

Projeto TRATAS N

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/I/2018

ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL Diagnóstico de situação e proposição de alternativas

São José do Cerrito - Santa Catarina



Outubro de 2020

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/2018

ORGANIZAÇÃO

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DO CERRITO

Arno Tadeu Marian Prefeito Municipal

Moacir Ortiz Vice-Prefeito Municipal

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO

Adir Faccio Diretor Geral

Antoninho Luiz Baldissera Diretor de Regulação

Daniel Fontana Coordenador de Normatização

Willian Jucelio Goetten Coordenador de Fiscalização

EXECUÇÃO

Prof. Everton Skoronski

Departamento de Engenharia Ambiental
e Sanitária – CAV/UDESC

Prof^a. Viviane Trevisan

Departamento de Engenharia Ambiental
e Sanitária – CAV/UDESC

Prof. Eduardo Bello Rodrigues

Departamento de Engenharia Ambiental
e Sanitária – CAV/UDESC

Alunos de Graduação e Mestrado

Departamento de Engenharia Ambiental
e Sanitária – CAV/UDESC

Equipe Técnica Municipal

Neuri Rodrigues

Secretário de Saúde

Marciel Matuszewski

Secretário de Administração e
Planejamento

Ana Maria Marcon dos Santos

Secretária de Educação, Cultura e
Desporto

Fabricio Reichert

Secretário de Gabinete

Augusto Ademar Borges

Secretário de Produção Rural e
Abastecimento, e Obras e Rodovias

Deize Aparecida Correa Pinheiro

Secretária de Assistência Social

Selênio Sartori

Diretor Executivo do CISAMA

Katynara Goedert

Coordenadora de Projetos de
Saneamento Básico do CISAMA

Arno Tadeu Marian

Prefeito de São José do Cerrito

Moacir Ortiz

Vice-Prefeito de São José do Cerrito

Sumário

1	Apresentação	9
2	Aspectos gerais e socioambientais do município	10
3	Características físicas	12
3.1	Solo	12
3.2	Hidrologia	14
3.3	Uso e ocupação do solo	16
4	Estudo populacional	18
5	Cenário atual do saneamento básico.....	22
5.1	Sistema de abastecimento de água.....	22
5.2	Esgotamento sanitário.....	23
5.3	Drenagem e manejo de águas pluviais.....	24
6	Projeção da geração de lodo e esgoto.....	24
6.1	Esgoto na área urbana	24
6.2	Lodo na área urbana.....	26
6.3	Esgoto na área rural	27
6.4	Lodo na área rural	28
7	Diagnóstico.....	28
7.1	Informações do município sobre a gestão do sistema de esgotos sanitários....	28
7.2	Sistemas individuais na área urbana	29
7.2.1	Metodologia de aplicação dos questionários	29
7.2.2	Tratamento de dados.....	29
7.3	Resultados obtidos	30
7.3.1	Diagnóstico e análise	30
8	Legislação.....	42
9	Soluções para o tratamento de esgoto sanitário.....	43
9.1	Tanques sépticos	43
9.1.1	Dimensionamento do tanque séptico.....	45

9.1.2	Limpeza dos tanques sépticos	45
9.2	Filtro anaeróbio	46
9.2.1	Dimensionamento do filtro anaeróbio	47
9.3	Estudo de caso envolvendo a aplicação de tanque séptico e filtro anaeróbio..	48
9.4	Alternativa baseada no sistema de <i>wetlands</i>	49
9.4.1	Tratamento de esgoto bruto por meio de <i>wetland</i> vertical Sistema Francês	49
9.4.2	Tratamento de lodos através de sistemas <i>wetlands</i> construídos	52
9.4.3	Dimensionamento das unidades <i>wetlands</i> para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do esgoto bruto doméstico	54
9.4.4	Dimensionamento do <i>wetland</i> construído para tratamento de lodo de tanque séptico	55
9.5	Alternativas de disposição do esgoto tratado	56
9.6	Edificações sem espaço útil	56
10	Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em São José do Cerrito ...	57
11	Custos e cobrança pelos serviços	63
12	Plano de ação	70
13	Considerações finais	75
14	Referências	76
15	Anexos	80

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Distribuição da população no território municipal.....	12
Tabela 2 - Evolução da população de São José do Cerrito entre os anos de 1996 e 2019.	18
Tabela 3 - Projeção da população urbana de São José do Cerrito para o período de 2020- 2041, utilizando vários modelos.....	19
Tabela 4 - Projeção da população no município de São José do Cerrito.	20
Tabela 5 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área urbana de São José do Cerrito.	25
Tabela 6 - Projeção de produção de lodo na área urbana de São José do Cerrito.	26
Tabela 7 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área rural de São José do Cerrito.	28
Tabela 8 - Projeção de produção de lodo na área rural de São José do Cerrito.	28
Tabela 9 - Referências de taxas de sólidos aplicados em <i>wetlands</i>	53
Tabela 10 - Parâmetros de dimensionamento para tratamento de lodo de TS.	55
Tabela 11 - Custos dos sistemas de tratamento individual.....	65
Tabela 12 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Lages.	65
Tabela 13 - Estimativa de custos para a limpeza considerando administração consorciada entre São José do Cerrito e Capão Alto.....	67
Tabela 14 - Custos para a implementação e operação de sistema coletivo de esgoto na área urbana e individual na área rural. Nos cenários são previstos custos para um horizonte de 20 anos.	68
Tabela 15 - Custos de implementação e manutenção considerando a tecnologia de <i>wetlands</i> construídos na área urbana.	70

Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa de localização do município de São José do Cerrito.	11
Figura 2 - Tipos de solos do Brasil.....	12
Figura 3 - Geologia de Santa Catarina.....	13
Figura 4 - Mapa de localização de RH4.	15
Figura 5 - Hidrologia da bacia hidrográfica do Rio Canoas.....	16
Figura 6 - Mapa do zoneamento do município de São José do Cerrito.....	17
Figura 7 - Inventário florístico-florestal de SC.	18
Figura 8 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de São José do Cerrito.....	20
Figura 9- Dados da população total de São José do Cerrito entre 1996 e 2019 e evolução populacional entre 2020 e 2041.....	21
Figura 10 - Localização georreferenciada da ETA de São José do Cerrito.....	23
Figura 11 - Categoria de edificações em São José do Cerrito.	30
Figura 12 - Número de pessoas por edificação.	31
Figura 13 - Número máximo de pessoas por edificação.	32
Figura 14 - Destinação do efluente.....	33
Figura 15 - Sistema de tratamento pré-fabricado em residência.	34
Figura 16 - Sistema TS + FS + S em residência do município.....	34
Figura 17 - Mapa de localização do Rio Antunes	35
Figura 18 - Lançamento do esgoto <i>in natura</i> no Rio Antunes.	36
Figura 19 - Vala construída em terreno para o despejo do esgoto bruto.	37
Figura 20 - Idade do sistema de tratamento.....	38
Figura 21 - Tubulação de inspeção em residência do município.	39
Figura 22 - Rede pluvial a céu aberto.....	40
Figura 23 - Rede pluvial a céu aberto.....	40
Figura 24 - Sistema coletivo no bairro Don Daniel.....	41
Figura 25 - Tanque séptico.	44
Figura 26 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.	46
Figura 27 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbio.	48
Figura 28 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.....	50
Figura 29 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.....	51
Figura 30 - Perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio do Sistema Francês..	52

Figura 31 - <i>Wetland</i> vertical para tratamento de lodo.	54
Figura 32 - Concepção padrão a ser adotada na proposta.	55
Figura 33 - Proposta de programa de gestão associada de sistemas de esgoto sanitário na área urbana para os municípios de São José do Cerrito e Capão Alto (PGA acesso Leste) e também o envolvimento de Campo Belo do Sul e Cerro Negro (PGA acesso Oeste). A área rural pode ser contemplada com sistemas individuais de todos os municípios.	62

Lista de Quadros

Quadro 1 - Características dos filtros anaeróbios de diferentes sentidos de fluxo.....	46
Quadro 2 - Objetivo 1: adequar o município em termos legislativos e executivos sobre os sistemas individuais de tratamento de esgotos e planejar o sistema de cobranças.....	71
Quadro 3 - Objetivo 2: regularizar as edificações do município de São José do Cerrito com relação aos sistemas de esgotos sanitários.....	72
Quadro 4 - Objetivo 3: implantar o serviço de manutenção dos sistemas individuais...	73
Quadro 5 - Objetivo 4: realizar campanhas de educação ambiental.....	74

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 São José do Cerrito, 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 consorciada 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 Serra Catarinense.

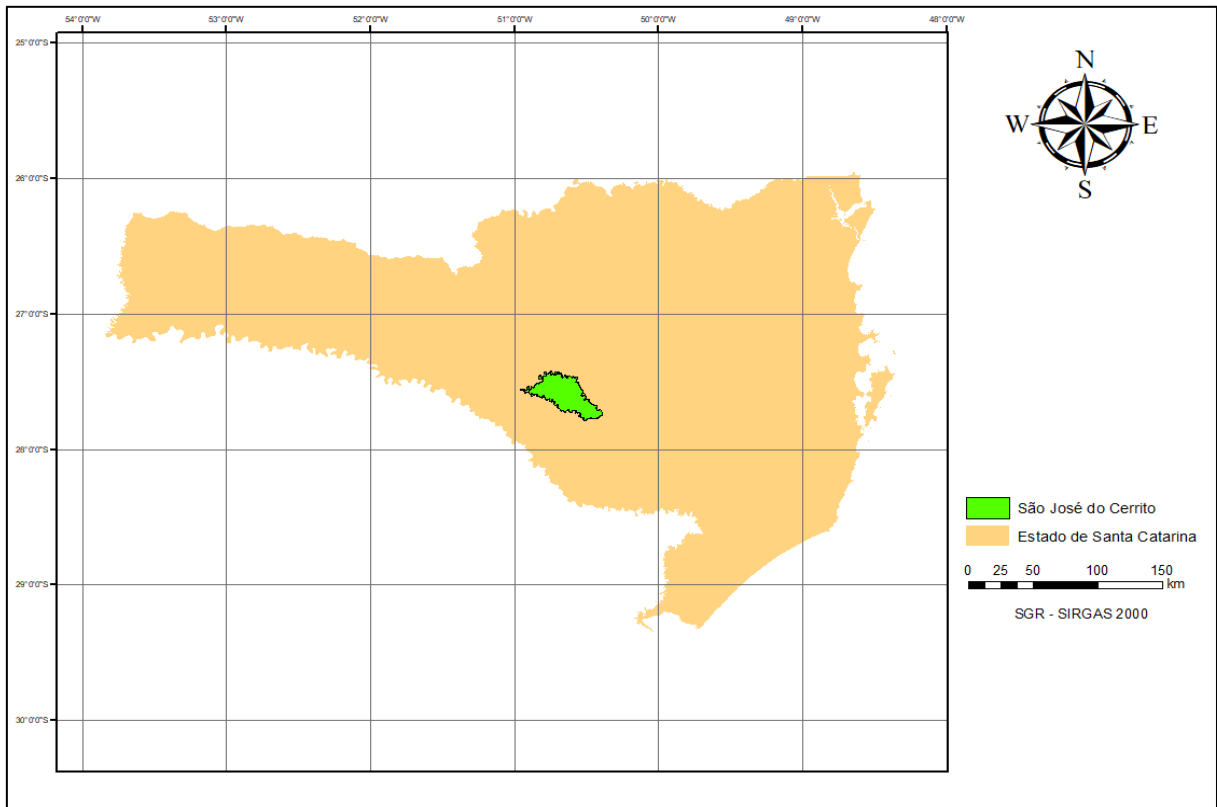
2 Aspectos gerais e socioambientais do município

O município de São José do Cerrito-SC está localizado na região da Serra Catarinense e pertence a AMURES – Associação de Municípios da Região Serrana. Ocupa uma área de aproximadamente 949 km² e possui uma altitude de 879 metros acima do nível do mar. Com uma Latitude de 27°39'00''S e Longitude de 50°34'00''W, o principal acesso ao município é pela BR-282 ou pela SC-120. O aeroporto mais próximo se encontra a cerca de 44 km, no município de Lages-SC (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 2020).

Situado a uma distância aproximada de 265 km da capital Florianópolis, São José do Cerrito tem como municípios limítrofes Correia Pinto, Lages, Campo Belo do Sul, Cerro Negro, Abdon Batista, Vargem, Brunópolis e Curitibanos (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 2020). Possui características de clima mesotérmico brando super úmido temperado, sem estações secas, com temperaturas médias que variam entre 10 e 15°C (IBGE, 2002) e a precipitação pluviométrica

total anual em 2019 variou de 1.200 mm a 1.400 mm (INMET, 2019). A Figura 1 apresenta um mapa de localização do município no estado de Santa Catarina.

Figura 1 - Mapa de localização do município de São José do Cerrito.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A população de São José do Cerrito foi estimada em 8.173 habitantes em 2020, com uma densidade demográfica estimada em 9,81 hab/km² e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,636 (IBGE, 2020).

O Produto Interno Bruto (PIB) per capita é de R\$ 26.541,76, sendo que 40,6% da população possui rendimento nominal mensal per capita de até meio salário mínimo, e a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade é de 96,8% no município (IBGE, 2020). A economia é baseada no turismo e principalmente em atividades agropecuárias, com destaque para a produção de soja, milho e feijão, sendo São José do Cerrito um dos maiores produtores de feijão do estado (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 2011).

A Tabela 1 apresenta a distribuição da população e domicílios do município de São José do Cerrito, segundo censo demográfico de 2010 (IBGE, 2020).

Tabela 1 - Distribuição da população no território municipal.

Dados	Unidade	Valor
População urbana	Habitantes	2.492
População rural	Habitantes	6.781
Domicílio da área urbana	Residências	763
Domicílio na área rural	Residências	2.163
Taxa de ocupação	Habitantes/domicílio	3,15

Fonte: Adaptado de (IBGE, 2020).

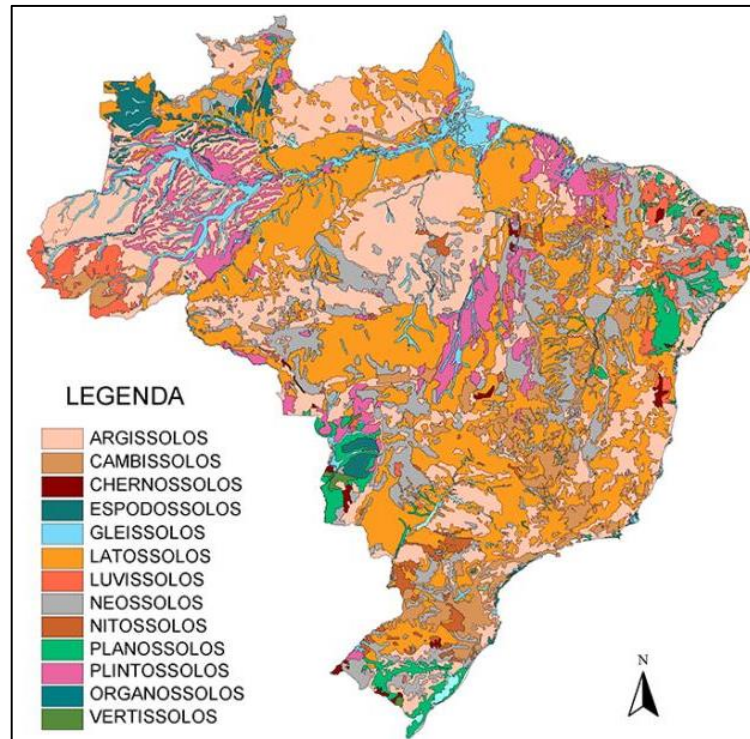
3 Características físicas

3.1 Solo

A região onde se encontra o município de São José do Cerrito pertence a formação Serra Geral, que resulta de derrames constituídos predominantemente por basaltos e basalto-andesitos. Esta formação cobre a região com consecutivos lençóis de lavas, formando rochas de composição básica até rochas de elevado teor de sílica e baixos teores de ferro e magnésio, quase que em sua totalidade (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 2011).

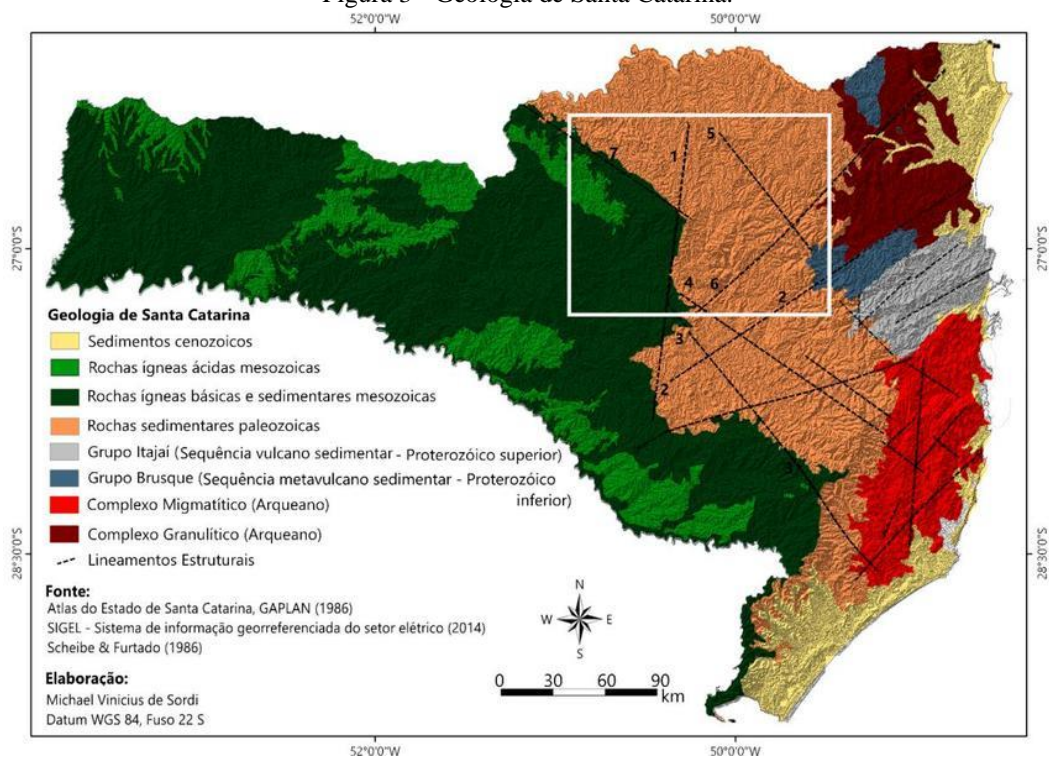
Há três tipos de solos que predominam no município: Cambissolo, Neossolo e Nitossolo. Inserido no Planalto dos Campos Gerais, São José do Cerrito apresenta terras mais altas do que o entorno, morros, colinas e planícies. Seu território está inteiramente inserido na Região Hidrográfica Planalto de Lages (RH4) (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 2011). Quanto ao tipo de rocha predominante na região, encontram-se as ígneas básicas e sedimentares mesozoicas (SORDI; SALGADO; PAISANI, 2016). A Figura 2 apresenta o mapa referente ao estudo dos tipos de solos do Brasil (SANTOS *et al.*, 2018) e a Figura 3 exibe o mapa referente aos tipos de rochas em SC (SORDI; SALGADO; PAISANI, 2016).

Figura 2 - Tipos de solos do Brasil.



Fonte: (SANTOS *et al.*, 2018).

Figura 3 - Geologia de Santa Catarina.



Fonte: (SORDI; SALGADO; PAISANI, 2016).

Os Cambissolos são caracterizados por elevada fertilidade natural e ampla variação em

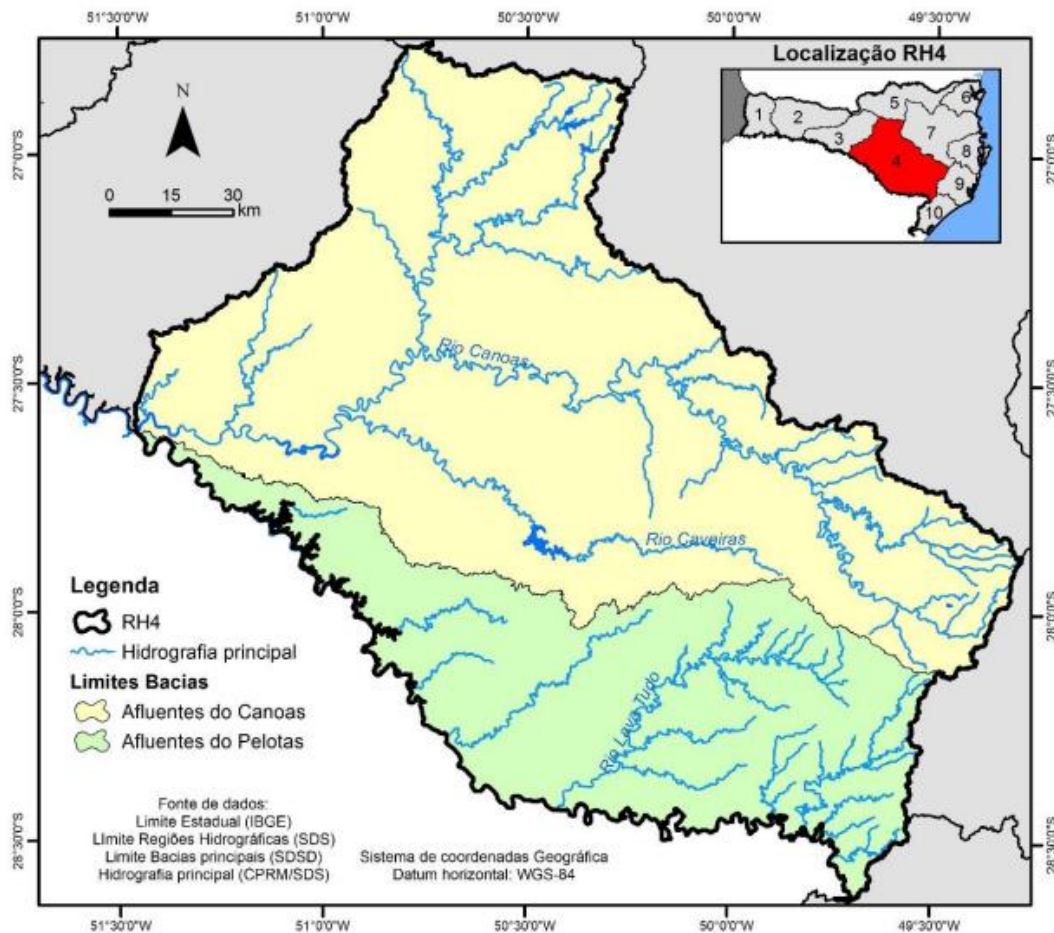
sua composição química e granulométrica. Ocupam cerca de 2,5% da área do país, sendo particularmente importantes pelos elevados teores de matéria orgânica e conteúdo de alumínio extraível. Os Nitossolos apresentam textura argilosa ou muito argilosa, com pouco incremento de argila em profundidade e com estrutura em blocos ou prismas. São normalmente profundos, bem drenados, estruturados, moderadamente ácidos e de fertilidade natural muito variável. Predominam nos estados do sul do Brasil. Já os Neossolos são solos jovens, constituídos por material mineral ou orgânico com menos de 20 cm de espessura. Ocorrem aproximadamente em 15% do território brasileiro (SANTOS *et al.*, 2018).

O município de São José do Cerrito apresenta, prioritariamente, um solo do tipo Cambissolo álico a húmico, textura argilosa. De acordo com a análise física e química realizadas em amostras retiradas do horizonte A e horizonte B textural, a composição granulométrica do solo é bastante equalizada. A porção argila representa 42% e 46%, respectivamente, enquanto a porção areia representa 47% e 44%, respectivamente. (EMBRAPA, 2004).

3.2 Hidrologia

A Região Hidrográfica do Planalto de Lages, conhecida como RH4, abrange a área da bacia hidrográfica dos afluentes do Rio Canoas e a bacia hidrográfica dos afluentes do Rio Pelotas. Juntas, abrangem 32 municípios, possuindo uma área total de aproximadamente 22.248 km² e um perímetro de 1.530 km, constituindo, deste modo, a região hidrográfica de maior extensão do estado de Santa Catarina, como mostra a Figura 4, referente ao mapa de localização de RH4 (SDS, 2017).

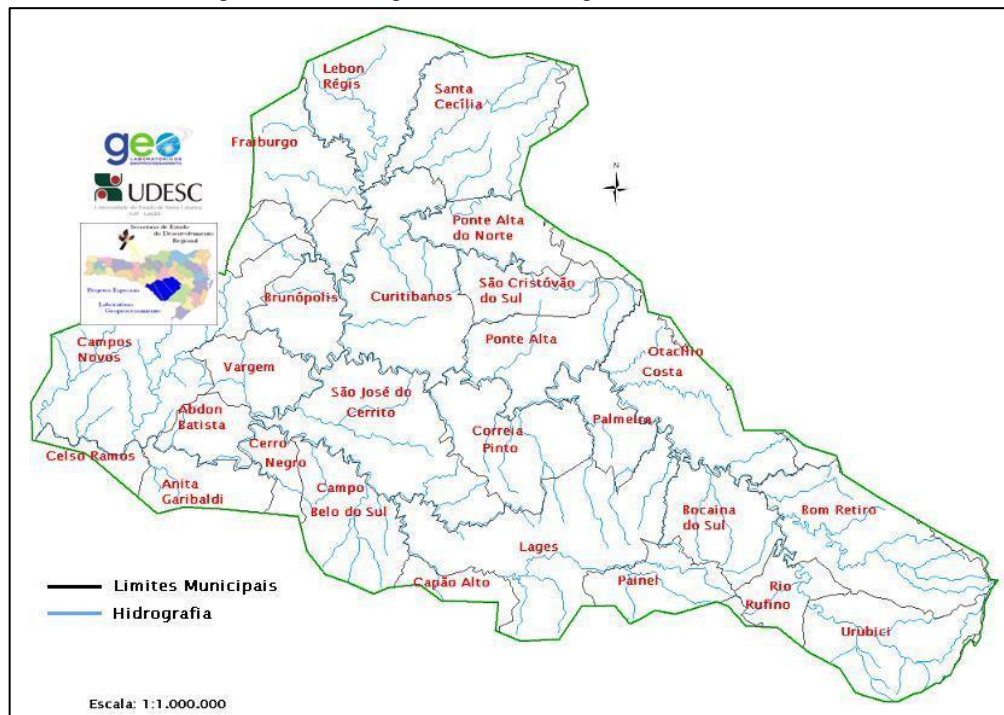
Figura 4 - Mapa de localização de RH4.



Fonte: (SDS, 2017).

O município de São José do Cerrito é abrangido pela Bacia Hidrográfica (BH) do Rio Canoas, que possui uma área total de 14.907 km² e um perímetro de 1.250 km, ocupando cerca de 67% de RH4 e compreendendo a área total ou parcial de 30 municípios. O rio Canoas possui suas nascentes no município de Urubici e sua foz em Celso Ramos, na junção com o Rio Pelotas, originando-se o Rio Uruguai. Possui como principais afluentes o Rio Caveiras, na margem esquerda, e os Rios Correntes, na margem direita. O comprimento total dos cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Canoas corresponde a 33.850 km, sendo classificados como muito sinuosos (SDS, 2017). O mapa da Figura 5 exhibe a localização da BH do Rio Canoas e os municípios compreendidos por ela, incluindo São José do Cerrito.

Figura 5 - Hidrologia da bacia hidrográfica do Rio Canoas.



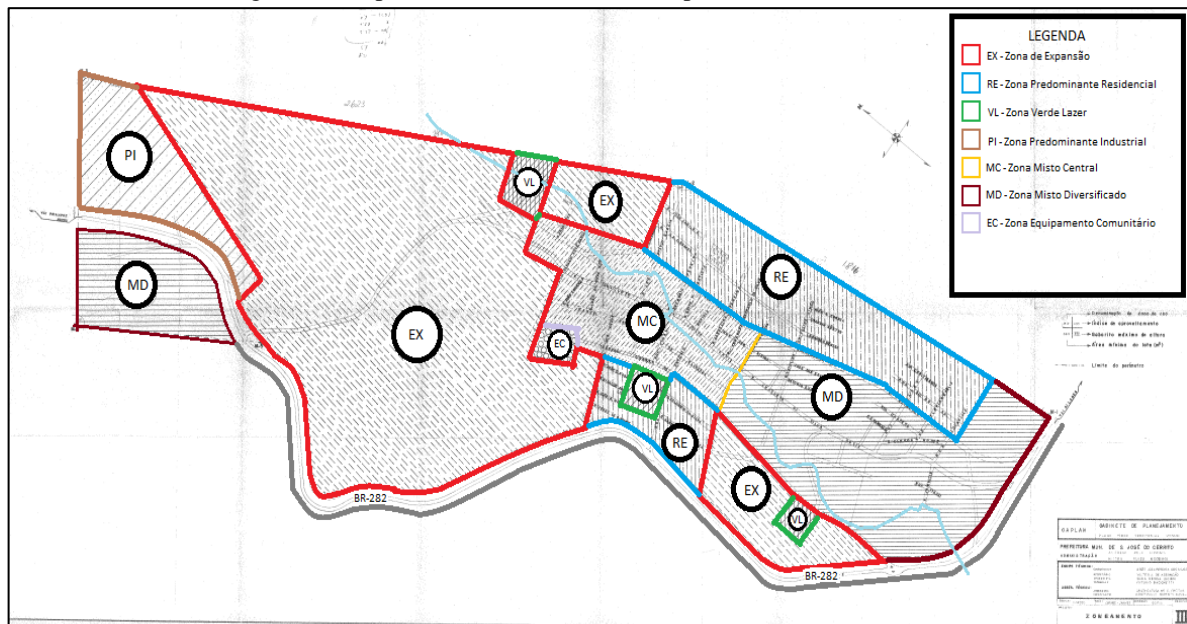
Fonte: (SDS, [s.d.]).

Os rios limítrofes de São José do Cerrito são o Rio Caveiras, separando parcialmente Lages e Campo Belo do Sul, e o Rio Canoas, separando Campos Novos e Curitibanos. Os principais cursos de água que drenam o município são: Rio Lajeado Refuga Baiano (conhecido no município como Rio Antunes), onde quase a totalidade do perímetro urbano se encontra em suas margens, e rio Lajeado da Taipa (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 2011).

3.3 Uso e ocupação do solo

A Lei nº 003 de 09 de junho de 1987 instituiu o Plano Físico Territorial Urbano do Município de São José do Cerrito (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 1987c). O Zoneamento, de acordo com o determinado por essa lei, é a divisão do município em zonas com um uso adequado, respeitando a destinação para devida ocupação e uso do solo urbano. A área urbana do Município de São José do Cerrito fica dividida da seguinte maneira: Misto Central (MC); Exclusiva Residencial (RE); Misto Diversificado (MD); Predominante Industrial (PI); Verde Lazer (VL); Equipamento Comunitário (EC); de Preservação Limitada (PL); e de Expansão (EX). A Figura 6 mostra o mapa de zoneamento do município.

Figura 6 - Mapa do zoneamento do município de São José do Cerrito.

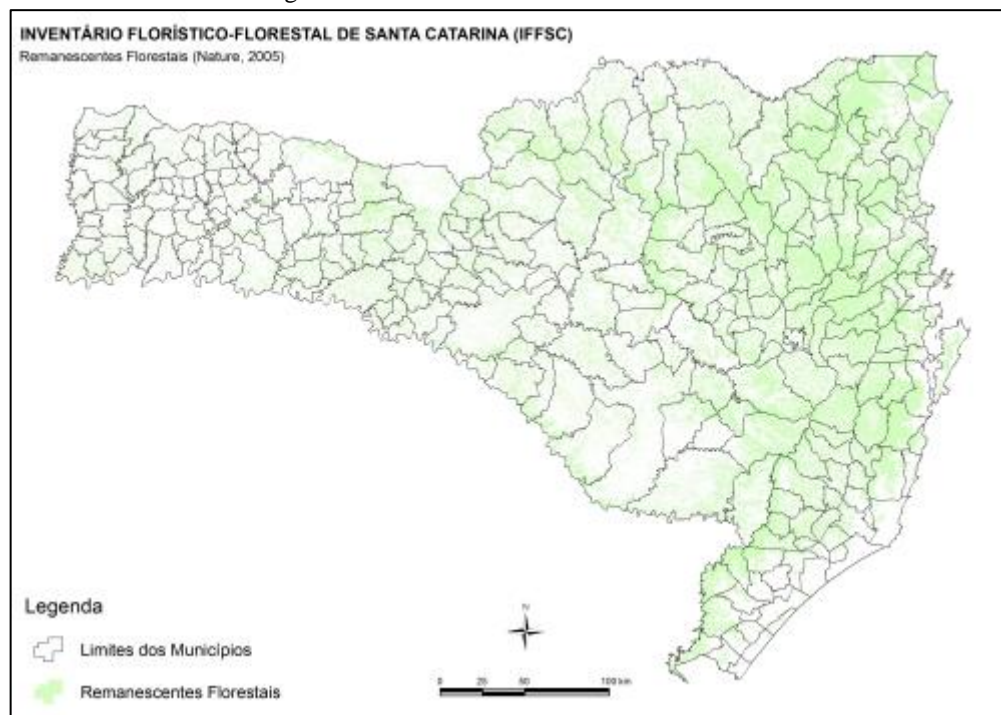


Fonte: Adaptado de SÃO JOSÉ DO CERRITO, 1987a.

A zona de MC é destinada, principalmente, às funções do comércio, serviço e administração. A zona RE destina-se, exclusivamente, para habitação, com exceção de comércio vicinal (atividade de pequeno porte, que ocorre no interior de zonas residenciais). A zona de MD localiza-se na avenida principal da cidade e se destina principalmente a funções de comércio e administração, com algumas exceções. A zona PI se destina, preferencialmente, a instalações de indústrias cuja movimentação não perturbem o repouso noturno da população. A zona VL se destina à recreação da população, parques e para prática de esportes ao ar livre. Nas áreas pertencentes a essa zona, não é possível edificar. A zona de EC se destina a recreação, esporte e cultura do município. Por fim, a zona de EX destina-se à expansão urbana.

A cobertura vegetal caracteriza-se predominantemente por Floresta Ombrófila Mista e/ou Floresta de Araucária. Também são encontrados pequenos fragmentos de Campos Naturais (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 2011). A Figura 7 mostra um pouco dos remanescentes florestais no município de São José do Cerrito (EPAGRI/CIRAM, 2005).

Figura 7 - Inventário florístico-florestal de SC.



Fonte: (EPAGRI/CIRAM, 2005).

4 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. Neste sentido, foram obtidos dados do IBGE, entre 1996 e 2019, referentes a censos e estimativas de população para avaliar as modificações no número de habitantes do município de São José do Cerrito ao longo do tempo. Com base nos dados da Tabela 2, foram aplicados modelos matemáticos, segundo a metodologia desenvolvida e recomendada pela ARIS (ARIS, 2019), permitindo projetar a população urbana e rural ao longo dos próximos 20 anos.

Tabela 2 - Evolução da população de São José do Cerrito entre os anos de 1996 e 2019.

Ano	População (hab)		
	Urbana	Rural	Total
1996	2.128	8.148	10.276
2000	2.152	8.241	10.393
2007	2.769	7.535	10.304
2010	2.492	6.781	9.273
2019	2.229	6.066	8.295

Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

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 São José do Cerrito são apresentados na Tabela 3.

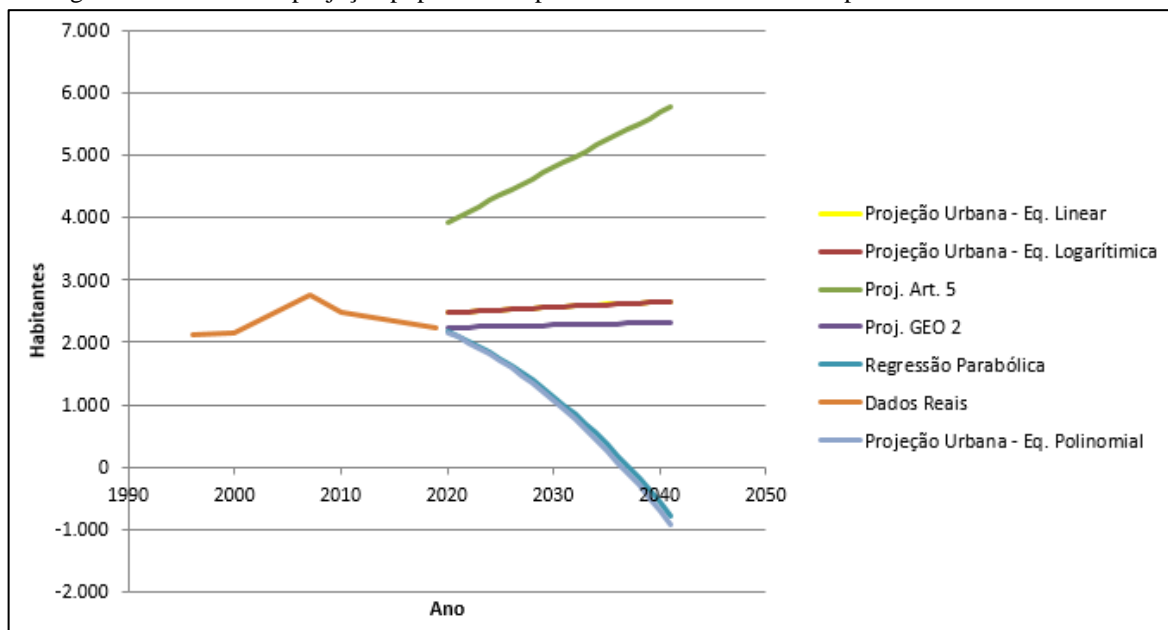
Tabela 3 - Projeção da população urbana de São José do Cerrito para o período de 2020-2041, utilizando vários modelos.

Ano	Equação Linear	Equação Logarítmica	Equação Polinomial	Projeção Aritmética	Projeção Geométrica	Regressão Parabólica
2020	2.473	2.474	2.161	3.915	2.233	2.164
2021	2.482	2.482	2.082	4.003	2.237	2.092
2022	2.491	2.491	1.996	4.091	2.242	2.013
2023	2.500	2.500	1.903	4.180	2.246	1.927
2024	2.508	2.509	1.804	4.268	2.250	1.834
2025	2.517	2.518	1.698	4.356	2.254	1.735
2026	2.526	2.526	1.585	4.444	2.258	1.628
2027	2.535	2.535	1.465	4.532	2.262	1.515
2028	2.544	2.544	1.339	4.620	2.267	1.396
2029	2.552	2.552	1.205	4.708	2.271	1.269
2030	2.561	2.561	1.066	4.797	2.275	1.136
2031	2.570	2.570	919	4.885	2.279	997
2032	2.579	2.579	766	4.973	2.284	850
2033	2.587	2.587	606	5.061	2.288	697
2034	2.596	2.596	439	5.149	2.292	537
2035	2.605	2.605	265	5.237	2.296	370
2036	2.614	2.613	85	5.325	2.301	196
2037	2.623	2.622	-102	5.414	2.305	16
2038	2.631	2.631	-295	5.502	2.309	-171
2039	2.640	2.639	-496	5.590	2.313	-365
2040	2.649	2.648	-703	5.678	2.318	-565
2041	2.658	2.657	-917	5.766	2.322	-772

Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Os valores obtidos foram utilizados para a construção de curvas de crescimento populacional (Figura 8), incluindo os dados do IBGE entre 1996 e 2019 e os valores estimados pelos diversos modelos matemáticos.

Figura 8 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de São José do Cerrito.



Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Desta forma, adotou-se a projeção geométrica onde a população urbana estimada pelo IBGE em 2019 e igual a 2.229 habitantes, irá aumentar para 2.322 habitantes em 2041.

Para a área rural, os modelos apontaram para um aumento pouco expressivo em alguns casos ou mesmo a redução na população. Os dados do IBGE apontam para uma redução de pelo menos 20% na população dentro de período de 1996 a 2019. Neste sentido, decidiu-se fixar a população rural ao longo do horizonte do plano, resultando em uma população de referência igual a 6.066 habitantes entre 2020 e 2041.

Desta forma, foi definido uma população de final de plano igual a 8.388 habitantes, sendo 2.322 na área urbana do município e 6.066 na área rural. A Tabela 4 resume a projeção da população total do município de São José do Cerrito e as populações urbana e rural.

Tabela 4 - Projeção da população no município de São José do Cerrito.

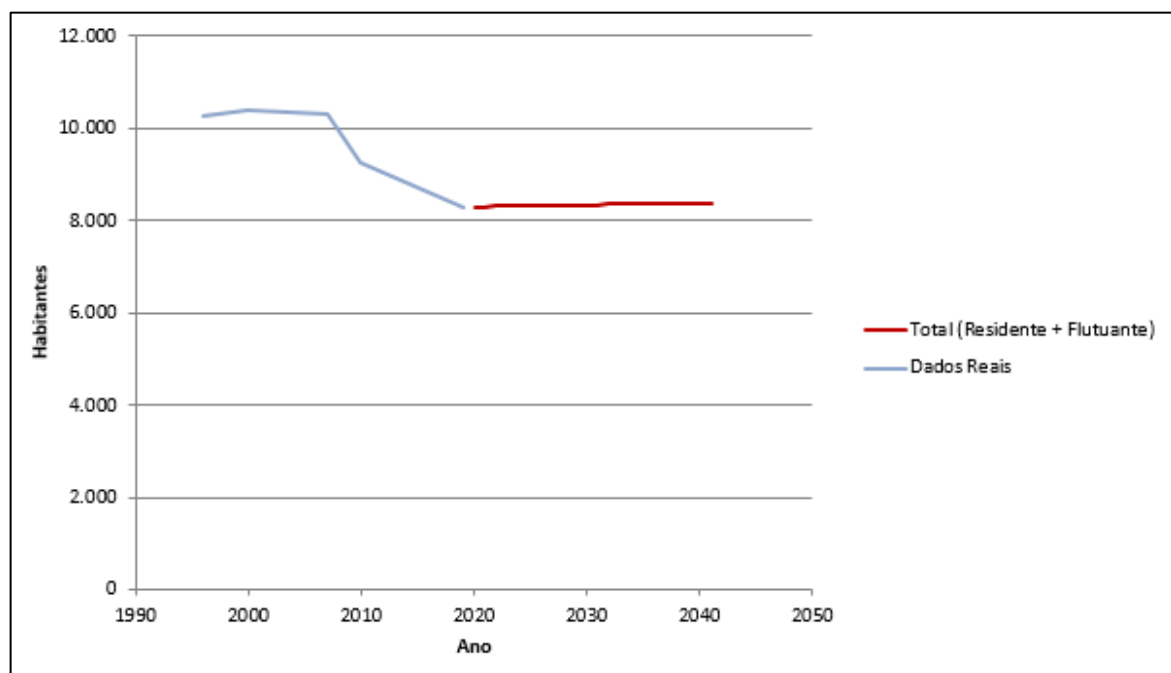
Ano	Projeção Urbana	Projeção Rural	Projeção População Total
2020	2.233	6.066	8.299
2021	2.237	6.066	8.303
2022	2.242	6.066	8.307
2023	2.246	6.066	8.312
2024	2.250	6.066	8.316
2025	2.254	6.066	8.320
2026	2.258	6.066	8.324
2027	2.262	6.066	8.328
2028	2.267	6.066	8.333

2029	2.271	6.066	8.337
2030	2.275	6.066	8.341
2031	2.279	6.066	8.345
2032	2.284	6.066	8.349
2033	2.288	6.066	8.354
2034	2.292	6.066	8.358
2035	2.296	6.066	8.362
2036	2.301	6.066	8.366
2037	2.305	6.066	8.371
2038	2.309	6.066	8.375
2039	2.313	6.066	8.379
2040	2.318	6.066	8.384
2041	2.322	6.066	8.388

Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

A Figura 9 representa graficamente os dados da população total segundo dados do IBGE entre 1996 e 2019 e projeção considerada no estudo para os anos de 2020 a 2041.

Figura 9- Dados da população total de São José do Cerrito entre 1996 e 2019 e evolução populacional entre 2020 e 2041.



Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Neste sentido, é estimado um aumento de 8.295 para 8.388 habitantes entre 2019 e 2041. Esse aumento equivale a um incremento de aproximadamente 1,12% da população em 20 anos. Assim, esse incremento populacional foi considerado para a realização do plano de ação a ser apresentado na sequência.

5 Cenário atual do saneamento básico

5.1 Sistema de abastecimento de água

Segundo os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o sistema de abastecimento de água em São José do Cerrito atende a uma população urbana de 2.263 pessoas, com 832 ligações ativas (AG002), contemplando 100% da área urbana e equivalente a 31,22% do município (SNIS, 2019). Em 2018, o consumo médio per capita (IN022) foi de 102,75 litros/hab.dia e o índice de perdas na distribuição (IN049) foi de 37,43% (SNIS, 2019). Este indicador vem melhorando ao longo do tempo no município pois em 2011 as perdas registradas foram de 58,7%, em 2015 eram de 28,57% e a partir disso voltou a subir atingindo o valor de 2018 apresentado anteriormente (SNIS, 2019). Cabe ressaltar que no plano municipal de saneamento, o índice IN049 deveria ser de até 25% a partir de 2020, e até 2018 a previsão era ser no máximo 30%. Adicionalmente, o sistema de distribuição envolve 8.810 m de rede e todas as ligações são micromedidas (SNIS, 2019) e o sistema é administrado e operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

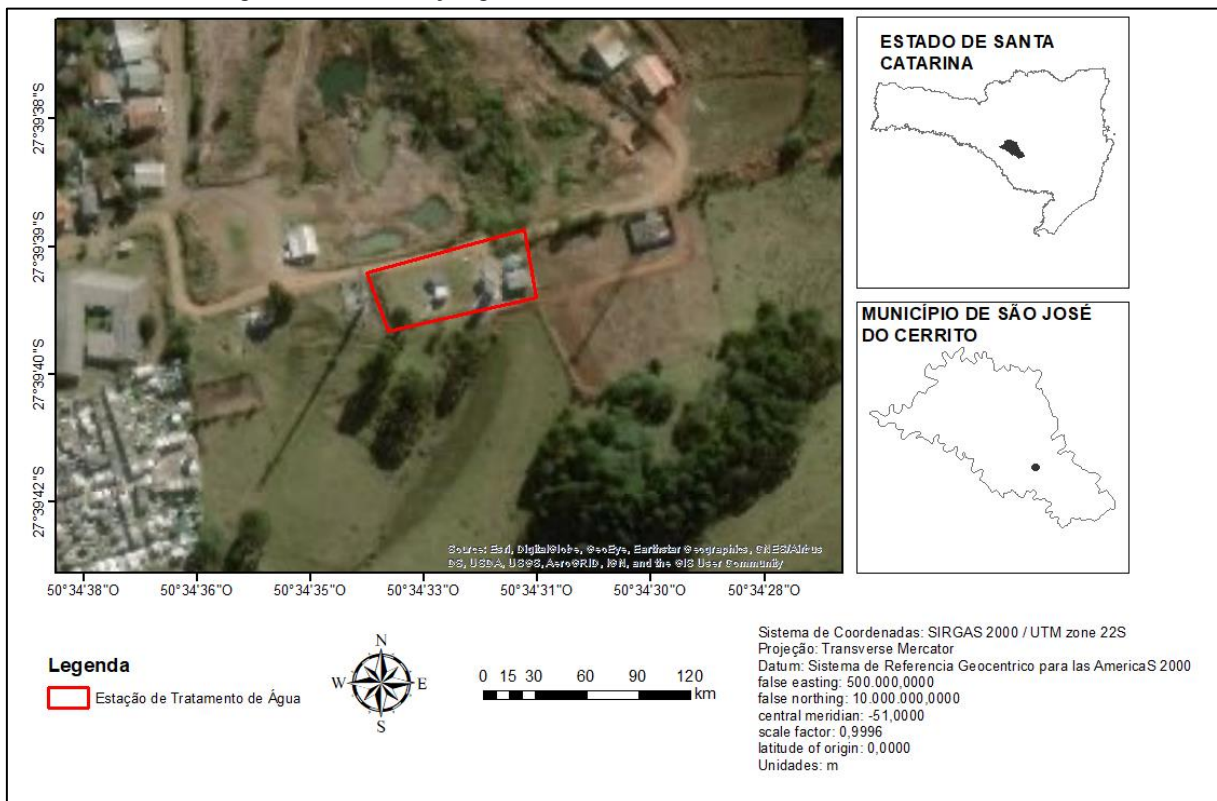
Ainda, segundo o plano municipal de saneamento básico, as comunidades rurais possuem soluções individualizadas ou por associação de usuários. De acordo com o mesmo documento, não existe tratamento para a água captada e os sistemas são gerenciados pelos próprios moradores. As soluções envolvem poços perfurados e fontes protegidas por sistemas baseados no modelo Caxambu (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 2011).

O processo de tratamento para a área urbana consiste em uma estação de tratamento de água (ETA) do tipo compacta, envolvendo turborreator, floccodcantador e filtro de duplo fluxo, com capacidade de vazão de 10 a 12 L/s. O manancial utilizado é o Rio Antunes. A captação ocorre por meio de barragem de nível e a adutora de água bruta funciona por gravidade. Existe ainda uma captação subterrânea que disponibiliza uma vazão de 6 L/s, sendo este sistema localizado na Rua Anacleto Silva Ortiz. Assim, a vazão total do sistema é de até 18 L/s (ARIS, 2018). A localização georreferenciada da ETA encontra-se na Figura 10. A ETA para o tratamento da água superficial funciona por meio das seguintes etapas (CASAN, 2017):

- Captação;
- Clarificação: envolve a coagulação, floculação, decantação e filtração rápida;
- Desinfecção, fluoretação e correção de pH;

- Reservação e distribuição.

Figura 10 - Localização georreferenciada da ETA de São José do Cerrito.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para a água subterrânea, o tratamento envolve apenas desinfecção e fluoretação. O sistema possui dois reservatórios, um com volume de 50 m³ denominado R1 e outro de 100 m³, o qual possui também a função de tanque de contato. O sistema possui também dois sistemas de moto-bombas *Booster* para os bairros Bela Vista, Melcas e Fazenda Nova (ARIS, 2018).

5.2 Esgotamento sanitário

O município de São José do Cerrito não possui rede coletora de esgoto e estação de tratamento de efluentes que atendam a área urbana ou a área rural. Também não existem sistemas coletivos ou condominiais que podem ser citados. Foram identificados no diagnóstico aplicado em campo apenas sistemas individuais em algumas residências, comércio e em prédios públicos. Existe uma unidade, identificada como um tanque séptico que atende o bairro Don Daniel, porém não possui conservação ou operação adequada.

5.3 Drenagem e manejo de águas pluviais

Com relação ao sistema de drenagem e manejo de água pluviais de São José do Cerrito, a água captada pela macrodrenagem do município é encaminhada ao Lajeado Refuga Baiano, conhecido pelos populares como Rio Antunes e ao Lajeado da Taipa (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 2011).

Os sistemas de captação de água envolvem bocas de lobos e caixas com grelhas na sarjeta. Em 2011, o total de vias urbanas era de 24.420 m (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 2011), e a taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município (IN020) foi de 69,1% em 2018. Para a taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana (IN021), o valor informado foi 49,4% (SNIS, 2019). Cabe destacar que na mesma referência, o indicador IN040 - Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação, foi de 26,9%. Esse dado está alinhado aos depoimentos relatados pelos moradores que indicaram situações frequentes de alagamento.

6 Projeção da geração de lodo e esgoto

6.1 Esgoto na área urbana

Para o cálculo da projeção de esgoto para a área urbana de São José do Cerrito, foi considerada a população estimada em 2.322 pessoas (considerada população de 2041 que é a população máxima de projeto). Adicionalmente, foi ainda definido um consumo de água por habitante ao dia: 120 L/hab.dia. Foram adotados valores em conformidade com a norma técnica da ABNT:NBR 9.649/1986 (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

$$Q_{med} = 2.322hab \times \frac{120L}{hab.d} \times 0,8 = 222.912 \frac{L}{d} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 222,91 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 222,91 \frac{m^3}{d} \times 1,2 = 267,49 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 222,91 \frac{m^3}{d} \times 1,5 = 334,36 \frac{m^3}{d}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 222,91 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 111,45 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 222,91 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 401,23 \frac{m^3}{d}$$

Os valores resultantes da projeção de geração de esgoto na área urbana são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área urbana de São José do Cerrito.

Ano	Projeção Urbana	Q esgoto (m³/d)	Q máx diária (m³/d)	Q máx horária (m³/d)	Q mín horária (m³/d)	Q máx final de projeto (m³/d)
2020	2.233	214,37	257,24	321,55	107,18	385,86
2021	2.237	214,75	257,70	322,13	107,38	386,55
2022	2.242	215,23	258,28	322,85	107,62	387,42
2023	2.246	215,62	258,74	323,42	107,81	388,11
2024	2.250	216,00	259,20	324,00	108,00	388,80
2025	2.254	216,38	259,66	324,58	108,19	389,49
2026	2.258	216,77	260,12	325,15	108,38	390,18
2027	2.262	217,15	260,58	325,73	108,58	390,87
2028	2.267	217,63	261,16	326,45	108,82	391,74
2029	2.271	218,02	261,62	327,02	109,01	392,43
2030	2.275	218,40	262,08	327,60	109,20	393,12
2031	2.279	218,78	262,54	328,18	109,39	393,81
2032	2.284	219,26	263,12	328,90	109,63	394,68
2033	2.288	219,65	263,58	329,47	109,82	395,37
2034	2.292	220,03	264,04	330,05	110,02	396,06
2035	2.296	220,42	264,50	330,62	110,21	396,75
2036	2.301	220,90	265,08	331,34	110,45	397,61

2037	2.305	221,28	265,54	331,92	110,64	398,30
2038	2.309	221,66	266,00	332,50	110,83	399,00
2039	2.313	222,05	266,46	333,07	111,02	399,69
2040	2.318	222,53	267,03	333,79	111,26	400,55
2041	2.322	222,91	267,49	334,37	111,46	401,24

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.2 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) foi de 94 dias, calculou-se o volume de lodo que deverá ser coletado na zona urbana de São José do Cerrito. 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 6.

Tabela 6 - Projeção de produção de lodo na área urbana de São José do Cerrito.

Ano	Produção de lodo		
	(m ³ /d)	(m ³ /mês)	(m ³ /ano)
2020	0,58	17,49	209,90
2021	0,58	17,52	210,28
2022	0,58	17,56	210,75
2023	0,58	17,59	211,12
2024	0,58	17,63	211,50
2025	0,58	17,66	211,88
2026	0,58	17,69	212,25
2027	0,58	17,72	212,63
2028	0,58	17,76	213,10
2029	0,58	17,79	213,47
2030	0,59	17,82	213,85
2031	0,59	17,85	214,23
2032	0,59	17,89	214,70

2033	0,59	17,92	215,07
2034	0,59	17,95	215,45
2035	0,59	17,99	215,82
2036	0,59	18,02	216,29
2037	0,59	18,06	216,67
2038	0,59	18,09	217,05
2039	0,60	18,12	217,42
2040	0,60	18,16	217,89
2041	0,60	18,19	218,27

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.3 Esgoto na área rural

A população da área rural foi definida como 6.066 pessoas (considerada população de 2041 que é a população máxima de projeto). O consumo de água por habitante ao dia: 120 L/hab.dia. Foram adotados valores em conformidade com a norma técnica da ABNT (NBR 9.649/1986), 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

$$Q_{med} = 6.066hab \times \frac{120L}{hab.d} \times 0,8 = 582.336 \frac{L}{d} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 582,33 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 582,33 \frac{m^3}{d} \times 1,2 = 698,79 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 582,33 \frac{m^3}{d} \times 1,5 = 873,49 \frac{m^3}{d}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 582,33 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 291,16 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 582,33 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 1.048,19 \frac{m^3}{d}$$

No que pese a projeção da população rural do município de São José do Cerrito, foi considerada uma população fixa, conforme apresentado no estudo populacional. Dessa forma, os dados de projeção de esgoto para a área rural são resumidos na Tabela 7.

Tabela 7 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área rural de São José do Cerrito.

Ano	Projeção Rural	Q esgoto (m³/d)	Q máx diária (m³/d)	Q máx horária (m³/d)	Q min horária (m³/d)	Q máx final de projeto (m³/d)
2020	6.066	582,34	698,80	873,50	291,17	1048,20
2041	6.066	582,34	698,80	873,50	291,17	1048,20

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.4 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) foi de 94 dias, foi calculado o volume de lodo que deverá ser coletado na zona rural de São José do Cerrito, sendo os dados resumidos na Tabela 8.

Tabela 8 - Projeção de produção de lodo na área rural de São José do Cerrito.

Ano	Produção de lodo		
	(m³/d)	(m³/mês)	(m³/ano)
2020	1,56	47,51	570,20
2041	1,56	47,51	570,20

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

7 Diagnóstico

7.1 Informações do município sobre a gestão do sistema de esgotos sanitários

Com relação aos dados administrativos referente ao tratamento de esgotos no município

de São José do Cerrito (Anexo A), foi verificado junto à administração municipal que existe legislação própria que estabelece os procedimentos para instalação de projetos hidrossanitário, expressas no código de obras e edificações do município (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 1987b). No entanto, os autores não identificaram nenhum documento mencionando os termos da NBR 13.969 (ABNT, 1997) e NBR 7.229 (ABNT, 1993). Adicionalmente, existe fiscalização do projeto do sistema de esgoto e fiscalização da execução do sistema de esgoto por parte do Gabinete de Planejamento. Existe ainda emissão de alvará de construção e habite-se sanitário. Não há fiscalização da operação do sistema de esgoto e o município não dispõe de empresa responsável pela limpeza dos sistemas individuais de tratamento.

7.2 Sistemas individuais na área urbana

7.2.1 Metodologia de aplicação dos questionários

A pesquisa foi conduzida no dia 28 de abril de 2019 no município de São José do Cerrito que está localizado no estado de Santa Catarina. A aplicação dos questionários foi feita nos períodos matutino e vespertino. O estudo consistiu em uma visita técnica a área urbana, sendo o local de estudo para a aplicação de questionário com perguntas referentes ao saneamento básico no município.

Para conhecer a realidade do município de São José do Cerrito em relação ao esgotamento sanitário, foi aplicado o questionário apresentado no Anexo B. O mesmo foi desenvolvido pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) e adaptado conforme as características observadas no município de São José do Cerrito. A pesquisa teve como objetivo estudar as características das edificações da área urbana do município que, para facilitar, foi dividido em setores. A pesquisa foi conduzida por 16 pessoas previamente treinadas para abordar os moradores e caracterizar os sistemas adotados.

7.2.2 Tratamento de dados

Os resultados das entrevistas obtidas por meio dos questionários aplicados foram posteriormente tabulados no *software Microsoft Office Excel 2013*. As análises foram feitas utilizando como recurso a somatória e a estatística simples percentual, onde foi possível realizar

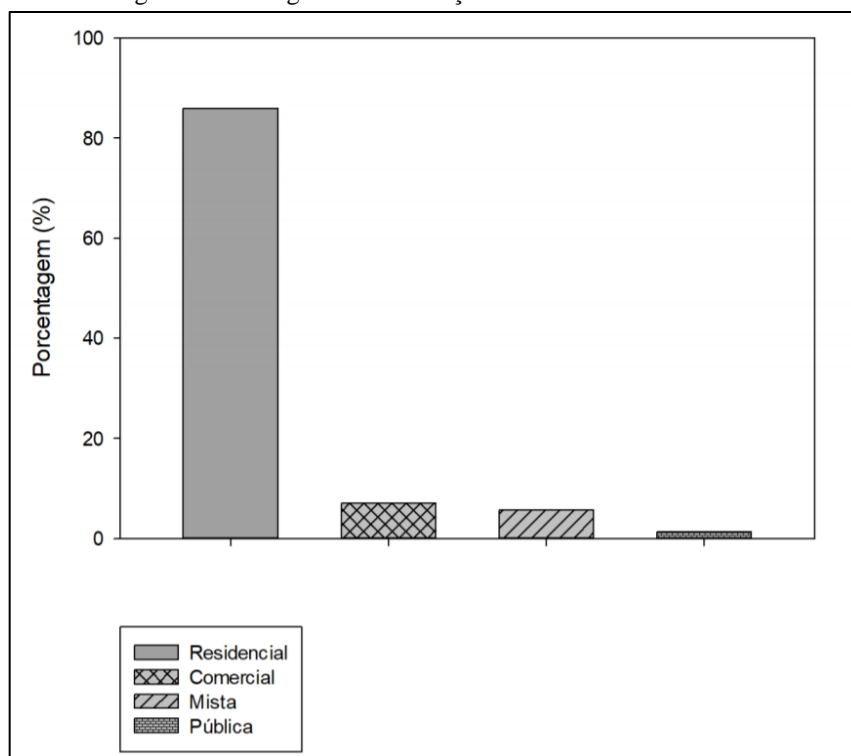
a comparação das diferentes destinações de esgoto do município e obteve-se o panorama geral.

7.3 Resultados obtidos

7.3.1 Diagnóstico e análise

Foram aplicados 593 questionários na área urbana da cidade de São José do Cerrito, que embasaram os resultados compilados no *software Microsoft Office Excel 2013*. Importante salientar que, dentro destes resultados houve casos onde os moradores não estavam presentes, não quiseram participar da pesquisa, ou então, não detinham das informações necessárias para a validação do questionário aplicado. Com relação aos resultados, primeiramente foi analisado a categoria da edificação amostrada, como pode ser observado na Figura 11.

Figura 11 - Categoria de edificações em São José do Cerrito.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

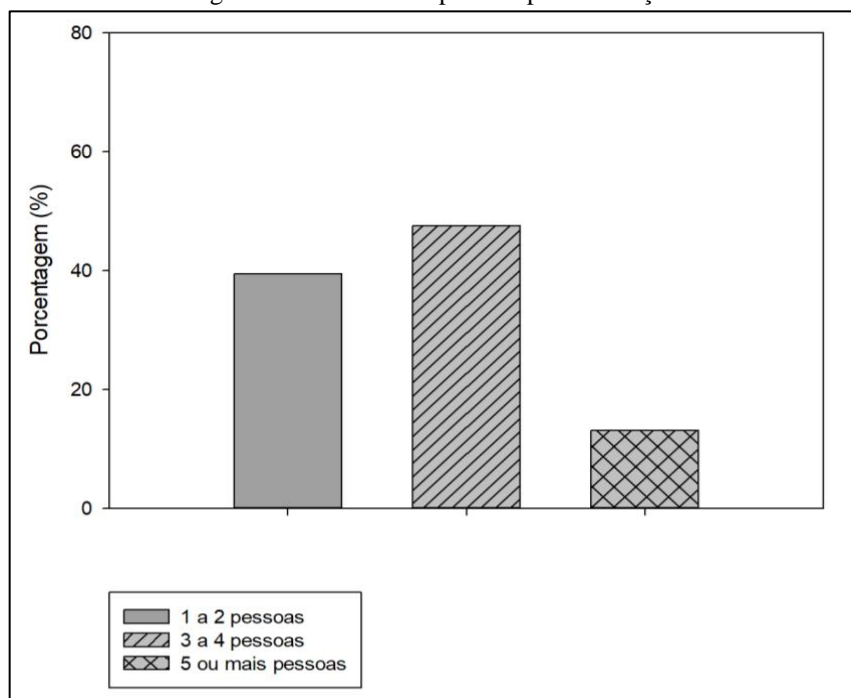
Como pode ser analisado na Figura 11, as entrevistas foram realizadas principalmente em edificações residenciais, 85,8% no total, e a colaboração dos moradores para responder o questionário foi muito importante. Por outro lado, muitos moradores se negaram a responder o

questionário. Cerca de 7% das entrevistas foram realizadas em edificações comerciais

e estas se localizavam principalmente no centro da cidade. Como a coleta de dados aconteceu em um sábado, foi priorizado o atendimento a estes locais no período matutino, visto que durante a tarde, muitos estabelecimentos poderiam estar fechados. Adicionalmente, os locais identificados como mistos podem ser compreendidos como a unificação de um comércio com um apto residencial na mesma edificação, sendo esta situação referente à 5,7% das entrevistas. Já as edificações públicas totalizaram 1,5% de toda pesquisa e envolveram uma biblioteca pública, a prefeitura e um posto de saúde.

Em termos de número máximo de pessoas nas edificações, com base na Figura 12, a maioria dos locais atendidos possuem uma média de 3 a 4 residentes fixos, totalizando 47,1%. 39,4% contam com apenas 1 a 2 pessoas, e 13% correspondem às edificações que possuem mais de 5 moradores fixos.

Figura 12 - Número de pessoas por edificação.

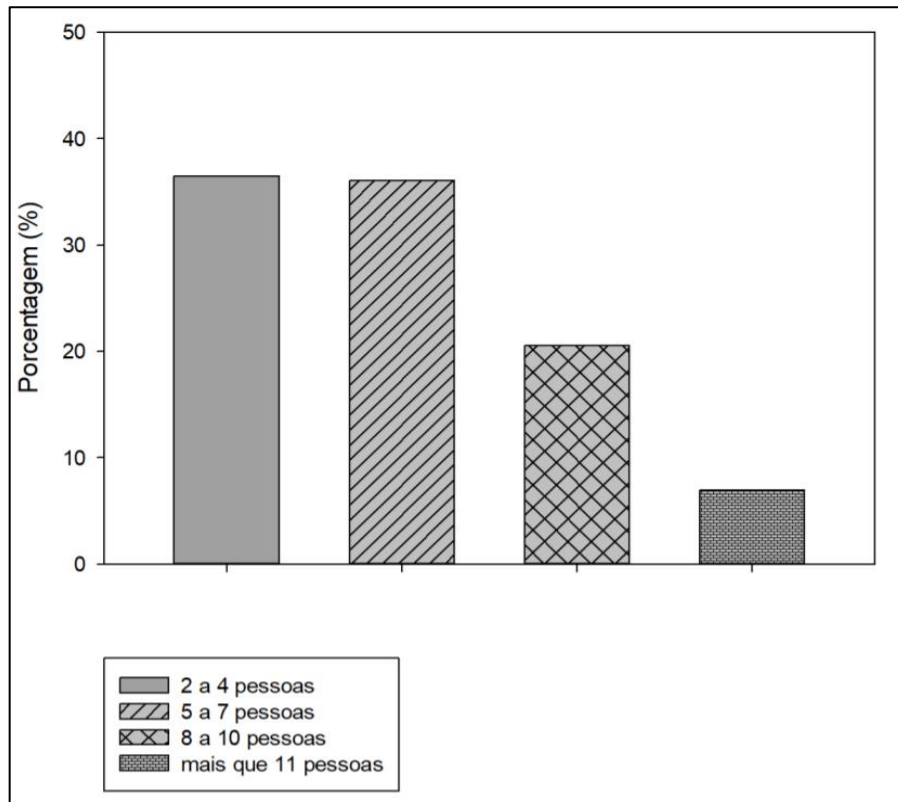


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Adicionalmente, foi amostrado o número de contribuintes temporários, sejam elas visitas que frequentam a residência, clientes, hóspedes ou operários que de fato possam contribuir para o volume gerado, desta forma a variação deste tenta acompanhar a flutuação do número máximo de pessoas por edificação. Conforme a Figura 13, a maioria dos entrevistados

indicou 2 a 7 pessoas o número máximo de pessoas por edificação. 20,5% apontaram para uma presença eventual de 8 a 10 pessoas. Em determinados locais foi constatado o número máximo de contribuintes como sendo maior que 11, estas amostragens em sua maioria foram realizadas em edificações comerciais, como lojas, pousadas, e também em locais públicos.

Figura 13 - Número máximo de pessoas por edificação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

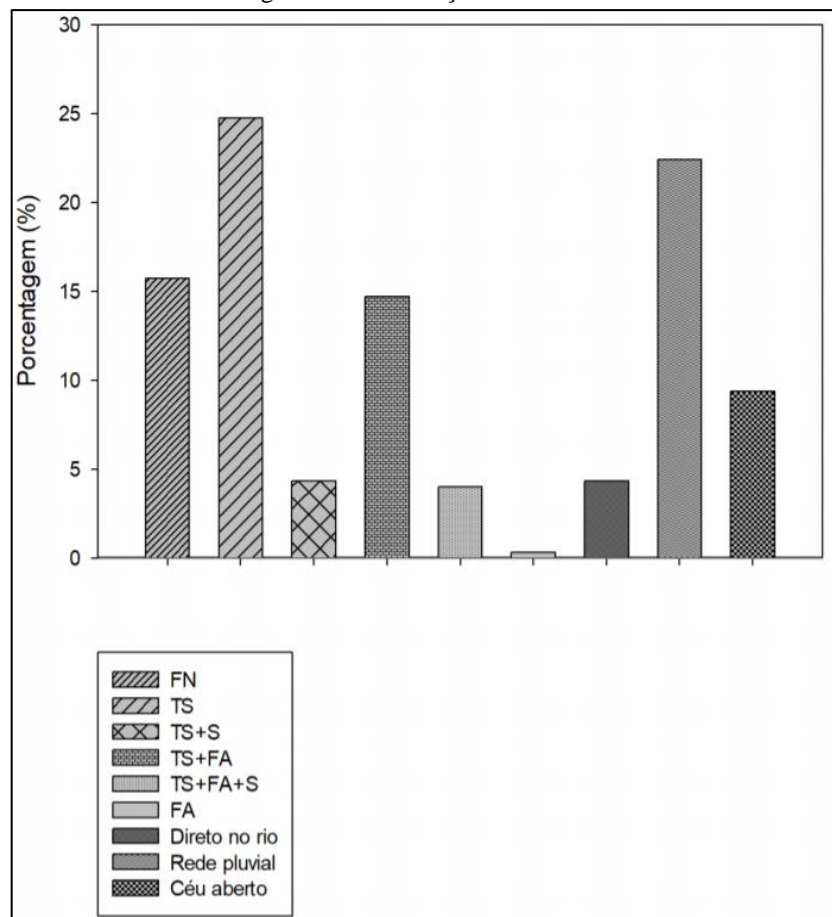
Com relação à presença de caixa de gordura, foi verificado que 59,6% das localidades amostradas possuíam este dispositivo. Vale salientar que uma parte destas estruturas não são funcionais, muitas delas foram construídas de maneira rústica, e sem os conhecimentos necessários para seu dimensionamento. Muitos entrevistados relataram constante entupimento destas estruturas, mau cheiro, entre outros problemas causados por falhas no dimensionamento. Por outro lado, muitos locais contavam com caixas de gordura pré-fabricadas, garantindo assim seu perfeito funcionamento.

Com relação aos sistemas individuais de tratamento, observou-se que 15,9% das edificações fazem uso de fossa negra (FN) como opção de destino do efluente (Figura 14). Esta solução, que geralmente estava localizada nos fundos do terreno ou em terrenos baldios das

proximidades, é utilizada para deposição dos resíduos *in natura*. Normalmente consiste em uma abertura vertical no solo, com profundidade de três a quatro metros. No entanto, este é um método de destino de efluente que pode acarretar em problemas ambientais, como a contaminação do solo e da água (ABU-RIZAIZA; HAMMADUR, 1998).

Por outro lado, os tanques ou fossas sépticas (TS) representaram 25% das soluções identificadas. A maioria das fossas era construída de concreto, algumas tinham um aspecto já bem depredado, muitas delas eram antigas e uma minoria contava com estruturas pré-fabricadas.

Figura 14 - Destinação do efluente.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Foi relatado também a utilização de um sumidouro (S) junto com o TS, facilitando assim a disposição do efluente no solo. A associação desses dois sistemas de tratamento totalizou 4,5%. Para o tratamento do efluente provindo do TS é recomendada a utilização de filtros anaeróbios (FA). Cerca de 14,9% das edificações adotam a combinação de um tanque séptico

junto de um filtro anaeróbio (TS+FA). Assim como os tanques sépticos, a junção desses dois sistemas em sua maioria era feita de concreto, porém foi relatado mais alguns modelos pré-fabricados de polietileno, como pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 - Sistema de tratamento pré-fabricado em residência.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Apenas 4% das edificações contabilizadas faziam uso da combinação destes três últimos itens (TS+FA+S). Porém vale enfatizar que a real eficiência dessas estruturas não foi de fato comprovada pela equipe de amostragem. A Figura 16 é um exemplo dos sistemas em conjunto.

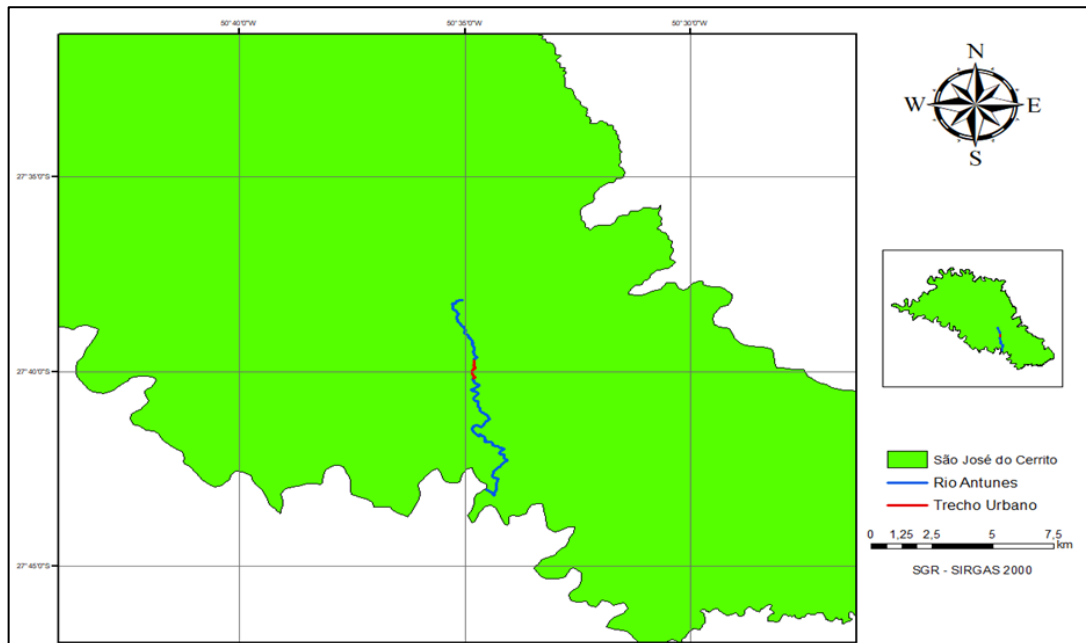
Figura 16 - Sistema TS + FS + S em residência do município.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com relação à disposição do esgoto, paralelamente à avenida principal do município, há um rio popularmente chamado de Rio Antunes. A Figura 17 apresenta o corpo hídrico em questão. Ele possui 12 km em sua total extensão e aproximadamente 972 m de perímetro urbano, e ao longo desse trecho muitas casas fazem o lançamento de esgoto bruto.

Figura 17 - Mapa de localização do Rio Antunes



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Muitas residências foram construídas perto da sua margem, que se encontram parcialmente erodidas. Foi atestado que em muitos locais ocorre o despejo do efluente doméstico *in natura* no corpo hídrico. Alguns moradores fazem uso de uma tubulação de PVC para lançar o esgoto diretamente no rio, como pode ser observado na Figura 18. Dentre todas as edificações verificadas, 3% delas despejam o efluente *in natura* diretamente no corpo hídrico do município.

Figura 18 - Lançamento do esgoto *in natura* no Rio Antunes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Devido à falta de rede coletora de esgoto, muitos munícipes em São José do Cerrito ligam sua tubulação de descarte de esgoto doméstico diretamente à rede pluvial. Neste caso, verificou-se que a população carece de informação a respeito de questões sanitárias devido ao fato de confundirem a rede de águas pluviais com uma eventual rede de coleta de esgotos. Foi averiguado que 22,7% das edificações amostradas exercem essa prática. Outro problema encontrado no município é o despejo do esgoto *in natura* a céu aberto, como pode ser observado na Figura 19. O esgoto muitas vezes é disposto em valas presentes no terreno, ou encaminhado para terrenos baldios. Foi constatado que 9,5% das edificações descartam seu esgoto a céu aberto.

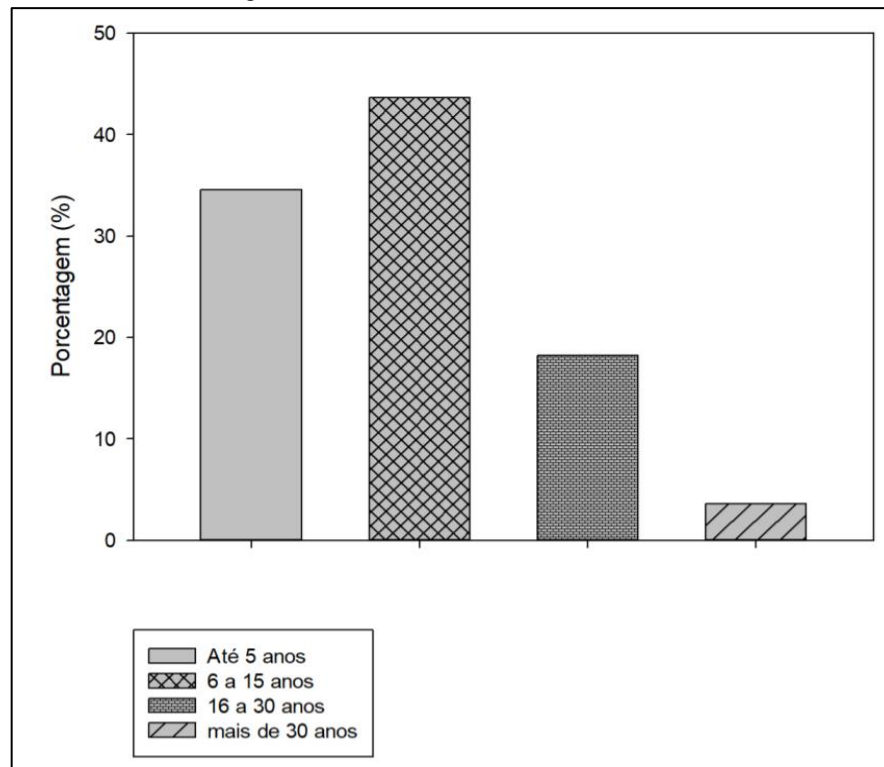
Figura 19 - Vala construída em terreno para o despejo do esgoto bruto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com o intuito de aprofundar ainda mais as características sobre as estruturas de tratamento, foi questionado a idade dos sistemas. De acordo com a Figura 20, 34,5% das edificações amostradas possui seu sistema de tratamento com a idade de até 5 anos. Estas geralmente eram casas recém construídas, ou possuem sistemas recentemente substituídos. Já 43,6% dos sistemas apresentavam idade de 6 a 15 anos, 18,1% para as estruturas de 16 a 30 anos, e apenas 3,5% constataram idade acima de 30 anos.

Figura 20 - Idade do sistema de tratamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com relação à manutenção dos sistemas, os dados da pesquisa revelaram que 75,8% das edificações que possuem TS não realizam a limpeza da estrutura. Por outro lado, foi verificado que apenas 14,5% das fossas amostradas já apresentaram algum tipo de problema, dentre eles: transborde da estrutura, entupimento da pia e do vaso sanitário.

A pesquisa buscou também identificar as condições de acesso aos sistemas. Verificou-se que muitas unidades eram totalmente enterradas ou se localizavam embaixo de áreas concretadas, geralmente em garagens e áreas externas. Por outro lado, em 68% dos locais amostrados é possível acessar o sistema de tratamento, seja ele individual ou coletivo. Entre os sistemas acessíveis, foi verificado a porcentagem destes que possuem tubo ou tampa de inspeção. Neste caso foi identificado que 49,5% dos sistemas possuem tubo ou tampa de inspeção. A Figura 21 representa um sistema que faz uso de tubulação de inspeção.

Figura 21 - Tubulação de inspeção em residência do município.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Foi avaliado durante as entrevistas a presença ou não de corpos hídricos e açudes próximos às residências. Como foi previamente discutido, uma parcela dos moradores do município utiliza o rio como receptor de esgoto *in natura*. 20,3% das edificações amostradas ficam próximas a rios ou açudes. Outro ponto observado foi a utilização de poços tubulares profundos anexos às edificações. Confirmou-se que a população, em geral, não faz uso desse dispositivo utilizando primordialmente água fornecida pela concessionária do município, a CASAN. 15,8% dos locais utilizam água provinda de poços, alguns deles em situação irregular, localizados próximos ao fluxo de efluente seja na entrada ou saída do tratamento.

Visando a possibilidade de futura implantação de sistemas de tratamento individual no município, foi avaliado a condição de espaço nas edificações. 87,9% dos locais entrevistados possuem espaço no terreno para a construção dos sistemas individuais. Contabilizou-se também o número de edificações que possuem caixa d'água. 73% delas possuem o dispositivo, enquanto o restante faz uso da água proveniente da rede de abastecimento pública.

Outro fator que foi analisado durante a amostragem foi a presença ou não de tubulação de drenagem nas ruas do município. Observou-se que 72% dos lugares contemplados com a pesquisa possuem tubulação de drenagem nas ruas. Ainda, é comum a ligação do efluente na rede pluvial, sendo que 34,2% das edificações fazem uso desta prática. Alguns locais possuíam rede de drenagem, porém em determinados pontos a coleta de água pluvial se encontrava a céu aberto. As Figuras 22 e 23 ilustram um local do município que sofre com este problema.

Figura 22 - Rede pluvial a céu aberto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Figura 23 - Rede pluvial a céu aberto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Existe ainda casos de *clusters* no município, ou seja, um sistema coletivo para o atendimento a um grupo de edificações. No município está localizado o bairro Don Daniel, onde há aproximadamente 79 residências, e 312 pessoas, as quais não foram contabilizadas nos

questionários. As informações foram obtidas pelas agentes de saúde e alguns moradores que apresentaram um diagnóstico global do local. Nesse bairro há despejo a céu aberto de esgoto, como pode ser observado na Figura 24. Neste local, parte do esgoto é direcionado para uma fossa de concreto na cota baixa do bairro. A estrutura possui aspecto rudimentar e segundo relatos dos moradores ainda não foi limpa. Entretanto, após a implantação dos novos sistemas individuais, esta estrutura pode ser transformada em um sumidouro.

Figura 24 - Sistema coletivo no bairro Don Daniel.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

8 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 mL/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.

9 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 descentralizado. 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 São José do Cerrito serão apresentadas, a seguir, as alternativas de tratamento de esgotos utilizando tanque séptico acoplado a um filtro anaeróbio e *wetlands* construídos.

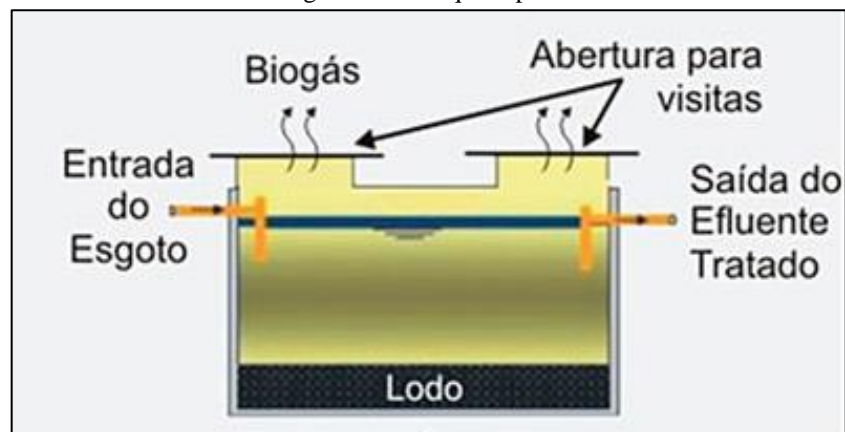
9.1 Tanques sépticos

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 (CH_4 , CO_2 , H_2S). 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 25), câmaras em série ou sobrepostas.

Figura 25 - 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 onde 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 onde 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.

9.1.1 Dimensionamento do tanque séptico

O dimensionamento do tanque séptico foi realizado baseado nos diferentes perfis de edificações encontradas no município de São José do Cerrito, 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 x dia ou em litros/unidade x dia;

T = período de detenção, em dias;

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

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

9.1.2 Limpeza dos tanques sépticos

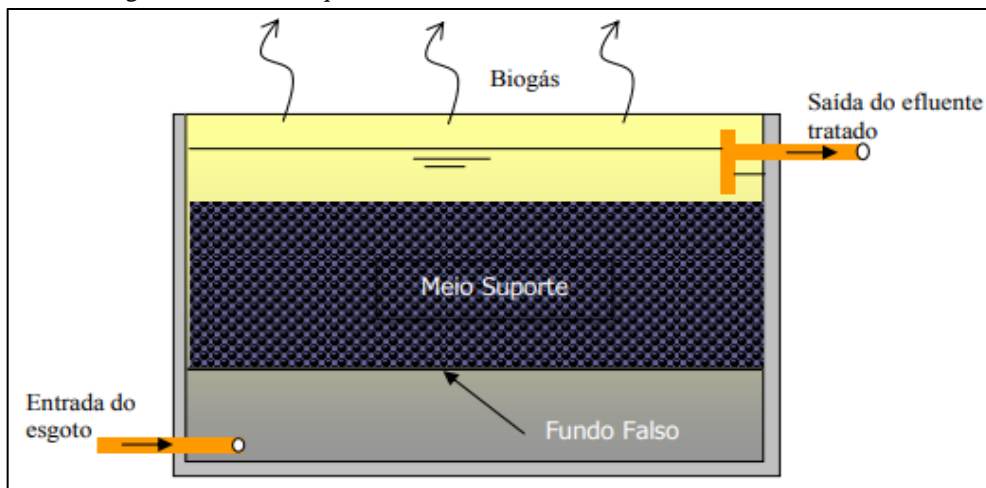
O lodo e a espuma acumulados nos tanques devem ser removidos a intervalos equivalentes ao período de limpeza do projeto (ABNT, 1993). O período utilizado para os cálculos de dimensionamento do tanque séptico foi de uma vez ao ano, sendo necessário uma empresa especializada para realizar esse serviço no município. É importante que os tanques

possuam acesso para a sua manutenção, de forma que nada impeça a sua limpeza.

9.2 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 26. Os microrganismos formam películas ou um biofilme na sua superfície.

Figura 26 - 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 1.

Quadro 1 - Características dos filtros anaeróbios de diferentes sentidos de fluxo.

Fluxo Ascendente	Fluxo Descendente	Fluxo Horizontal
- Bom tempo de contato entre o esgoto e o biofilme devido aos lodos em sustentação hidráulica;	- Apresentam facilidade para remoção de lodo em excesso; - Menor risco de entupimento no leito;	- Funciona com características intermediárias entre o fluxo ascendente e descendente; - Maior dificuldade na

<ul style="list-style-type: none"> - Maior retenção de lodo em excesso; - Propiciam alta eficiência e baixa perda dos sólidos que são arrastados no efluente; - São mais indicados para esgotos com baixa concentração; - Maiores riscos de entupimento dos interstícios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Podem receber esgotos com maior concentração de sólidos; - Indicado para altas e baixas cargas orgânicas; - Os filtros com fluxo não afogado apresentam baixa eficiência. 	<ul style="list-style-type: none"> distribuição do fluxo; - Desempenho diferenciado ao longo do leito; - Concentração de lodo em excesso mal distribuída; - Remoção do lodo difícil; - Deve ser usado com baixas taxas de carga orgânica.
---	---	--

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).

9.2.1 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/habitantes.dia;

T = tempo de detenção hidráulica, em dias.

Modelos comerciais de tanque séptico e filtro anaeróbio podem ser visualizados no

Anexo C.

9.3 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 27) em que a combinação de diferentes processos anaeróbios pode atender as exigências menos restritivas quanto à sua eficiência e concentração do efluente final.

Figura 27 - 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_{5,20}: 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. 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).

9.4 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.

9.4.1 Tratamento de esgoto bruto por meio de *wetland* vertical Sistema Francês

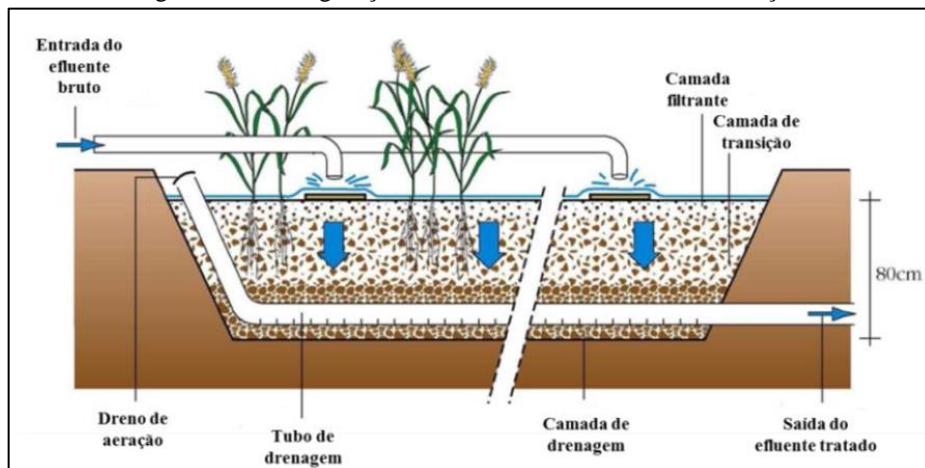
Tradicionalmente e com parâmetros de construção e operação bem definidos o *Wetland* Sistema Francês (WSF) possui dois estágios de tratamento, compostos de três filtros verticais em paralelo no primeiro estágio e dois filtros verticais ou um horizontal no segundo estágio. Tem como principal característica 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 28 mostra a configuração de um sistema em perfil.

Figura 28 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.

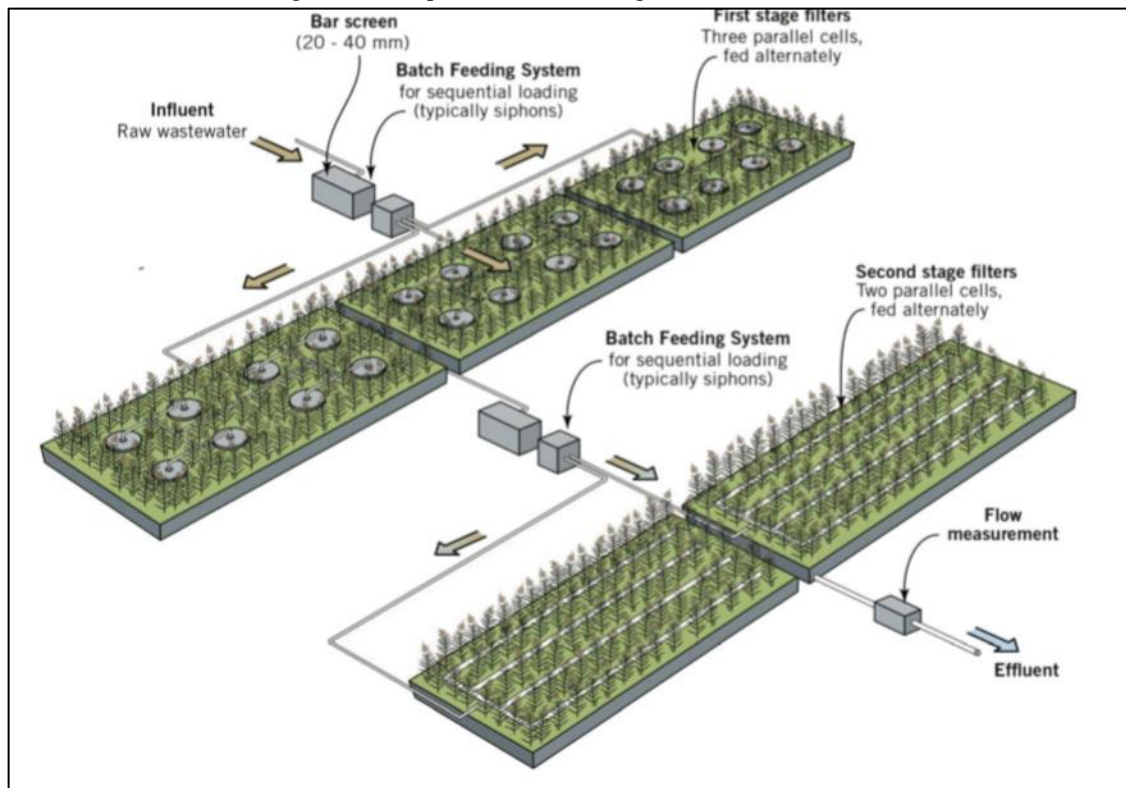


Fonte: (MOLLE *et al.*, 2005).

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 29.

Figura 29 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.

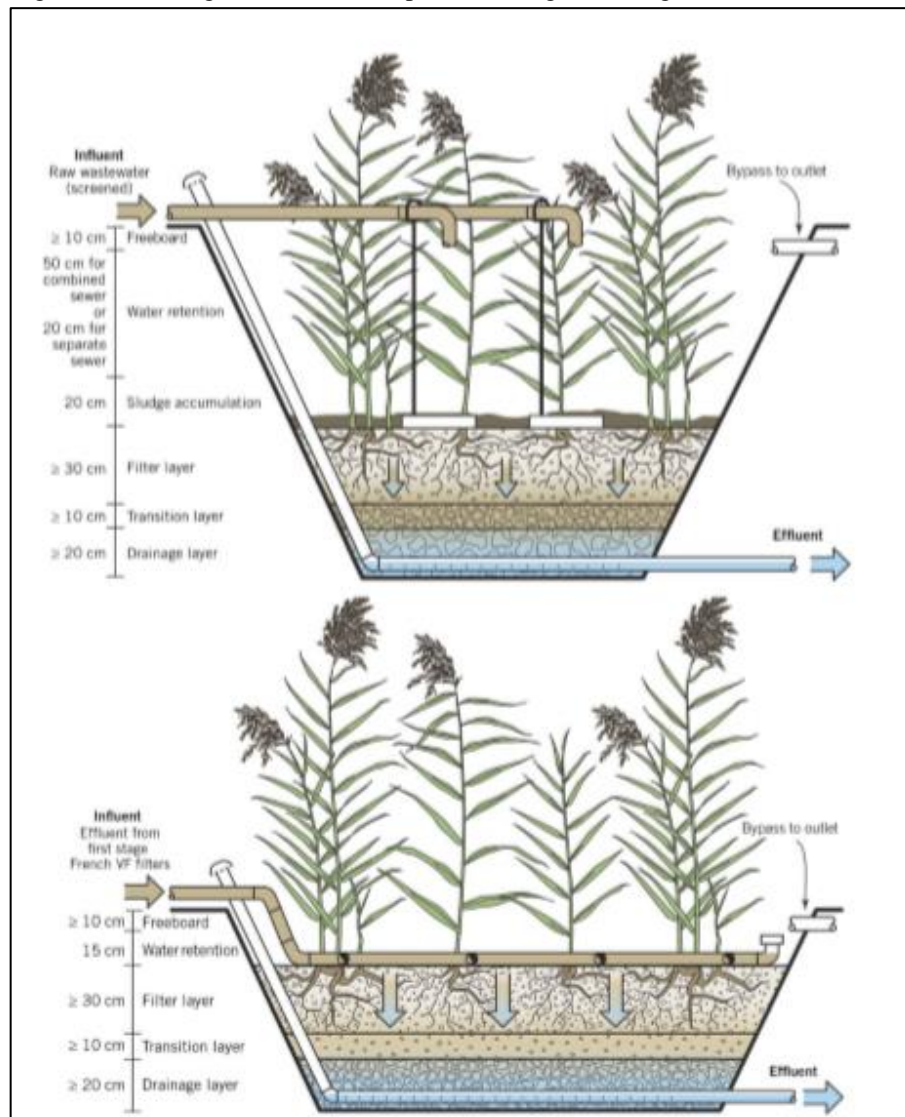


Fonte: (DOTRO *et al.*, 2017).

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 30 mostra a configuração e perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio.

Figura 30 - 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 & Von 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.

9.4.2 Tratamento de lodos através de sistemas *wetlands* construídos

Os sistemas *wetlands* construídos para o tratamento de lodo 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 9 mostra diferentes taxas aplicadas para diferentes autores e em diferentes condições climáticas.

Tabela 9 - Referências de taxas de sólidos aplicados em *wetlands*.

Referência	TAS (KgST/m ² .ano)	Tipo de lodo
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).

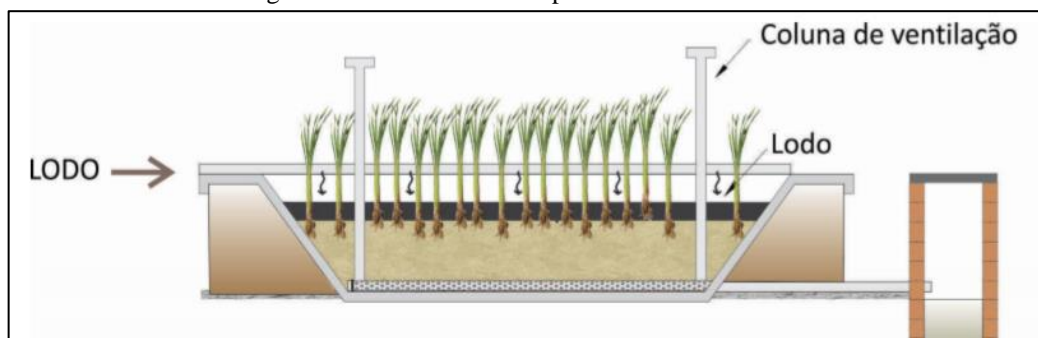
Com o passar do tempo, uma camada de lodo é acumulada na superfície do leito até um momento que se deva realizar um manejo. A taxa de acúmulo do lodo depende, obviamente, da carga de sólidos aplicada e nas condições climáticas que vão favorecer processos de desaguamento e estabilização da matéria orgânica.

Koottatep *et al.* (2005) pesquisando um sistema *wetland* para tratamento de lodo de tanque séptico com TAS de 250 kgST/m² ano, encontraram uma taxa de acúmulo de lodo de 12

em 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 375/2006 define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências (BRASIL, 2006).

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 31 mostra um estereótipo padrão de um leito plantado de tratamento de lodo.

Figura 31 - *Wetland* vertical para tratamento de lodo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

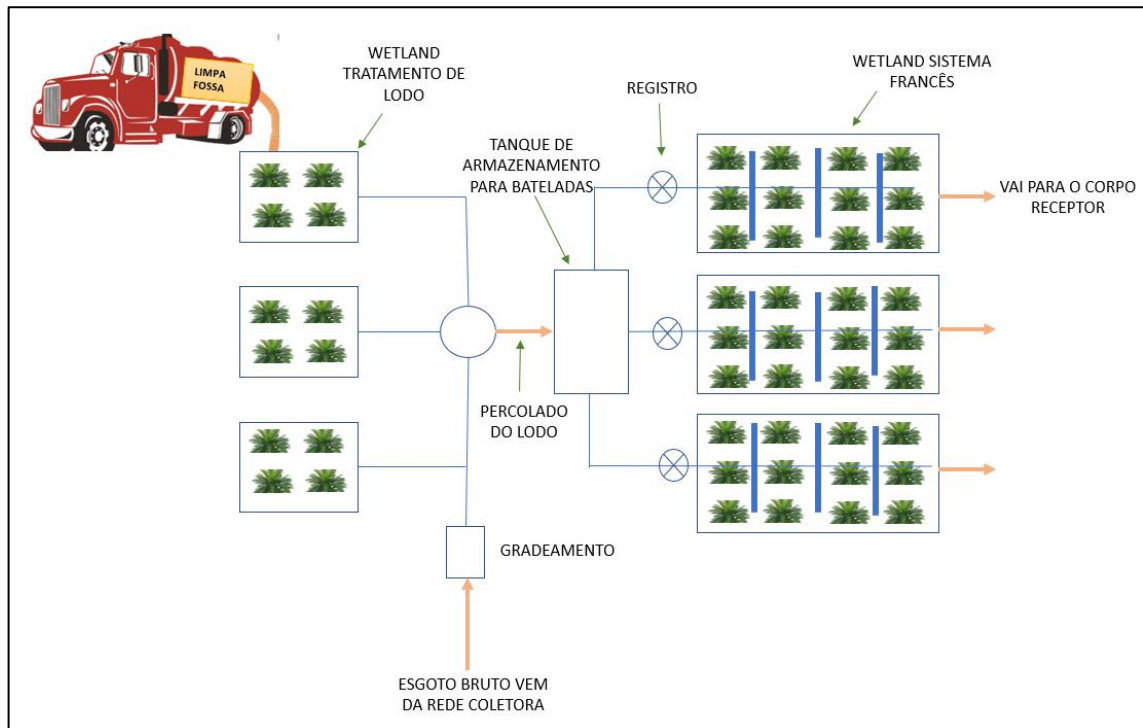
9.4.3 Dimensionamento das unidades *wetlands* para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do esgoto bruto doméstico

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 nos municípios investigados. 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 32 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 32 - Concepção padrão a ser adotada na proposta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

9.4.4 Dimensionamento do *wetland* construído para tratamento de lodo de tanque séptico

A Tabela 10 refere-se aos parâmetros de dimensionamento para o sistema *wetland* para tratamento de lodo de TS, onde define-se a área superficial por indivíduo.

Tabela 10 - Parâmetros de dimensionamento para tratamento de lodo de TS.

Itens	Valores	Referências
Produção de lodo per capita	1 L/dia	NBR 7.229:93
Taxa de acumulação de lodo (K) para intervalo de limpeza de 1 ano e Temp. médio do mês mais frio de 10°C	94 dias	NBR 7.229:93
Volume de lodo gerado per capita em um ano	94 x 1 = 94 L	NBR 7.229:93

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	94L x 15.000 mg/L = 1,41 KgST/ano	
Parâmetros de projeto de dimensionamento		
Taxa de aplicação	100 KgST/m ² .ano	Calderón-Vallejo <i>et al.</i> (2015)
Relação alimentação:repouso	1:7 dias	Calderón-Vallejo <i>et al.</i> (2015)
Volume percolado	0,6xVol. De lodo	-
Concentração média do percolado (SST)	800 mg/L	-
Área superficial	0,014 m ² /hab	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

9.5 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 reúso 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.

9.6 Edificações sem espaço útil

Conforme os dados obtidos nos questionários aplicados no município de São José do Cerrito, uma das questões mais importantes para a viabilidade e aplicação do sistema proposto para o município, é o espaço disponível no terreno para a construção do sistema individual, formado por tanque séptico e filtro anaeróbio. A maioria dos terrenos do município de São José do Cerrito possuem espaço para a implementação do sistema descentralizado de tratamento de esgoto, totalizando aproximadamente 87,9% das edificações. Esse valor demonstra que a

maioria da população urbana do município pode usufruir desse plano de esgotamento sanitário. Sobretudo, para o restante, uma maneira de contornar esse problema, é a ligação do esgoto para a residência mais próxima que possui o espaço necessário, garantindo então o seu tratamento.

10 Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em São José do Cerrito

Com base no diagnóstico realizado e levando em conta as características do município de São José do Cerrito, 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 unidades 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 previsto 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 consorciadas 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 previsto 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 consorciada 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 consorciada;
- 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 consequentemente 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 caminha 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 previsto 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 São José do Cerrito, segundo o plano municipal de saneamento. Nesse modelo, as prefeituras municipais podem executar ou terceirizar as ações, a saber:

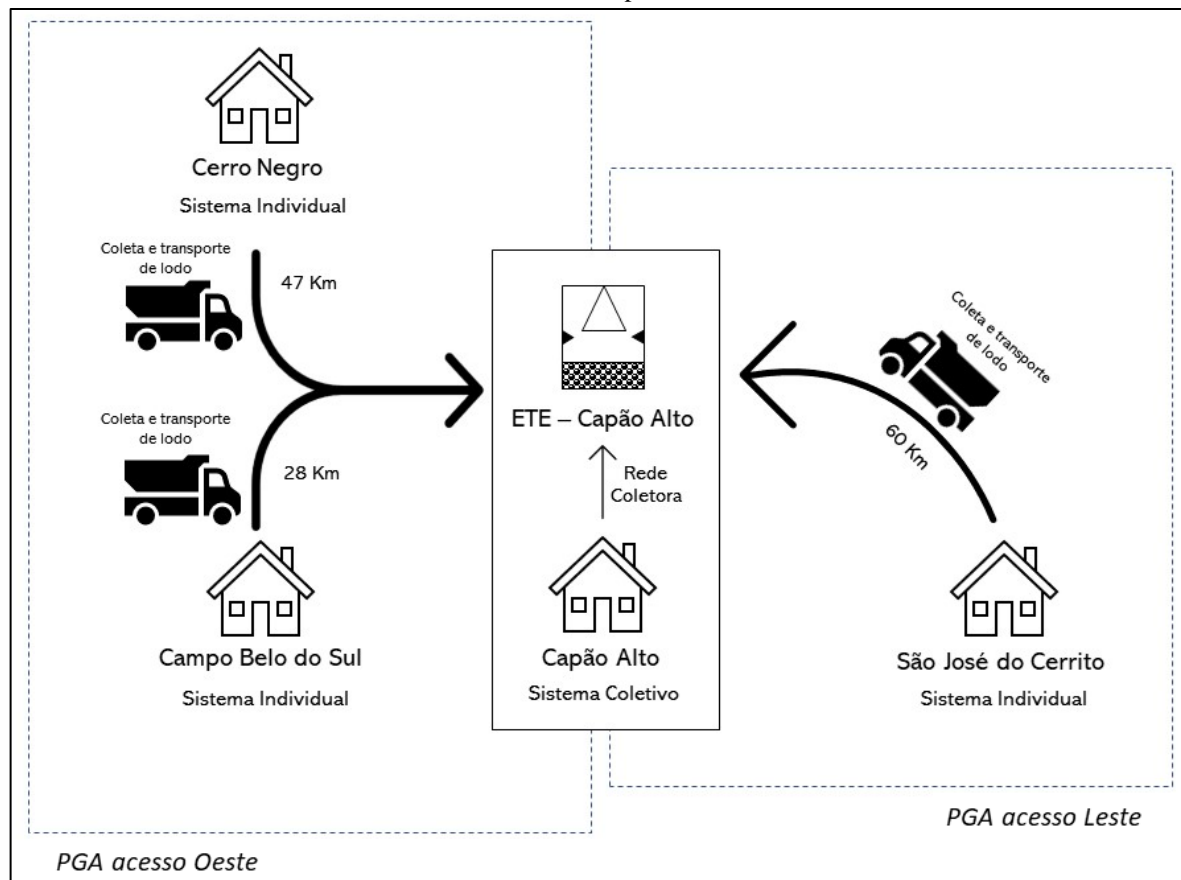
a) Implementar as alternativas 01 e/ou 02 e/ou 03 na área rural do município, onde a alternativa 04 se apresenta inviável devido à reduzida densidade populacional;

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 São José do Cerrito, indica-se as alternativas 01 e 02 para as áreas urbana e rural do município, para a curto e médio prazo. Para estas alternativas, devem ser instalados tanques sépticos seguidos de filtro anaeróbico 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 Capão Alto, conforme viabilidade a ser discutida posteriormente. Desta forma, além da cidade de São José do Cerrito, a ETE de Capão Alto poderia receber também o lodo proveniente dos sistemas de tratamento da área rural de Capão Alto, de forma a compor um programa de gestão associada (PGA) de sistemas de esgotos sanitários dos dois municípios, denominada **PGA acesso Leste** conforme a Figura 33. A ETE de Capão Alto também será considerada para mais um PGA formado entre este município e por Cerro Negro e Campo Belo do Sul, denominado **PGA acesso Oeste**. Neste caso, é apresentada a opção para a gestão da área urbana. Para a área rural devem ser considerados apenas sistemas individuais.

Figura 33 - Proposta de programa de gestão associada de sistemas de esgoto sanitário na área urbana para os municípios de São José do Cerrito e Capão Alto (PGA acesso Leste) e também o envolvimento de Campo Belo do Sul e Cerro Negro (PGA acesso Oeste). A área rural pode ser contemplada com sistemas individuais de todos os municípios.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com base nos dados apresentados anteriormente, o volume de lodo que deverá ser coletado e transportado de São José do Cerrito para a ETE de Capão Alto, pelo caminhão limpa fossa, será de 788,47 m³ por ano (2,16 m³/d). Multiplicando a concentração de matéria orgânica no lodo que é de 6 kg/m³ (JORDÃO; PESSÔA, 2005) pelo volume de lodo coletado e dividindo o resultado pelo volume do reator anaeróbio, modelo UASB, da cidade de Capão Alto (113 m³), obtemos uma carga orgânica volumétrica de 0,11 kg/m³.d. O volume de lodo coletado nas zonas urbana e rural da cidade de Capão Alto será de 234,62 m³ por ano (0,64 m³/d), correspondendo a uma carga orgânica volumétrica de 0,03 kg/m³.d. Um reator anaeróbio do tipo UASB pode receber uma carga orgânica volumétrica de até 15 kg/m³.d (JORDÃO; PESSÔA, 2005), muito acima da carga orgânica volumétrica gerada pelo lodo coletado nos sistemas das cidades de Capão Alto e de São José do Cerrito juntas. Portanto, o lodo dos sistemas da cidade de São José do Cerrito pode ser enviado a estação de tratamento de efluentes da cidade de Capão Alto 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 a 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 avançada, possibilitando sua utilização como fonte de insumo para agricultura, dependendo do nível de exigência para cada fim.

11 Custos e cobrança pelos serviços

A seguir são apresentados quatro cenários possíveis para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário no município de São José do Cerrito. 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 por duas prefeituras, com possibilidade de participação do CISAMA. No terceiro cenário, foi considerada a proposta apresentada no plano municipal de saneamento básico do município em 2011. 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)

Neste sentido, o município de São José do Cerrito possui 832 unidades na área urbana e aproximadamente 1.763 unidades na área rural que necessitam regularização do sistema de esgotamento sanitário. Para a área urbana foi considerado como dados a quantidade de ligações ativas de água (AG002) em 2018 (SNIS, 2019). Para a área rural, foi considerada a população do censo de 2010 e a estimativa média de pessoas por edificação na área rural prevista no PMSB, igual a 3,44 pessoas/edificação (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 2011). Neste caso adotou-se a população prevista no censo, visto a tendência a sua diminuição e, portanto, a base de cálculo pode ser considerada conservadora. Conforme o levantamento realizado *in loco* na área urbana, somente 14,9% das unidades eram constituídas por sistemas de tanque séptico seguido de pós-tratamento em filtro anaeróbio, o qual constitui-se no sistema individual ideal. No entanto, apenas por volta de um terço desses sistemas possuíam acesso para manutenção. Dessa forma, definiu-se que mesmos esses sistemas 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 no comércio local de Lages e são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Custos dos sistemas de tratamento individual.

Sistemas	Orçamentos		
	A	B	C
Tanque séptico (2 m ³)	R\$ 1.827,00	R\$ 2.331,75	R\$ 1.512,75
Filtro anaeróbico (1,1 m ³)	R\$ 1.790,90	R\$ 1.059,95	R\$ 1.070,35
Total	R\$ 3.617,90	R\$ 3.391,70	R\$ 2.583,10

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os volumes dos tanques referem-se a unidades para o tratamento de até 5 pessoas, correspondendo aos dados majoritários obtidos no diagnóstico. Desta forma, para a instalação de sistemas individuais de esgotamento sanitário, envolvendo a área urbana e rural, os custos irão variar entre **R\$ 6.701.852,95** e **R\$ 9.386.641,55** 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 São José do Cerrito não possui empresa especializada na limpeza de sistemas individuais de esgoto sanitário. Nesse sentido, o local mais próximo para oferta do serviço é o município de Lages, estando a aproximadamente 40 km de distância. Em consulta a empresa do setor, o custo para limpeza dos sistemas é de R\$ 250,00 acrescido da taxa de R\$ 3,50 por quilômetro rodado (incluindo ida e volta). Considerando a distância média apresentada, o valor para limpeza de cada sistema seria aproximadamente R\$ 530,00. Assim, os valores envolvidos na manutenção dos sistemas podem ser resumidos na Tabela 12, considerando uma limpeza anual dos sistemas.

Tabela 12 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Lages.

Sector	Número de unidades	Custos
Urbano	832	R\$ 440.960,00
Rural	1.763	R\$ 934.390,00
Custo anual de manutenção de todas as unidades		R\$ 1.375.350,00
Custo anual por unidade		R\$ 530,00
Custo mensal por unidade		R\$ 44,17

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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. Diversos moradores relataram não limpar seus sistemas devido à dificuldade em custear esse serviço. A título de comparação, a concessionária responsável pela gestão da água no município cobra uma taxa fixa de disponibilização de infraestrutura no valor de R\$ 29,49, acrescido de R\$ 1,96 para cada m³ de água consumido, conforme informações levantadas com o município. Desta forma, o valor estimado para a manutenção mensal do esgoto seria equivalente ao valor cobrado pelo consumo de 7,48 m³ de água, além da taxa fixa.

Alternativamente, o município de Capão Alto, situado a 60 km de São José do Cerrito, 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 São José do Cerrito. Neste sentido, um cenário alternativo para a manutenção dos sistemas individuais envolveria a aquisição de caminhões equipados com um tanque contendo hidrojato e sistema de vácuo para sucção, contendo tanque com volume de 10 m³ para recolhimento de esgoto e 6 m³ para água limpa. Como referência, o SAMAE - Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Araranguá-SC, adquiriu via licitação em 2019 um caminhão com as características citadas anteriormente, no valor total de **R\$ 520.000,00** (SAMAE/ARARANGUÁ, 2019). Esse caminhão poderia ser utilizado de forma consorciada entre os municípios de Capão Alto e São José do Cerrito para a manutenção dos sistemas individuais. Considerando os sistemas das áreas rurais dos dois municípios e os sistemas da área urbana de São José do Cerrito, tem-se um total de 3.203 unidades estimadas. Considerando a limpeza de 5 sistemas por dia, a aquisição de 3 caminhões envolveria o seu uso em 214 dias no ano. Desta forma, observa-se que existe ainda um período que pode ser considerado para manutenções preventivas ou corretivas dos caminhões e/ou do equipamento durante o ano. No que pese a existência da ETE no município de Urupema para a disposição e tratamento do lodo, a distância de viagem de São José do Cerrito até a ETE seria de 60 km. O serviço de limpeza poderia ser realizado e administrado pelas prefeituras e/ou pelo Consórcio Intermunicipal Serra Catarinense (CISAMA).

Assim, considerando um valor de referência de R\$ 12.000,00 para o pagamento mensal de três operadores (salário e encargos), um custo de R\$ 1,8311 por quilômetro rodado segundo a Resolução ANTT n° 5.899/2020 (ANTT, 2020), a mensalidade do sistema informatizado de cobrança da taxa (R\$ 1.038,00), foram estimados os seguintes valores da Tabela 13 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de São José do Cerrito. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio de 1 km na área urbana e de 15 km

na área rural.

Tabela 13 - Estimativa de custos para a limpeza considerando administração consorciada entre São José do Cerrito e Capão Alto.

Dados	Valores
Produção anual de lodo (Toneladas)	788,5
Número de viagens necessárias por caminhão	79
Distância para disposição em Capão Alto (km)	60
Distância média percorrida para coleta (km)	10,51
Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 139.397,17
Custo anual por unidade	R\$ 53,72
Custo mensal por unidade	R\$ 4,48

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O valor resultante é inferior ao estimado considerando a contratação de um serviço especializado no município de Lages-SC, podendo ser considerada como uma alternativa potencial para implementação nos municípios de São José do Cerrito e Capão Alto. Desta forma, a taxa mensal para a limpeza dos sistemas poderia ter como base o custo de manutenção de R\$ 4,48, acrescido do valor de R\$ 2,00 referente à aquisição dos caminhões (R\$ 1.537.440,00 arrecadado em 20 anos), R\$ 1,76 referente à taxa de administração do CISAMA e R\$ 1,76 referente ao fundo Funserra para execução do plano de ação a ser apresentado posteriormente, resultando em uma taxa mensal para cada ligação igual a **R\$ 10,00**. Neste caso, considera-se a participação dos municípios de São José do Cerrito e Capão Alto 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 São José do Cerrito (SÃO JOSÉ DO CERRITO, 2011). Nesse caso, é sugerido 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\$ 8.986.075,54** em 2011. Esse valor se torna **R\$ 15.185.372,67** quando corrigido para 2020 pelo INCC - Índice Nacional de Custo de Construção. Para os sistemas individuais, foi estimado um valor de R\$ 4.744.478,90 em 2011, o qual equivale a R\$ 8.422.989,06 em 2020 quando corrigido pelo INCC. Desta forma, considerando as 1.763 famílias na área rural, verifica-se que o valor previsto para cada sistema, segundo o plano, para 2020 é de R\$ 4.777,64 estando acima dos valores orçados para os

sistemas individuais no comércio de Lages. Esse número está superestimado pelo fato de o PMSB ter considerado em 2011 uma população rural de 8.218 pessoas e uma total para São José do Cerrito igual a 10.708, projetando 11.709 pessoas para 2030. No entanto ao longo destes 9 anos após a elaboração do plano, a projeção foi apontando para uma diminuição da população rural e total, estimando para 6.066 e 8.295, respectivamente em 2019. Ainda, deve ser observado que 68% dos sistemas a serem instalados serão na área rural e, portanto, o valor previsto para a universalização do serviço de tratamento de esgoto em São José do Cerrito considerando sistema coletivo na área urbana é de 1,62 a 2,23 vezes maior que o estimado considerando apenas implementação de sistemas individuais. Considerando apenas a área urbana, a opção envolvendo sistema coletivo é de 2,25 a 3,15 vezes mais cara quando comparado àquela baseada em sistemas individuais.

Com relação aos custos de operação previstos pelo plano de saneamento, os valores foram corrigidos pelo IGPM - Índice Geral de Preços do Mercado e são apresentados na Tabela 14. Para a obtenção do custo de operação para o sistema de esgoto, foi verificada a diferença entre o valor estimado considerando a manutenção do cenário tendencial (considera apenas abastecimento água, sendo 100% na área urbana e 33% sistema alternativo área rural) e a possibilidade de implementação de um cenário desejável (100% área urbana atendida e 100% de sistema alternativo na área rural com água e esgoto).

Tabela 14 - Custos para a implementação e operação de sistema coletivo de esgoto na área urbana e individual na área rural. Nos cenários são previstos custos para um horizonte de 20 anos.

Cenários possíveis	Valores
Cenário tendencial em 2011 – custos com água	R\$ 6.259.899,61
Cenário desejável em 2011 – custos com água e esgoto	R\$ 11.671.043,76
Custos somente com esgoto em 2011	R\$ 11.554.098,04
Cenário tendencial para 2020 – custos com água	R\$ 21.541.620,82
Cenário desejável para 2020 - custos com água e esgoto	R\$ 5.294.198,43
Custos somente com esgoto para 2020	R\$ 9.870.577,06
Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 493.528,85
Custo anual por unidade	R\$ 190,18
Custo mensal por unidade	R\$ 15,85

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os dados da Tabela 14 mostram que o custo anual de manutenção de todas as unidades de R\$ 493.528,85, menor que o previsto considerando a universalização apenas com sistemas

individuais. Entretanto, apenas a área rural envolvendo 1.763 unidades envolveria um custo anual de R\$ 934.390,00 devido a necessidade de contratação de um serviço especializado no município de Lages. Desta forma, embora o valor da manutenção do sistema de esgoto previsto no plano municipal seja menor que o observado para a universalização via sistemas individuais, deve-se considerar que o custo de limpeza dos sistemas pode ter aumentado em relação àquele passível de correção pelo IGPM ou é possível uma negociação com empresas prestadoras deste serviço para que realizem o serviço em São José do Cerrito com valor menor que o levantado neste trabalho.

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 15 apresenta o custo de implantação do sistema de esgotamento sanitário para o município de São José do Cerrito, considerando um sistema centralizado atendendo toda a área urbana e sistema individual na área rural. A tecnologia de tratamento adotada foi o *Wetland Vertical Sistema Francês*, conforme detalhado no item 9.4. Os custos com manejo de lodo referem-se à retirada 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. 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. Ainda, na área rural foram considerados os sistemas de tratamento individual baseados em tanques sépticos e filtros anaeróbios e a limpeza efetuada pela prefeitura, considerando a aquisição de um caminhão 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\$ 2,60 por unidade para o custeio destes veículos (R\$ 1.100.112,00 arrecadado em 20 anos, considerando os 1.763 sistemas da área rural). Além disto, considerando um valor de referência de R\$ 8.000,00 para o pagamento mensal de dois operadores (salário e encargos), um custo de R\$ 1,8311 por quilômetro rodado segundo a Resolução ANTT n° 5.899/2020 (ANTT, 2020), a mensalidade do sistema informatizado de cobrança da taxa (R\$ 1.057,80), foram estimados os seguintes valores da Tabela 15 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de São José do Cerrito considerando este cenário. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio 15 km na área rural.

Tabela 15 - Custos de implementação e manutenção considerando a tecnologia de *wetlands* construídos na área urbana.

Custo de Implementação	Valores
Implementação dos sistemas na área urbana envolvendo rede coletora e ETE (<i>Wetland Vertical Sistema Francês</i>)	R\$ 7.123.366,93
Sistemas individuais para a área rural (mínimo e máximo)	R\$ 4.552.713,75 R\$ 6.376.548,75
Total para área urbana e rural (mínimo e máximo)	R\$ 11.676.080,68 R\$ 13.499.915,68
Custo de Manutenção	Valores
Custo anual de manutenção de todas as unidades na área urbana	R\$ 58.233,60
Custo anual por unidade na área urbana	R\$ 34,00
Custo mensal por unidade na área urbana	R\$ 2,83
Custo anual de manutenção de todas as unidades na área rural	R\$ 117.540,48
Custo anual por unidade na área rural	R\$ 66,67
Custo mensal por unidade na área rural	R\$ 5,56
Custo médio mensal por unidade na área urbana e rural	R\$ 4,70

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para este último cenário, embora os valores sejam compatíveis àqueles considerando a universalização somente com sistemas individuais, o valor obtido para a manutenção dos sistemas é maior que o considerado envolvendo o consórcio e valorizando a ETE já construída no município de Capão Alto (Tabela 13). Além disto, a soma do valor base de R\$ 4,70 com a contribuição para aquisição do caminhão de 2,60 se torna R\$ 7,30. Este valor é superior àquele estimado na Tabela 13 de R\$ 6,48 (R\$ 4,48 + R\$ 2,00), considerando os mesmos fatores, já que neste último cenário as prefeituras administrariam isoladamente os sistemas. Por fim, essa alternativa possui um custo de implementação menor do que o apresentado no plano de saneamento do município e com um valor inferior de manutenção, podendo ser uma opção alternativa para a gestão dos sistemas de esgotos de São José do Cerrito.

12 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 São José do Cerrito. 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 São José do Cerrito. Cabe ressaltar que a atuação do CISAMA junto aos municípios da Amures é intensa, o qual contribuiu significativamente para a definição de um plano de ação adequado ao município.

Quadro 2 - Objetivo 1: adequar o município em termos legislativos e executivos sobre os sistemas individuais de tratamento de esgotos e planejar o sistema de cobranças.

Meta 1.1	<ul style="list-style-type: none"> - Adequação e aprovação na legislação municipal disciplinando o projeto, execução e operação de sistemas individuais de tratamento de esgoto. - Adaptar as adequações ao PMSB de São José do Cerrito. - Cumprir o estabelecido no código sanitário do município para emissão de habite-se sanitário pela vigilância sanitária, mediante implantação do sistema individual de esgotos.
Prazo	12 meses
Investimentos	Atualização do plano municipal de saneamento básico com recurso junto ao governo do estado pela SDE/SC no valor de R\$ 1.317.327,00 para 14 municípios da Serra Catarinense, incluindo São José do Cerrito.
Fontes de Recursos	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável do Governo de Santa Catarina (SDE/SC)
Responsáveis	<ul style="list-style-type: none"> - Secretaria de Administração e Planejamento - Vigilância Sanitária - Procuradoria Jurídica - CISAMA

Meta 1.2	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de taxa para a manutenção dos sistemas individuais de tratamento - Elaboração de mecanismo para arrecadação via fatura da água
Prazo	12 meses
Responsáveis	<ul style="list-style-type: none"> - Secretaria de Administração e Planejamento - Procuradoria Jurídica - ARIS - CASAN

	- CISAMA
--	----------

Meta 1.3	Aquisição de sistema informatizado para emissão de taxa e impressão de fatura para as ligações.
Prazo	06 meses
Investimentos	R\$ 17.350,00 (valor a ser rateado entre Capão Alto e São José do Cerrito)
Fontes de Recursos	Funserra
Responsáveis	- Secretaria de Administração e Planejamento - CISAMA

Meta 1.4	Capacitação de agentes municipais para fiscalização do projeto (secretaria de planejamento) e execução e operação (vigilância sanitária) dos sistemas individuais de tratamento de esgoto.
Prazo	03 meses
Investimentos	R\$ 6.000,00 (20 horas de curso, R\$ 300,00/hora)
Fontes de Recursos	- Funserra - Fundo para Recuperação de Bens Lesados (Ministério Público de Santa Catarina) - Ministério Público de Santa Catarina (13ª Promotoria de Justiça da Comarca de Lages-SC) - Prefeitura Municipal de São José do Cerrito
Responsáveis	- Secretaria de Administração e Planejamento - Vigilância sanitária - CISAMA

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Quadro 3 - Objetivo 2: regularizar as edificações do município de São José do Cerrito com relação aos sistemas de esgotos sanitários.

Meta 2.1	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.
Prazo	60 meses
Investimentos	Entre R\$ 6.701.852,95 e R\$ 9.386.641,55
Fontes de Recursos	- Funasa - Funserra - Prefeitura Municipal de São José do Cerrito
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito - Secretaria de Administração e Planejamento - Secretaria de Obras e Rodovias - CISAMA

Meta 2.2	Implantação do sistema de tratamento coletivo na área urbana do município de São José do Cerrito.
Prazo	120 meses
Investimentos	R\$ 6.762.383,61
Fontes de Recursos	Funasa
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito - Secretaria de Administração e Planejamento - Secretaria de Obras e Rodovias - CISAMA

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Quadro 4 - Objetivo 3: implantar o serviço de manutenção dos sistemas individuais.

Meta 3.1	Celebração de contrato de programa via CISAMA com o município de Capão Alto para a disposição de lodo na ETE municipal.
Prazo	12 meses
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito - Secretaria de Administração e Planejamento - CISAMA

	- Prefeitura de Capão Alto
--	----------------------------

Meta 3.2	Elaboração, divulgação e realização de edital de licitação para aquisição de caminhão limpa fossa.
Prazo	12 meses
Investimentos	R\$ 1.560.000,00 para aquisição de três caminhões e R\$ 500,00 para elaboração, divulgação e realização do edital
Fontes de Recursos	Funasa Fundo para Recuperação de Bens Lesados (Ministério Público de Santa Catarina)
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito - Secretaria de Administração e Planejamento - Procuradoria Jurídica - CISAMA

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Quadro 5 - Objetivo 4: realizar campanhas de educação ambiental.

Meta 4.1	- Divulgar continuamente aos moradores a importância dos sistemas de tratamento de esgotos em termos ambientais e de saúde. - Realizar audiências públicas e eventos em datas estratégicas (dia da água, dia do meio ambiente) sobre saneamento básico.
Prazo	Fluxo contínuo
Investimentos	R\$ 5.000,00 por ano
Fontes de Recursos	Funserra Fundo para Recuperação dos Bens Lesados (Ministério Público de SC)
Responsáveis	- Secretaria de Educação, Cultura e Desporto - CISAMA - CASAN - ARIS

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

13 Considerações finais

O diagnóstico realizado no município de São José do Cerrito identificou que a ampla maioria das residências não possui sistema de esgotamento sanitário adequado, sendo a disposição realizada diretamente na rede pluvial, no solo ou mesmo resultado da ineficiência de sistemas mal projetados de tratamento. 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 consorciada, com serviço de limpeza administrado pelo poder público apresenta-se como uma alternativa mais acessível à realidade socioeconômica de São José do Cerrito.

Considerando um cenário de médio e longo prazo, conforme já previsto no plano municipal de saneamento básico que irá passar por revisão, 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.

14 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.

ABU-RIZAIZA, O. S.; HAMMADUR, R. **Cost comparison between cesspool and sanitary sewerage systems in saudi urban areas.** *Journal of the American Water Resources Association*, [s.l.], v. 34, n° 4, p. 855–863, 1998. ISSN: 1093-474X, DOI: 10.1111/j.1752-1688.1998.tb01521.x.

ANDRADE, C. F. **Avaliação do tratamento do lodo de caminhões limpa-fossa e do percolado em sistemas alagados construídos de escoamento vertical.** - Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.

ANTT. **Resolução no 5.899 de 14 de julho de 2020.** 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-5.899-de-14-de-julho-de-2020-267034742>>. Acesso em: 10/ago./20.

ARIS. **Relatório de Fiscalização RF-SAA-OP-SÃO JOSÉ DO CERRITO-003/2018.** Florianópolis/SC: [s.n.], 2018.

_____. **Plano Municipal de Saneamento Básico - Estudo Populacional.** Florianópolis/SC: [s.n.], 2019.

ÁVILA, R. O. De. **Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte.** 166 p. - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. **Resolução Conama N° 375.** Brasil: Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 2006.

CASAN. **Relatório anual de qualidade da água distribuída - São José do Cerrito.** Curitiba: [s.n.], 2017.

DOTRO, G. *et al.* **Treatment Wetlands.** *Water Intelligence Online*, [s.l.], v. 16, p. 9781780408774, 2017. ISBN: 9781780408774, ISSN: 1476-1777, DOI: 10.2166/9781780408774.

EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2004.

EPAGRI/CIRAM. **Remanescentes Florestais.** *Mapas.* 2005. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1172&Itemid>

d=543>. Acesso em: 13/out./20.

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*, [s.l.], v. 78, n° 4, p. 848–859, 2018. ISSN: 0273-1223, DOI: 10.2166/wst.2018.355.

IBGE. **Mapa de Clima do Brasil.** 2002. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/climatologia/15817-clima.html?=&t=acesso-ao-produto>>.

_____. **São José do Cerrito/Santa Catarina/Brasil.** *Cidades@.* 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/sao-jose-do-cerrito/panorama>>. Acesso em: 05/ago./20.

INMET. **Precipitação Total Anual.** 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/page&page=desvioChuvaAnual>>. Acesso em: 22/maio/20.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 4 ed. Rio de Janeiro: Rio de Janeiro: ABES, 2005. 932 p.

KOOTTATEP, T. *et al.* **Treatment of septage in constructed wetlands in tropical climate: lessons learnt from seven years of operation.** *Water Science and Technology*, [s.l.], v. 51, n° 9, p. 119–126, 2005. ISSN: 0273-1223, DOI: 10.2166/wst.2005.0301.

MASSOUD, M. A.; TARHINI, A.; NASR, J. A. **Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries.** *Journal of Environmental Management*, [s.l.], v. 90, n° 1, p. 652–659, 2009. ISSN: 03014797, DOI: 10.1016/j.jenvman.2008.07.001.

METCALF & EDDY; AECON. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos.** 5 ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

MOLLE, P. **French vertical flow constructed wetlands: A need of a better understanding of the role of the deposit layer.** *Water Science and Technology*, [s.l.], v. 69, n° 1, p. 106–112, 2014. ISSN: 02731223, DOI: 10.2166/wst.2013.561.

NATURALTEC. **Tratamento Preliminar | Fossa e Filtro Anaeróbio.** [s.d.]. Disponível em: <<https://www.naturaltec.com.br/fossa-filtro/>>. Acesso em: 25/jul./20.

NIELSEN, S. **Sludge treatment and drying reed bed systems 20 years of experience.** In: *Proceedings of the European Conference on Sludge Management.* Liège, Belgium: [s.n.], 2008.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola.** 2 ed. São Paulo: Blucher, 2011. 520 p.

SAMAE/ARARANGUÁ. **Caminhão limpa fossa já está equipado e à disposição do SAMAE.** 2019. Disponível em: <<http://www.samaeararangua.com.br/noticias/170/caminho>>.

limpa-fossa-j-est-equipado-e-disposio-do-samae>. Acesso em: 30/jul./20.

SANTOS, H. . Dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. In: EMBRAPA SOLOS (Org.). 5 ed. Brasília: [s.n.], 2018. ISBN: 978-85-7035-817-2.

SÃO JOSÉ DO CERRITO. **Anexo III - Zoneamento do Município de São José do Cerrito**. São José do Cerrito: [s.n.], 1987a. Disponível em: <https://static.fecam.net.br/uploads/516/arquivos/1406326_ANEXO_III__ZONEAMENTO_1.pdf>.

_____. **Lei municipal nº 07/1987: Código de obras e edificações do município de São José do Cerrito**. São José do Cerrito: [s.n.], 1987b.

_____. **Plano Físico Territorial Urbano do Município de São José do Cerrito**. São José do Cerrito: [s.n.], 1987c. Disponível em: <https://static.fecam.net.br/uploads/516/arquivos/415177_0.261686001248701210_lei_003.pdf>.

_____. **Plano Municipal de Saneamento Básico de São José do Cerrito - VOLUME I - Consolidação do Plano Municipal de Saneamento Básico**. Prefeitura Municipal de São José do Cerrito: [s.n.], 2011.

_____. **Portal Municipal de Turismo**. *Portal Municipal de Turismo*. 2020.

SDS. **Plano estadual de recursos hídricos de Santa Catarina - caracterização geral das regiões hidrográficas de Santa Catarina: RH4 - Planalto de Lages**. Florianópolis/SC: [s.n.], 2017. Disponível em: <https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/PlanoEstadual/etapa_a/PERH_SC_RH4_CERTI-CEV_2017_final.pdf>.

_____. **Mapa hidrocanoas**. *Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina*. [s.d.]. Disponível em: <http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_estatico.jsp?idEmpresa=23&idMenu=318&idMenuPai=314>. Acesso em: 01/out./20.

SNIS. **Painel de indicadores 2018**. *Painel de Informações sobre Saneamento*. 2019. Disponível em: <http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-agua>. Acesso em: 20/maio/20.

SORDI, M. V. De; SALGADO, A. A. R.; PAISANI, J. C. **Compartimentação geomorfológica em áreas de tríplex divisor de águas regional - o caso do planalto de Santa Catarina**. *Geociências*, [s.l.], v. 35, nº 4, 2016.

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*, [s.l.], v. 23, p. 11, 2019. ISSN: 2236-1170, DOI: 10.5902/2236117038534.

SUNTTI, C. **Desaguamento de lodo de tanque séptico em filtros plantados com macrófitas**. - 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*, [s.l.], v. 101, n° 9, p. 2905–2912, 2010. ISSN: 09608524, DOI: 10.1016/j.biortech.2009.11.102.

15 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 - Modelos de sistemas individuais de tratamento.

Anexo D - Convênio de cooperação técnica entre a ARIS e o município de São José do Cerrito-SC.

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

SISTEMAS INDIVIDUAIS

PERFIL DA EDIFICAÇÃO

RESIDÊNCIA	
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 SUCÇÃO OU TAMPA DE INSPEÇÃO PARA FAZER A LIMPEZA DA FOSSA/SISTEMA DE TRAMENTO DE ESGOTO?		
() sim () não		
A FOSSA JÁ APRESENTOU PROBLEMAS DE ENTUPIAMENTO 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.

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