquisicao-de-strongcaminhao-novostrong-zero-km-e-strongequipamento-combinado-de-hidrojateam>>. Acesso em: 16 abr. 2023.

- INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do saneamento básico**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2012.
- JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro: ABES, 2005.
- KOOTTATEP, T. *et al.* Treatment of septage in constructed wetlands in tropical climate: lessons learnt from seven years of operation. **Water Science and Technology**, 1 maio. 2005. v. 51, n. 9, p. 119–126.
- MASSOUD, M. A.; TARHINI, A.; NASR, J. A. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. **Journal of Environmental Management**, jan. 2009. v. 90, n. 1, p. 652–659.
- MENDES, A. A. *et al.* Aplicação de lipases no tratamento de águas residuárias com elevados teores de lipídeos. **Química Nova**, mar. 2005. v. 28, n. 2, p. 296–305.
- METCALF & EDDY; AECON. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.
- MOLLE, P. *et al.* **How to treat raw sewage with constructed wetlands: An overview of the French systems**. **Water Science and Technology**.  
 \_\_\_\_\_. French vertical flow constructed wetlands: A need of a better understanding of the role of the deposit layer. **Water Science and Technology**, 2014. v. 69, n. 1, p. 106–112.
- NATURALTEC. Tratamento Preliminar | Fossa e Filtro Anaeróbio. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.naturaltec.com.br/fossa-filtro/>>. Acesso em: 25 jul. 2020.
- NIELSEN, S. Sludge treatment and drying reed bed systems 20 years of experience. Liège, Belgium: [s.n.], 2008.
- NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- PRESIDENTE PRUDENTE. Lei nº 297 - Dispondo sobre: a proibição de construção de fossas negras nas zonas urbana e suburbana. 1954. Disponível em: <<http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=35>>. Acesso em: 1º abr. 2020.
- SANTA CATARINA. **RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 182, DE 06 DE AGOSTO DE 2021. Estabelece as diretrizes para os padrões de lançamento de esgotos domésticos de sistemas de tratamento públicos e privados**. Disponível em: <<https://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/legislacao-lista-categoria/14-legislacao->

por-assunto/22-saude-ambiental/262-estacoes-de-tratamento-de-esgoto.html>. Acesso em: 21 abr. 2023.

\_\_\_\_\_. **RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 189, DE 04 DE MARÇO DE 2022. Altera a Resolução CONSEMA nº 181, de 02 de agosto de 2021, que “Estabelece as diretrizes para os padrões de lançamento de efluentes” e a Resolução CONSEMA nº 182, de 06 de agosto de 2021.** Disponível em: <<https://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/consema/legislacao/resolucoes/2022-1/2147-resolucao-consema-n-189-2022-1/file>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

SANTA CECÍLIA. **Lei Complementar nº26 de 03 de Dezembro de 2010. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal, dispõe sobre as normas, fixa objetivos e diretrizes urbanísticas do Município de Santa Cecília e dá outras providências.** Disponível em: <[https://santacecilia.sc.gov.br/uploads/sites/140/2021/12/1407282\\_PARTE\\_1\\_\\_LEI\\_DO\\_PLANO.pdf](https://santacecilia.sc.gov.br/uploads/sites/140/2021/12/1407282_PARTE_1__LEI_DO_PLANO.pdf)>. Acesso em: 8 jun. 2023.

\_\_\_\_\_. **Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** Santa Cecília: [s.n.], 2015.

\_\_\_\_\_. Prefeitura de Santa Cecília. **Turismo**, [s.d.]. Disponível em: <<https://santacecilia.sc.gov.br/pagina-5676/>>. Acesso em: 8 jun. 2023a.

\_\_\_\_\_. Prefeitura de Santa Cecília. **Economia**, [s.d.]. Disponível em: <<https://santacecilia.sc.gov.br/pagina-3620/>>. Acesso em: 8 jun. 2023b.

\_\_\_\_\_. Prefeitura de Santa Cecília - Legislação Municipal. **Pesquisar Leis Municipais**, [s.d.]. Disponível em: <<https://santacecilia.sc.gov.br/pagina-35243/>>. Acesso em: 29 jul. 2023c.

\_\_\_\_\_. Prefeitura de Santa Cecília - Estrutura. **Estrutura**, [s.d.]. Disponível em: <<https://santacecilia.sc.gov.br/estrutura/>>. Acesso em: 29 jul. 2023d.

SEZERINO, P. H. *et al.* **Wetlands construídos como ecotecnologia para o tratamento de águas residuárias: Experiências brasileiras.** [S.l.]: Brazil Publishing, 2021.

SNIS. **Série Histórica.** Brasília: [s.n.], 2023. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 29 jul. 2023.

SOUZA, D. H.; SCHROEDER, A.; SKORONSKI, E. Upflow anaerobic sludge blanket reactor and biofilter in polyethylene as an alternative of decentralized wastewater treatment in municipality of Rio Rufino – SC. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, 27 jun. 2019. v. 23, p. 11.

SPERLING, M. VON. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: [s.n.], 2014. V. 1.

\_\_\_\_\_; SEZERINO, P. H. **DIMENSIONAMENTO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS NO BRASIL. DOCUMENTO DE CONSENSO ENTRE PESQUISADORES E PRATICANTES**. Florianópolis: [s.n.], 2018.

SUNTTI, C. **Desaguamento de lodo de tanque séptico em filtros plantados com macrófitas**. [S.l.]: Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

TSUTIYA, M.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 3. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011.

UGGETTI, E. *et al.* Sludge treatment wetlands: A review on the state of the art. **Bioresource Technology**, maio. 2010. v. 101, n. 9, p. 2905–2912.

## **14 Anexos**

Anexo A - Questionário Elaborado pela ARIS e adaptado para aplicação em campo para as informações do município.

Anexo B - Questionário aplicado à prefeitura municipal.

Anexo C – Instruções apresentadas às Agentes Comunitárias de Saúde.

Anexo D – Formulário físico apresentado para a obtenção dos dados.

Anexo E – Planilha de estimativa de custos do WL considerando tanques impermeabilizados com geomembrana

Anexo F – Planilha de estimativa de custos do WVSF

Anexo G - Modelos de sistemas individuais de tratamento.

Anexo H - Convênio de cooperação técnica entre a ARIS e o município de Santa Cecília - SC.

Anexo A - Questionário Elaborado pela ARIS e adaptado para aplicação em campo para as informações do município.

---

### SISTEMAS INDIVIDUAIS

---

#### PERFIL DA EDIFICAÇÃO

RESIDÊNCIAL	
COMERCIAL	
MISTA	
PÚBLICO	
INDUSTRIAL	

#### OBSERVAÇÕES DA EDIFICAÇÃO

ENDEREÇO	
NÚMERO	
COMPLEMENTO	
BAIRRO	
QUADRA	
LOTE	
CEP	
MUNICÍPIO	

#### OUTRAS INFORMAÇÕES

NÚMERO DE PESSOAS NA EDIFICAÇÃO:	
NRO. MÁXIMO PESSOAS NA EDIFICAÇÃO:	
NRO. DE QUARTOS: (NA CASA, APARTAMENTO)	
NRO. DE QUARTOS: (HOTEL)	
SISTEMA DE TRATAMENTO É INDIVIDUAL?	( ) sim ( ) não
SE APLICÁVEL: A FOSSA É EM CONJUNTO COM OUTRA RESIDÊNCIA/COMÉRCIO, OU É SISTEMA COLETIVO COM REDE PÚBLICA DE ESGOTO: ( ) sim ( ) não	

#### OBSERVAÇÕES DO SISTEMA:

#### COORDENADAS (WGS84)

LATITUDE	
LONGITUDE	
ALTITUDE	

#### QUESTÕES

POSSUI CAIXA DE GORDURA?	
POSSUI FOSSA NEGRA?	
POSSUI TANQUE SÉPTICO?	( ) sim ( ) não
POSSUI FILTRO ANAERÓBIO?	( ) sim ( ) não

POSSUI SUMIDORO?	( ) sim	( ) não
POSSUI FILTRO VALA DE FILTRAÇÃO?	( ) sim	( ) não
POSSUI FILTRO VALA DE INFILTRAÇÃO?	( ) sim	( ) não
POSSUI TANQUE COM CLORADOR?	( ) sim	( ) não
POSSUI TUBULAÇÃO DE DRENAGEM NA RUA EM FRENTE A EDIFICAÇÃO?	( ) sim	( ) não
POSSUI LIGAÇÃO NA DRENAGEM PLUVIAL?	( ) sim	( ) não
HÁ QUANTOS ANOS ESTÁ CONSTRUÍDO O SISTEMA DE ESGOTO?		
É FEITA A LIMPEZA PERIÓDICA?	( ) sim	( ) não
QUAL A FREQUÊNCIA?		
ANO DA ÚLTIMA LIMPEZA?		
HÁ ACESSO PARA A FOSSA OU SISTEMA DE TRAMENTO DE ESGOTO?	( ) sim	( ) não
HÁ TUBO PARA SUÇÃO OU TAMPA DE INSPEÇÃO PARA FAZER A LIMPEZA DA FOSSA/SISTEMA DE TRAMENTO DE ESGOTO?	( ) sim	( ) não
A FOSSA JÁ APRESENTOU PROBLEMAS DE ENTUPIMENTO OU VAZAMENTO?	( ) sim	( ) não
EXISTE POÇO DE ÁGUA PRÓXIMO?	( ) sim	( ) não
QUAL A DISTÂNCIA APROXIMADA DO POÇO?		
EXISTE RIO OU AÇUDE PRÓXIMO?	( ) sim	( ) não
QUAL A DISTÂNCIA DO RIO OU AÇUDE?		
TEM ESPAÇO NO TERRENO PARA CONSTRUIR TRATAMENTO DE ESGOTO INDIVIDUAL?	( ) sim	( ) não
POSSUI CAIXA DE ÁGUA?	( ) sim	( ) não
QUANTOS LITROS?		

Anexo B - Questionário aplicado à prefeitura municipal.

<b>DADOS MUNICIPAIS</b>	
<b>DADOS ADMINISTRATIVOS</b>	
<b>MUNICÍPIO</b>	
HÁ LEGISLAÇÃO QUE ESTABELECE OS PROCEDIMENTOS PARA INSTALAÇÃO DE PROJETOS HIDROSSANITÁRIO NOS TERMOS DAS NBRs 13969/97 E 7229/93	
HÁ FISCALIZAÇÃO DO PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTO	
QUAL ÓRGÃO?	
HÁ FISCALIZAÇÃO DO EXECUÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTO	
QUAL ÓRGÃO?	
HÁ FISCALIZAÇÃO DO OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTO	
QUAL ÓRGÃO?	
HÁ EMISSÃO DE ALVARÁ DE CONSTRUÇÃO?	
HÁ EMISSÃO DE HABITE-SE SANITÁRIO?	
NA AUSÊNCIA DE NORMAS, DESCREVER O PROCEDIMENTO ADOTADO PELO MUNICÍPIO PARA APROVAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ESGOTO	
EXISTE SISTEMA DE LIMPEZA DOS SISTEMAS INDIVIDUAIS DE TRATAMENTO?	
QUEM?	