

# Projeto **TRATAS** **N**

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/XI/2019

## **ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL** Diagnóstico de situação e proposição de alternativas

Capão Alto - Santa Catarina



**CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/XI/2019**

**ORGANIZAÇÃO**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPÃO ALTO**

**Tito Pereira Freitas** Prefeito Municipal

**Zézo Pires** 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/UEDESC

**Profª. Viviane Trevisan**

Departamento de Engenharia Ambiental  
e Sanitária – CAV/UEDESC

**Prof. Eduardo Bello Rodrigues**

Departamento de Engenharia Ambiental  
e Sanitária – CAV/UEDESC

**Alunos de Graduação e Mestrado**

Departamento de Engenharia Ambiental  
e Sanitária – CAV/UEDESC

**Equipe Técnica Municipal**

**Gislaine F. de Jesus Antunes Pereira**

Secretária de Saúde

**Diego Anderson Machado**

Secretário de Finanças

**Mirtes Terezinha Melo**

Secretária de Educação, Cultura e  
Esportes

**Luis Fernando Lisboa Reis**

Secretário da Administração

**Selênio Sartori**

Diretor Executivo do CISAMA

**Katynara Goedert**

Coordenadora de Projetos de  
Saneamento Básico do CISAMA

**Tito Pereira Freitas**

Prefeito de Capão Alto

**Zézo Pires**

Vice-Prefeito de Capão Alto

## Sumário

1	Apresentação .....	9
2	Aspectos gerais do município.....	10
2.1	Características físicas.....	12
2.1.1	Solos .....	12
2.1.2	Recursos hídricos e informações das bacias.....	12
2.2	Uso e ocupação do solo .....	14
2.3	Diagnóstico socioambiental.....	15
3	Estudo populacional .....	16
4	Cenário atual do saneamento básico.....	18
4.1	Sistema de abastecimento de água.....	18
4.2	Esgotamento sanitário.....	20
4.3	Drenagem e manejo de águas pluviais.....	23
5	Projeção da geração de lodo e esgoto.....	24
5.1	Esgoto na área urbana .....	24
5.2	Lodo na área urbana.....	25
5.3	Esgoto na área rural .....	25
5.4	Lodo na área rural .....	27
6	Diagnóstico.....	27
6.1	Informações do município sobre a gestão do sistema de esgotos sanitários....	27
6.2	Sistemas individuais na área urbana .....	28
6.2.1	Metodologia de aplicação dos questionários .....	28
6.2.2	Tratamento de dados.....	28
6.3	Resultados obtidos .....	29
6.3.1	Característica das edificações.....	29
6.3.2	Características dos sistemas de tratamento.....	30
6.3.3	Sistemas de disposição .....	34

6.3.4	Idade dos sistemas .....	36
6.3.5	Limpeza dos sistemas .....	36
6.3.6	Espaço no terreno para instalação .....	39
6.4	Caixa de água.....	40
7	Legislação.....	41
8	Soluções para o tratamento de esgoto sanitário.....	42
8.1	Tanques sépticos .....	43
8.1.1	Dimensionamento do tanque séptico.....	45
8.1.2	Limpeza dos tanques sépticos .....	45
8.2	Filtro anaeróbio.....	45
8.2.1	Dimensionamento do filtro anaeróbio .....	47
8.3	Estudo de caso envolvendo a aplicação de tanque séptico e filtro anaeróbio..	47
8.4	Alternativa baseada no sistema de <i>wetlands</i> .....	49
8.4.1	Tratamento de esgoto bruto por meio de <i>wetland</i> vertical Sistema Francês	49
8.4.2	Tratamento de lodos através de sistemas <i>wetlands</i> construídos.....	52
8.4.3	Dimensionamento das unidades <i>wetlands</i> para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do esgoto bruto doméstico .....	54
8.4.4	Dimensionamento de <i>wetland</i> construído para tratamento de lodo de tanque séptico	55
8.5	Alternativas de disposição do esgoto tratado.....	56
8.6	Edificações sem espaço útil .....	56
9	Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Capão Alto .....	57
10	Custos e cobrança pelos serviços .....	63
11	Plano de ação.....	71
12	Considerações finais.....	76
13	Referências .....	77
14	Anexos.....	81

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Distribuição da população no território municipal.....	11
Tabela 2 - Evolução da população de Capão Alto entre os anos de 1996 e 2020, segundo IBGE.....	16
Tabela 3 - Projeção da população urbana de Capão Alto para o período de 2021-2042, utilizando vários modelos.....	16
Tabela 4 - Projeção da população no município de Capão Alto. ....	18
Tabela 5 - Avaliação dos valores dos parâmetros de operação em função da população atendida.....	22
Tabela 6 - Projeção de geração esgoto doméstico na área urbana de Capão Alto. ....	25
Tabela 7 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Capão Alto. ....	25
Tabela 8 - Projeção de geração esgoto doméstico na área rural de Capão Alto.....	26
Tabela 9 - Projeção de produção de lodo na área rural de Capão Alto. ....	27
Tabela 10 - Referências de taxas de sólidos aplicados em <i>wetlands</i> . ....	53
Tabela 11 - Parâmetros de dimensionamento para tratamento de lodo de TS. ....	55
Tabela 12 - Custos dos sistemas de tratamento individual.....	64
Tabela 13 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Lages. ....	65
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. ....	67
Tabela 15 - Estimativa de custos para a limpeza considerando administração associada entre Capão Alto e São José do Cerrito.....	69
Tabela 16 - Custos de implementação e manutenção considerando a tecnologia de <i>wetlands</i> construídos na área urbana. ....	70

## Lista de Figuras

Figura 1 - Localização geográfica do município de Capão Alto.....	11
Figura 2 - Localização do município de Capão Alto na região hidrográfica do planalto de Lages.....	13
Figura 3 - Rede hidrográfica do município de Capão Alto. ....	13
Figura 4 - Núcleo urbano do município de Capão Alto. ....	14
Figura 5 - Cobertura da vegetação densa no município de Capão Alto. ....	15
Figura 6 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de Capão Alto. ....	17
Figura 7 - Dados da população total de Capão Alto entre 1996 e 2019 e projeção para 2021 a 2042. ....	18
Figura 8 – Posição georreferenciada do ponto de captação e ETA, bem como a ETE do município de Capão Alto.....	19
Figura 9 – Campanha “se liga na rede” promovida pela prefeitura de Capão Alto. ....	20
Figura 10 - Dispositivos constituintes do sistema de tratamento de esgoto de Capão Alto. a) gradeamento, caixa de areia e medidor Parshall, b) casa de química e laboratório, c) chegada do esgoto bruto, d) queimador <i>flare</i> e, e) tanque de contato para desinfecção do esgoto tratado.....	21
Figura 11 - Reatores que compõem o sistema de tratamento de esgoto de Capão Alto, decantador secundário e leito de secagem para o gerenciamento dos subprodutos. ....	21
Figura 12 - Número médio de pessoas nas edificações entrevistadas. Esses números representam a quantidade mais provável de pessoas na edificação.....	29
Figura 13 - Número máximo de pessoas nas edificações.....	30
Figura 14 - Distribuição das propriedades entre sistemas coletivos e individuais. ....	30
Figura 15 - Porcentagem de caixas de gordura instaladas.....	31
Figura 16 - Presença ou não de fossa rudimentar nas residências.....	32
Figura 17 - Presença de tanque séptico nas edificações entrevistadas. ....	33
Figura 18 - Presença de filtro anaeróbio nas edificações entrevistadas. ....	33
Figura 19 - Presença de sumidouro nas propriedades entrevistadas. ....	34
Figura 20 - Presença de tubulação de drenagem na rua. ....	35
Figura 21 - Idade dos sistemas de tratamento ou da propriedade.....	36
Figura 22 - Realização de limpeza nos sistemas de tratamento. ....	37
Figura 23 - Distribuição da frequência de limpeza dos sistemas. ....	37

Figura 24 - Ano da última limpeza. ....	38
Figura 25 - Acesso ao sistema de esgoto. ....	38
Figura 26 - Presença de tampa de inspeção. ....	39
Figura 27 - Ocorrência de problemas no sistema de esgoto. ....	39
Figura 28 - Disponibilidade de espaço para instalação de sistemas individuais. ....	40
Figura 29 - Existência de caixa d'água. ....	40
Figura 30 - Volumes das caixas de água. ....	41
Figura 31 - Tanque séptico. ....	44
Figura 32 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente. ....	46
Figura 33 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbio. ....	48
Figura 34 - Configuração de um WSF clássico em alimentação. ....	50
Figura 35 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico. ....	51
Figura 36 - Perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio do Sistema Francês. .	52
Figura 37 - <i>Wetland</i> vertical para tratamento de lodo. ....	54
Figura 38 - Concepção padrão a ser adotada na proposta. ....	55
Figura 39 - Proposta do programa de gestão associada de tratamento de esgoto sanitário na área urbana para os municípios de Capão Alto, Campo Belo do Sul, São José do Cerrito e Cerro Negro. A área rural pode ser contemplada com sistemas individuais nos três municípios. ....	62
Figura 40 – Projeto da rede coletora de esgoto em Capão Alto. As áreas circuladas em vermelho e rosa representam as etapas concluídas. A área circulada em verde é a terceira etapa prevista. A linha azul representa o Arroio Passo da Macieira. ....	66

## 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 Capão Alto com relação aos sistemas de esgotos sanitários. ....	73
Quadro 4 - Objetivo 3: implantar o serviço de manutenção dos sistemas individuais...	74
Quadro 5 - Objetivo 4: realizar campanhas de educação ambiental.....	75

## 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 Capão Alto, que está localizado no estado de Santa Catarina. Com a realização deste trabalho, pode-se propor melhorias por meio de um plano de ação, que seja adequado para a população em termos de destinação correta dos efluentes gerados, considerando ainda a gestão associada envolvendo outros municípios vizinhos. O presente estudo traz, ainda, uma perspectiva de aplicação de sistemas naturais para o tratamento de esgoto e de lodos de tanques sépticos, por meio da ecotecnologia dos *wetlands* construídos, podendo ser integrado aos sistemas individuais de tratamento de esgotos.

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

## **2 Aspectos gerais do município**

De acordo com o SEBRAE/SC (2019), o município de Capão Alto faz parte da Serra Catarinense (Figura 1) e destaca-se economicamente com atividades ligadas à agropecuária. Capão Alto possui uma extensão territorial superior a 1.335 km<sup>2</sup> e fica distante cerca de 252 km da capital Florianópolis. As atividades ligadas à agricultura são responsáveis pela maior geração de empregos para a população local (SEBRAE, 2019). Segundo informações disponibilizadas no página oficial do município na internet (CAPÃO ALTO, 2014), Capão Alto possui altitude de 1.022 m acima do nível do mar e possui como municípios limítrofes Lages, Vacaria e Campo Belo do Sul.

Figura 1 - Localização geográfica do município de Capão Alto.



Fonte: SEBRAE, (2019).

A população de Capão Alto identificada no último censo do foi de 2.753 pessoas, com uma densidade demográfica de 2,06 hab./km<sup>2</sup>, com estimativa de 2.496 habitantes para 2020 (IBGE, 2020). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM de Capão Alto é de 0,654 e o PIB (Produto Interno Bruto) per capita é de R\$ 38.905,90 (IBGE, 2020).

Na Tabela 1 é apresentada a distribuição da população e domicílios do município de Capão Alto, segundo censo demográfico de 2010.

Tabela 1 - Distribuição da população no território municipal.

<b>Dados</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
População urbana	Habitantes	962
População rural	Habitantes	1791
Domicílio na área urbana	Residências	285
Domicílio na área rural	Residências	542
Taxa de ocupação	Habitantes/Residências	3.33

Fonte: Adaptado de IBGE, (2020).

## 2.1 Características físicas

### 2.1.1 Solos

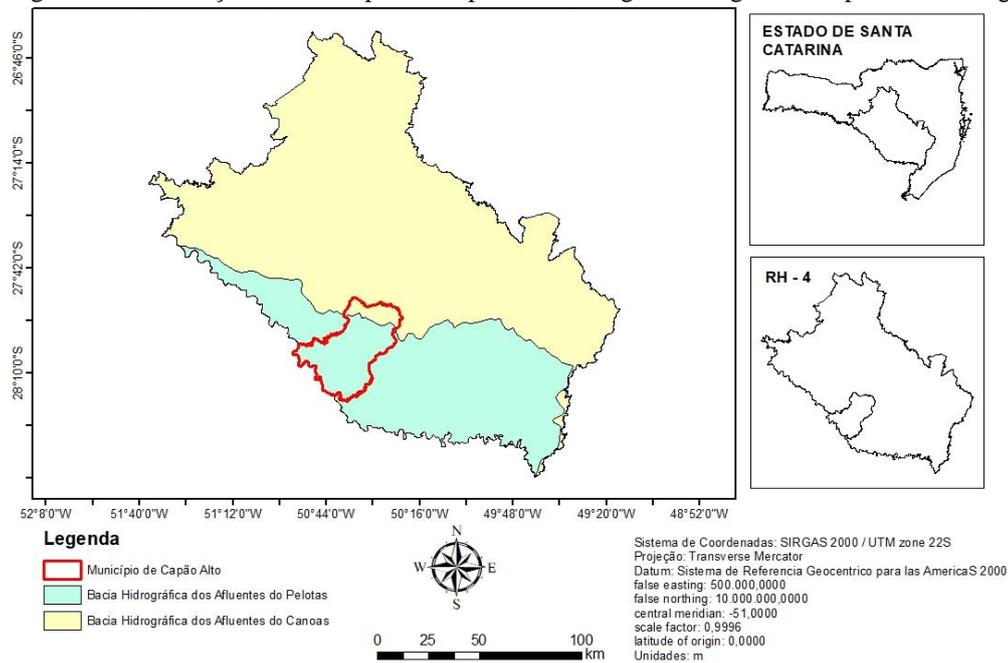
A região do planalto serrano tem como ocorrência predominantes os Cambissolos, Neossolo Litólico e há ainda ocorrência de Latossolo Bruno (JUNIOR, 2012;SÁ, 2014). Pelo fato de a região de estudo estar inserida nestes tipos de solo, pode ser considerada como médio grau de fragilidade ambiental, os padrões de forma de relevo são de interflúvios médio composto por áreas de campos com afloramentos rochosos, com médias declividades e solo pouco espesso (LEMOS, 2018).

O município de Capão alto está inserido na formação gramado, o qual é caracterizado por derrames basálticos, horizontes vesiculares espessos e abundantes com intercalações frequentes com rochas sedimentares eólicas da Formação Botucatu (CPRM, 2014). Esta formação faz parte do grupo Serra Geral, que segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Capão Alto (CAPÃO ALTO, 2011), ocupa mais de 50% da área do estado de Santa Catarina.

### 2.1.2 Recursos hídricos e informações das bacias

Capão Alto pertence em sua totalidade à Região Hidrográfica do Planalto de Lages (RH4), e esta região, por sua vez, possui intersecção com duas bacias hidrográficas (BH), como mostra a Figura 2: a BH dos Afluentes do Canoas e a BH dos Afluentes do Pelotas (SDS, 2017). A bacia hidrográfica do rio Pelotas é de domínio da União pois faz a divisa entre os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e possui uma área de drenagem de 13.227 km<sup>2</sup>. Em relação ao rio Canoas, este está totalmente inserido no estado de Santa Catarina e possui uma BH de 14.989 km<sup>2</sup>, constituindo-se na maior do estado (MMA, 2006).

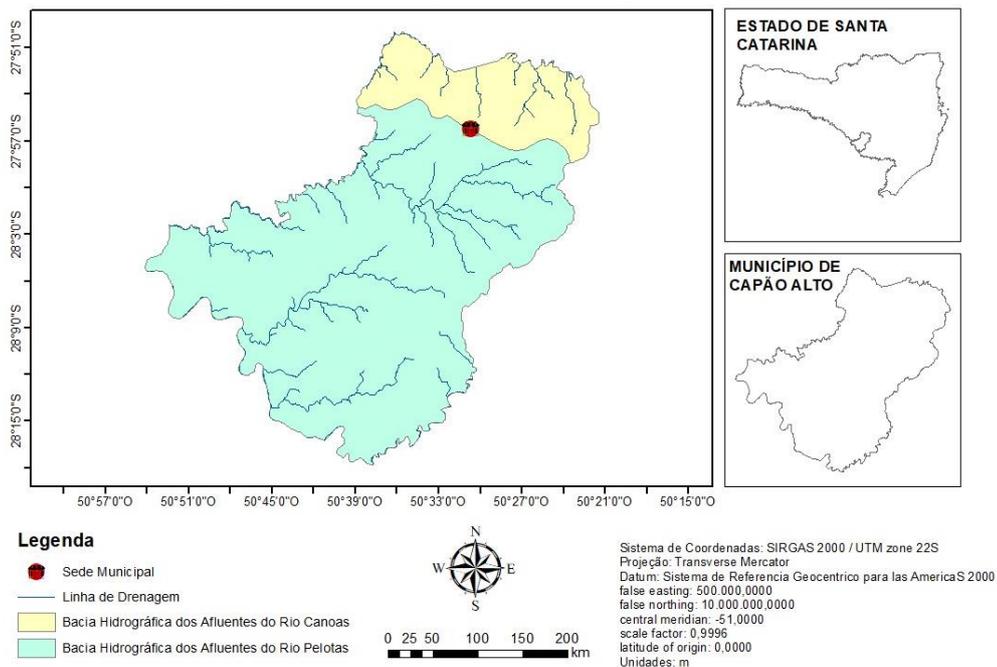
Figura 2 - Localização do município de Capão Alto na região hidrográfica do planalto de Lages.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

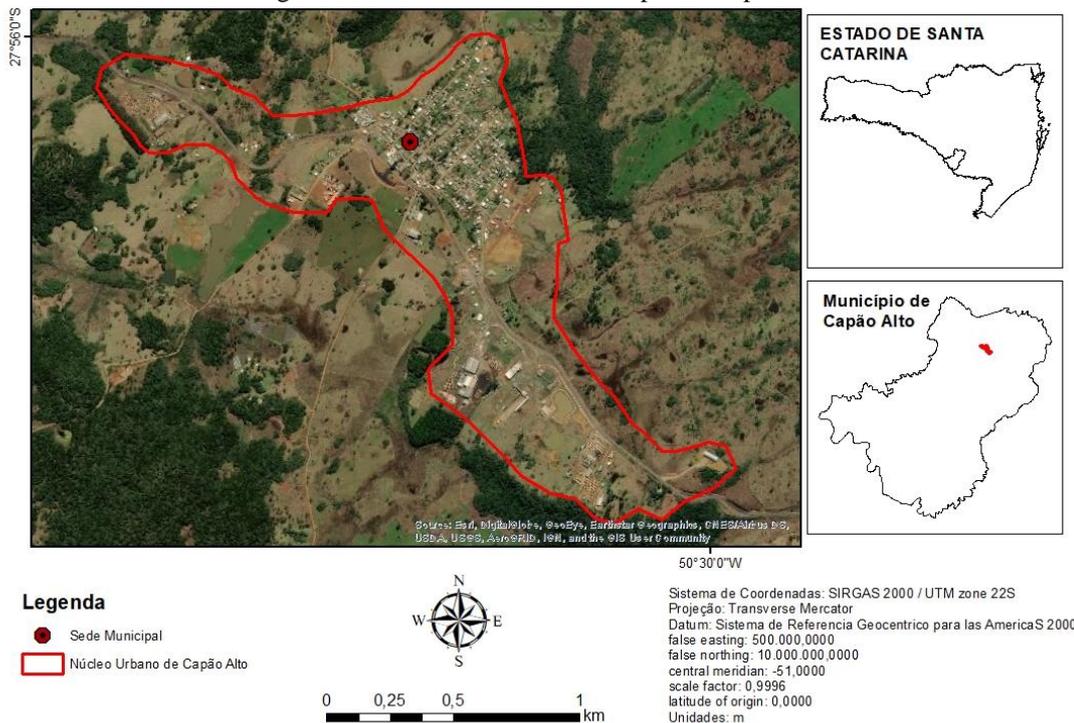
Capão Alto possui 16,4% do seu território na bacia do Canoas e 83,6% na bacia do Pelotas, sendo esta última a de maior influência hidrológica para o município, em vista da ocupação territorial de seu núcleo urbano, como pode ser observado nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 - Rede hidrográfica do município de Capão Alto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Figura 4 - Núcleo urbano do município de Capão Alto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O núcleo urbano do município, que ocupa aproximadamente 0,1% do seu território, está localizado na divisa das bacias hidrográficas, não sofrendo grande influência de corpos hídricos em eventos hidrológicos. Porém, está mais próximo as nascentes. Em consideração, por agregar duas sub-bacias em seu território, a presença de alto recurso hídrico para sistemas de captação é vantajosa.

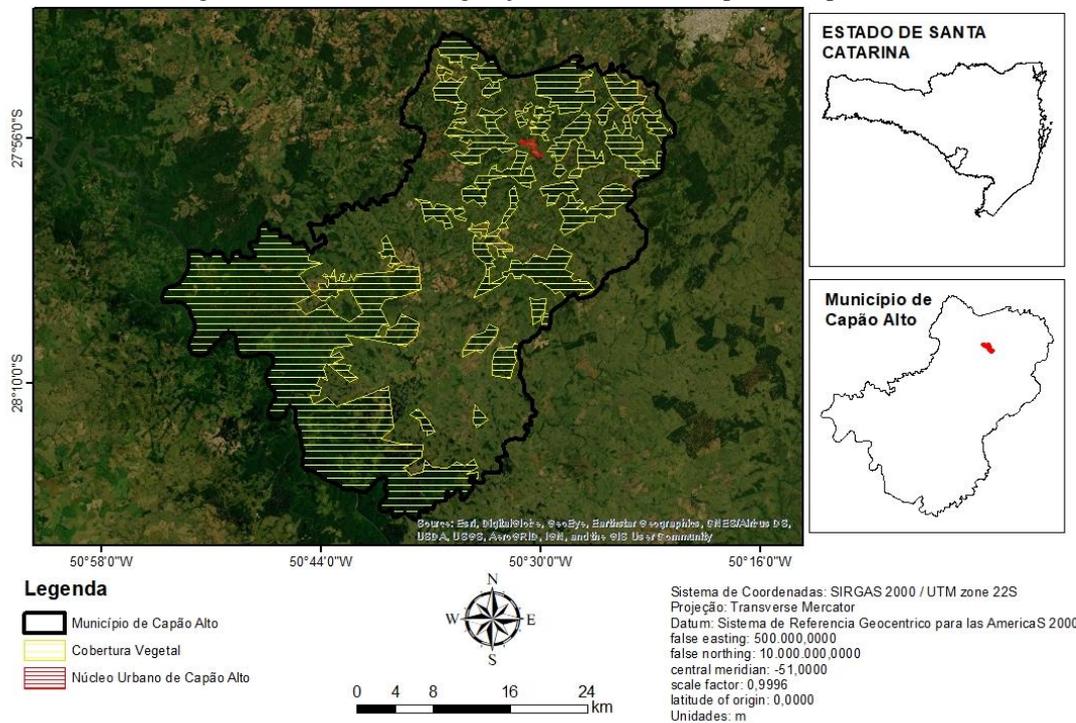
## 2.2 Uso e ocupação do solo

O município de Capão Alto está inserido nas bacias hidrográficas do rio Canoas e do rio Pelotas, e de acordo com Sá (2014), o uso do solo na região da bacia do Alto Canoas é classificado em reflorestamento (6,7%), campos (15,4%), mata nativa (65,3%), agricultura (11%) e área urbana (1%). Este ainda destaca que campos e mata nativa representam cerca de 80% de toda área. Em relação à bacia hidrográfica do rio Pelotas, Strassburger (2005) classificou o uso da terra em agricultura (34,62%), campos (43,39%), água (0,42%), florestas (21,23%) e área urbana (0,35%).

Quanto ao uso e ocupação do solo do município, grande parte (aproximadamente 45%) possui cobertura vegetal característica de vegetação densa. Sua área de ocupação, considerando

o núcleo urbano, é de aproximadamente 0,1% da área total do município. A Figura 5 demonstra o uso e ocupação do solo de Capão Alto, destacando a vegetação densa e a área urbana.

Figura 5 - Cobertura da vegetação densa no município de Capão Alto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

### 2.3 Diagnóstico socioambiental

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico de Capão Alto (CAPÃO ALTO, 2011), o município está inserido no Planalto Serrano e faz parte da Associação dos Municípios da Região Serrana de Santa Catarina (AMURES), e segundo a regionalização do IBGE, mais especificamente na Mesorregião Serrana e a Microrregião Geográfica Campos Novos. Conforme a classificação de Köppen, o clima do município é mesotérmico úmido (Cfb), com verão fresco e temperatura média de 14°C (CAPÃO ALTO, 2011). De acordo com informações coletadas na página oficial do município, Capão Alto produz principalmente maçã, milho, feijão, soja, hortaliças, gado leiteiro e de corte, além de aves e suínos. A piscicultura atualmente encontra-se em desenvolvimento, com a criação de trutas e carpas. Possui área reflorestada extensa, o que permite fornecer matéria prima para a indústria madeireira e papelreira da região (CAPÃO ALTO, 2014).

### 3 Estudo populacional

Para o planejamento das ações visando a universalização do serviço de esgotamento sanitário, foi realizado um estudo de projeção populacional para um horizonte de 20 anos. Neste sentido, foram obtidos dados do IBGE, entre 1996 e 2020, referentes a censos e estimativas de população para avaliar as modificações no número de habitantes do município de Capão Alto 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 Capão Alto entre os anos de 1996 e 2020, segundo IBGE.

Ano	População (hab)		
	Urbana	Rural	Total
1996	561	2.242	2.803
2000	604	2.416	3.020
2007	1.122	2.088	3.210
2010	962	1.791	2.753
2020	872	1.624	2.496

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 Capão Alto são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Projeção da população urbana de Capão Alto para o período de 2021-2042, utilizando vários modelos.

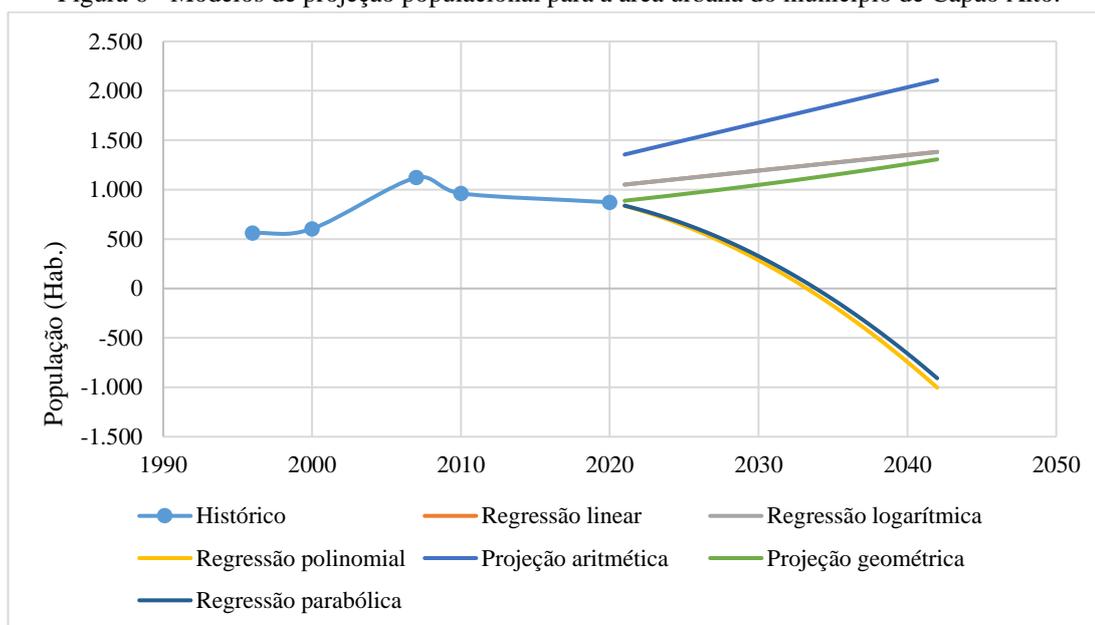
Ano	Equação Linear	Equação Logarítmica	Equação Polinomial	Projeção Aritmética	Projeção Geométrica	Regressão Parabólica
2021	1.051	1.051	836	1.356	888	838
2022	1.067	1.067	793	1.392	905	799
2023	1.083	1.083	745	1.427	922	756
2024	1.099	1.098	692	1.463	939	708
2025	1.114	1.114	635	1.499	956	655
2026	1.130	1.130	574	1.535	974	598
2027	1.146	1.145	509	1.571	992	537
2028	1.162	1.161	439	1.606	1.010	472
2029	1.178	1.177	364	1.642	1.029	402
2030	1.193	1.192	286	1.678	1.048	327
2031	1.209	1.208	202	1.714	1.068	249
2032	1.225	1.224	115	1.750	1.087	165
2033	1.241	1.239	23	1.785	1.107	78

<b>2034</b>	1.256	1.255	-74	1.821	1.128	-14
<b>2035</b>	1.272	1.271	-174	1.857	1.149	-111
<b>2036</b>	1.288	1.286	-279	1.893	1.170	-211
<b>2037</b>	1.304	1.302	-389	1.929	1.192	-316
<b>2038</b>	1.320	1.317	-503	1.964	1.214	-426
<b>2039</b>	1.335	1.333	-621	2.000	1.237	-540
<b>2040</b>	1.351	1.348	-744	2.036	1.259	-658
<b>2041</b>	1.367	1.364	-871	2.072	1.283	-781
<b>2042</b>	1.383	1.380	-1.003	2.108	1.307	-908

Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Os valores obtidos foram utilizados para a construção de curvas de projeção populacional (Figura 6), incluindo os dados do IBGE entre 1996 e 2020 e os valores estimados pelos diversos modelos matemáticos.

Figura 6 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de Capão Alto.



Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Desta forma, o estudo de projeção populacional mostrou comportamentos distintos, dependendo do modelo, com variações muito acentuadas até 2042 (Figura 6). Observando os dados de projeção populacional até 2020, é possível notar uma redução na população em ritmo menor que o projetado pelos modelos. Assim, os autores definiram uma população fixa e igual a 872 pessoas, devido ao fato de os modelos aplicados não apresentarem uma variação representativa da projeção populacional.

Para a área rural, os modelos apontaram também para um declínio pouco expressivo. Os

dados do IBGE sugerem uma redução na população dentro de período de 1996 a 2020. Neste sentido, decidiu-se fixar a população rural ao longo do horizonte do plano, resultando em uma população de referência igual a 1.624 habitantes entre 2021 e 2042.

Desta forma, foi definido uma população de final de plano igual a 2.496 habitantes, sendo 872 na área urbana do município e 1.624 na área rural. Esta população será utilizada para a realização do plano de ação a ser apresentado na sequência. A Tabela 4 resume a projeção da população total do município de Capão Alto e as populações urbana e rural.

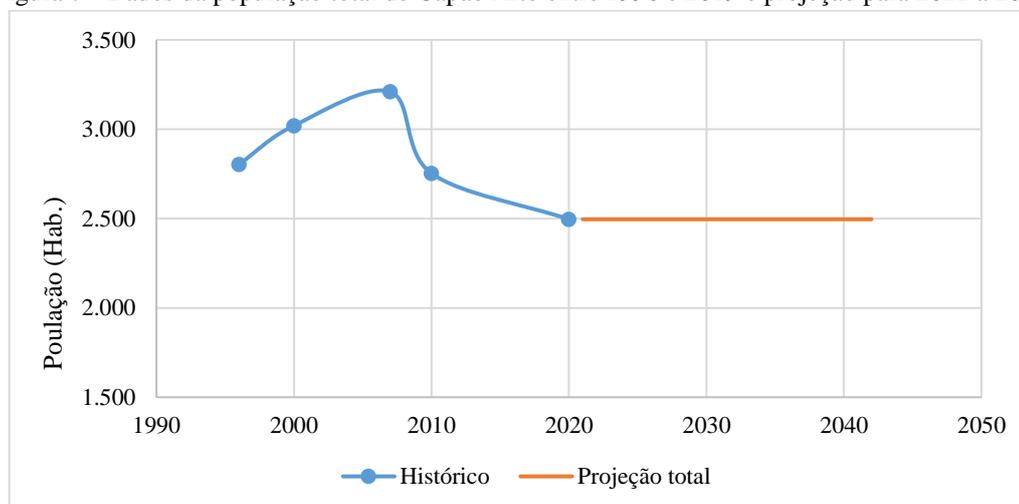
Tabela 4 - Projeção da população no município de Capão Alto.

Ano	Projeção Urbana	Projeção Rural	Total
2021	872	1.624	2.496
2042	872	1.624	2.496

Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

A Figura 7 representa graficamente os dados da população total segundo dados do IBGE entre 1996 e 2020 e projeção considerada no estudo para os anos de 2021 a 2042.

Figura 7 - Dados da população total de Capão Alto entre 1996 e 2019 e projeção para 2021 a 2042.



Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

## 4 Cenário atual do saneamento básico

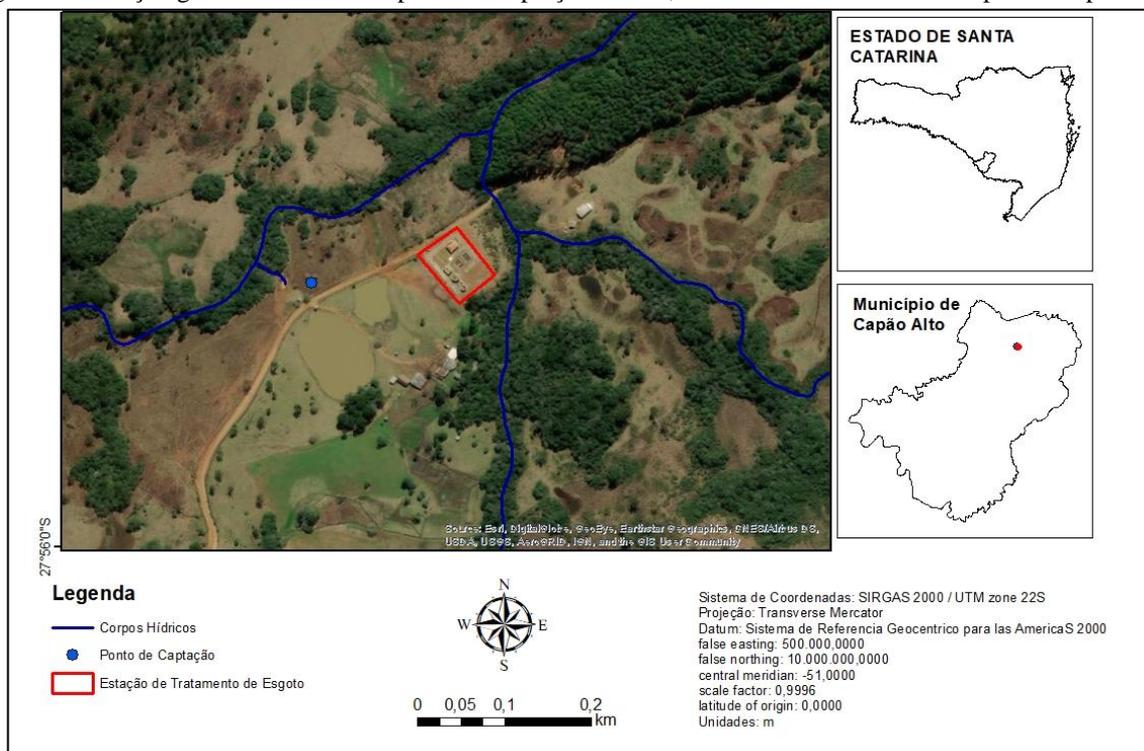
### 4.1 Sistema de abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água de Capão Alto atende uma população total de 1.254 habitantes (AG001), sendo 893 pessoas (AG026) na área urbana e 401 ligações (AG002) (SNIS,

2019). O sistema de distribuição é constituído de 5.560 m de rede e um reservatório de 50 m<sup>3</sup> (ARIS, 2018;SNIS, 2019). Existe ainda um sistema moto-bomba que recalca a água tratada (ERAT) para a rede de distribuição (ARIS, 2018). O consumo per capita de água foi de 102,63 L/hab.dia em 2018 e as perdas no sistema de distribuição foram de 36,75% (IN049) no mesmo ano (SNIS, 2019). O PMSB estabeleceu uma meta de 30% para este indicador, que deveria ser atendida em 2018 (CAPÃO ALTO, 2011). Historicamente, observou-se uma redução nas perdas entre 2010 e 2014, chegando a 8,75%. No entanto, este valor vem subindo desse então, até o valor indicado para o ano de 2018. Destaca-se que 49,06% da população de Capão Ato foi atendida com água tratada (IN055) em 2018 e todas as ligações são hidromedidas (SNIS, 2019).

O sistema de tratamento é constituído de captação de água subterrânea, utilizando um poço tubular profundo e aplicação de cloro e flúor na água antes da distribuição (ARIS, 2018). Foi produzido um volume de 73.480 m<sup>3</sup> em 2018, o que corresponde a uma vazão média de aproximadamente 2,30 L/s (SNIS, 2019). A Figura 8 apresenta a posição georreferenciada do ponto de captação e da estação de tratamento de água (ETA) e da estação de tratamento de efluentes (ETE) do município de Capão Alto.

Figura 8 – Posição georreferenciada do ponto de captação e ETA, bem como a ETE do município de Capão Alto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

## 4.2 Esgotamento sanitário

O projeto da rede coletora de esgoto do município de Capão Alto prevê a instalação de 5.747 metros de rede e estação de tratamento de efluentes (ETE), localizada próximo a ETA do município (Figura 8). Atualmente, duas das três etapas previstas estão concluídas, incluindo a ETE. Esta já se encontra em operação e, com o apoio do CISAMA e do LABTRAT/CAV/UEDESC, foi iniciado o monitoramento do seu desempenho em 2020. Até o momento, a prefeitura é responsável pela operação do sistema. O número de ligações à rede coletora vem aumentando, sendo que em fevereiro de 2020 era em torno de 50, aumentando para aproximadamente 100 residências em agosto do mesmo ano. A prefeitura vem incentivando os moradores a realizarem a ligação à rede coletora por meio de campanhas (Figura 9).

Figura 9 – Campanha “se liga na rede” promovida pela prefeitura de Capão Alto.



**SE LIGA NA REDE**  
CAPÃO ALTO - SC

**VANTAGENS DA LIGAÇÃO NA REDE DE ESGOTO SANITÁRIO**

- Prevenir a ocorrência de doenças;
- A qualidade de vida e as condições higiênicas melhoram nas áreas onde o sistema opera com o descarte correto do esgoto;
- Deixar de poluir recursos hídricos (córregos, rios, lençol freático) e o solo;
- Valorização do imóvel.

**COMO FAZER A LIGAÇÃO?**

**Passo 1:** Primeiro o usuário deve solicitar à Prefeitura o serviço de conexão. Esse ligamento é realizado entre o caixa coletora de esgoto e a caixa de esgoto da calçada, que fica em frente a residência. OBSERVAÇÃO: TALVEZ A PREFEITURA JÁ TENHA REALIZADO ISSO (VERIFICAR).

**Passo 2:** O morador deve ligar a caixa de esgoto da calçada até a parte interna do seu terreno, a chamada ligação intradomiciliar. Este passo é realizado por conta de cada usuário. Eliminando assim o sumidouro e a fossa séptica.

**Passo 3:** Informar a Prefeitura no setor **xx** que a ligação foi realizada.

**Dúvidas? Fale com a gente.**  
R. João Vieira de Oliveira, Centro  
Telefone: (49) 3237-2000

Fonte: Acervo da Prefeitura Municipal de Capão Alto.

Com relação à ETE, as operações unitárias envolvidas na unidade de tratamento são:

- Gradeamento;
- Caixa de areia e medição de vazão em calha Parshall;
- Tratamento secundário utilizado a tecnologia de reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB – *upflow anaerobic sludge blanket*), seguido de filtro biológico

percolador e decantador secundário;

- d) Câmara de contato para desinfecção anteriormente ao lançamento do efluente tratado no Arroio Passo da Macieira.

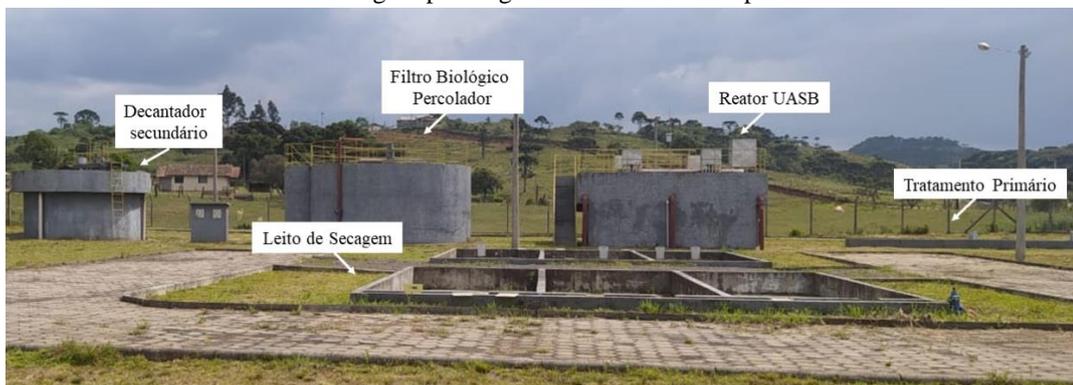
Além disto, a estrutura conta com um leito de secagem para a desidratação do lodo produzido em excesso no sistema. As Figuras 10 e 11 apresentam imagens dos sistemas descritos anteriormente.

Figura 10 - Dispositivos constituintes do sistema de tratamento de esgoto de Capão Alto. a) gradeamento, caixa de areia e medidor Parshall, b) casa de química e laboratório, c) chegada do esgoto bruto, d) queimador *flare* e, e) tanque de contato para desinfecção do esgoto tratado.



Fonte: Acervo do LABTRAT/CAV/UDESC.

Figura 11 - Reatores que compõem o sistema de tratamento de esgoto de Capão Alto, decantador secundário e leito de secagem para o gerenciamento dos subprodutos.



Fonte: Acervo do LABTRAT/CAV/UDESC.

Em que pese a capacidade operacional da ETE, será dado ênfase aos sistemas biológicos de tratamento, visto serem as estruturas mais complexas da unidade e, portanto, devem ser consideradas como a base para o cálculo. Neste sentido, dispositivos como o gradeamento, caixa de areia, calha Parshall e o tanque de contato podem ser adaptados em função da vazão de operação assumida para o tratamento biológico.

O reator UASB possui área transversal de 32,5 m<sup>2</sup> (5 x 6,5 m) e altura de 3,5 m, resultando em um volume aproximado de 113 m<sup>3</sup>. Quando o reator opera de forma satisfatória, com formação de lodo granular, a carga orgânica volumétrica (COV) de DQO (Demanda Química de Oxigênio) a ser aplicada, considerando condições conservadores, e temperaturas abaixo de 20°C, é de 1-2 kgDQO/m<sup>3</sup>.dia. A velocidade ascendente (v) deve ser inferior a 0,8-1,0 m/h e o tempo de retenção hidráulica (TRH) entre 4 e 8 horas (METCALF & EDDY; AECON, 2016). Com base nestes valores e, considerando o consumo médio per capita de água (IN022) de 102,63 L/hab.dia (SNIS, 2019) e a DQO média medida para o esgoto doméstico do município, de aproximadamente 468 mg/L (BOCASANTA; SKORONSKI, 2020), são obtidos os valores em função da população atendida apresentados na Tabela 5. Foi ainda considerada uma situação crítica de vazão para tratamento, com coeficiente de retorno de 100%.

Tabela 5 - Avaliação dos valores dos parâmetros de operação em função da população atendida.

Parâmetro	Unidade	População			Valor de Referência
		872	2.500	5.000	
TRH	h	30,30	10,57	5,29	4 a 8
v	m/h	0,11	0,33	0,66	0,8-1,0
COV	kgDQO/m <sup>3</sup> .dia	0,37	1,06	2,13	1 a 2

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os valores da Tabela 5 sugerem que para a população de projeto, o reator UASB irá trabalhar superdimensionado, com elevado TRH e baixos valores de velocidade ascensional e carga orgânica volumétrica quando comparado aos valores de referência. Isso sugere que a estrutura pode ser aproveitada para o tratamento de subprodutos obtidos em sistemas individuais do próprio município, bem como de municípios vizinhos, como será discutido posteriormente. Assim, a estrutura possui capacidade de atender uma população pelo menos 5 vezes maior que a que contribuirá com esgoto doméstico, considerando os valores apresentados anteriormente. Vale destacar, que o COV é o parâmetro que irá limitar a vazão a ser aplicada no sistema.

Com relação ao filtro percolador, que possui um volume de  $70 \text{ m}^3$ , a carga orgânica volumétrica de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) típica é de  $0,80 \text{ kgDBO/m}^3 \cdot \text{dia}$ . Ainda, quando operado com menor carga, entre  $0,30$  a  $0,70 \text{ kgDBO/m}^3 \cdot \text{dia}$ , é possível atingir elevados índices de nitrificação, bioconvertendo a amônia presente no esgoto (METCALF & EDDY; AECON, 2016). Como base de cálculo, será considerada a DBO média verificada para o esgoto de Capão Alto, igual a  $271 \text{ mg/L}$  (BOCASANTA; SKORONSKI, 2020). Assim, a carga orgânica em termos de DBO prevista para o esgoto bruto e a população de horizonte de plano é de  $0,34 \text{ kgDBO/m}^3 \cdot \text{dia}$ . Considerando uma redução mínima de 50% de DBO no reator UASB, a COV aplicada no filtro percolador seria de  $0,17 \text{ kgDBO/m}^3 \cdot \text{dia}$ , indicando que seria possível operar com uma vazão por volta de 4,5 vezes a considerada para o horizonte de plano e obter um desempenho desejável (nitrificação) no filtro percolador.

O decantador secundário possui um diâmetro de 5 metros e área superficial de  $19,62 \text{ m}^2$ . Desta forma, levando em conta a população de plano, a taxa de aplicação superficial prevista é de aproximadamente  $4,55 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$ . Assim, considerando um valor de operação típico entre  $16$  e  $33 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$  (METCALF & EDDY; AECON, 2016), é possível trabalhar com uma vazão pelo menos 7 vezes maior que a considerada para o horizonte de plano para a área urbana. Cabe destacar que o valor da taxa de aplicação superficial foi considerado com base em valores típicos reportados na literatura. No entanto, os autores deste plano entendem que o projeto e operação de um sedimentador deve ser realizado com base em ensaios empíricos e, portanto, a avaliação do dispositivo de clarificação aqui descrito, pode ser revista após a realização de ensaios de laboratório com o lodo gerado na ETE em operação.

#### 4.3 Drenagem e manejo de águas pluviais

O município de Capão Alto possui uma taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana de 100% (IN020) e a taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana (IN021) é de 57,1% (SNIS, 2019). A parcela de domicílios em situação de risco de inundação informada em 2018 foi de 5,3% (IN040) e neste mesmo ano foi observada uma parcela de 0,3% da população sendo impactada por eventos hidrológicos (IN041). A macrodrenagem nesta área é realizada principalmente pelo Rio Vacas Gordas. Segundo levantamento do PMSB, em 2011 existiam 2.520 metros de vias urbanas (CAPÃO ALTO, 2011).

## 5 Projeção da geração de lodo e esgoto

### 5.1 Esgoto na área urbana

Para o cálculo da projeção de esgoto para a área urbana de Capão Alto, foi considerada a população estimada em 872 pessoas (população de 2042 que é a população máxima de projeto). Adicionalmente, foi ainda definido um consumo de água: 120 L/hab.dia. Foram adotados valores em conformidade com a norma técnica NBR 9.649 (ABNT, 1986), usualmente recomendados pela literatura:

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

Vazão média

$$Q_{med} = 872hab \times \frac{120L}{hab.d} \times 0,8 = 83.710 \frac{L}{d} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 83,71 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 83,71 \frac{m^3}{d} \times 1,2 = 100,45 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 83,71 \frac{m^3}{d} \times 1,5 = 125,57 \frac{m^3}{d}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 83,71 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 41,86 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 83,71 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 150,68 \frac{m^3}{d}$$

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

na Tabela 6.

Tabela 6 - Projeção de geração esgoto doméstico na área urbana de Capão Alto.

Ano	Projeção Urbana	Q esgoto (m <sup>3</sup> /d)	Q máx diária (m <sup>3</sup> /d)	Q máx horária (m <sup>3</sup> /d)	Q mín horária (m <sup>3</sup> /d)	Q máx final de projeto (m <sup>3</sup> /d)
2020	872	83,71	100,45	125,57	41,86	150,68
2042	872	83,71	100,45	125,57	41,86	150,68

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

## 5.2 Lodo na área urbana

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

A NBR 7.229 (ABNT, 1993) estima que a quantidade de lodo produzido e encaminhado para os tanques sépticos é de 1 L/hab.d. Considerando que as fossas serão limpas 1 vez ao ano, que a temperatura média do mês mais frio no município fica abaixo de 10°C e que o valor da taxa de acúmulo de lodo (K) é de 94 dias, calculou-se o volume de lodo que deverá ser coletado na zona urbana de Capão Alto. Nesse estudo foram avaliados apenas sistemas individuais. Os sistemas coletivos não foram analisados, pois o volume de lodo gerado apresenta variação de acordo com o sistema de tratamento utilizado. Os dados da projeção de produção de lodo são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Capão Alto.

Ano	Produção de lodo		
	(m <sup>3</sup> /d)	(m <sup>3</sup> /mês)	(m <sup>3</sup> /ano)
2020	0,22	6,83	81,97
2042	0,22	6,83	81,97

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

## 5.3 Esgoto na área rural

A população da área rural foi definida como 1.624 pessoas (população de 2042 que é a população máxima de projeto). O consumo de água considerado foi 120 L/ hab.dia. Foram

adotados valores em conformidade com a norma técnica NBR 9.649 (ABNT/1986), similarmente àqueles considerados para a população urbana:

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

Vazão média

$$Q_{med} = 1.624 hab \times \frac{120L}{hab \cdot d} \times 0,8 = 155.900 \frac{L}{d} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 155,90 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 155,90 \frac{m^3}{d} \times 1,2 = 187,08 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 155,90 \frac{m^3}{d} \times 1,5 = 233,86 \frac{m^3}{d}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 155,90 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 77,95 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 155,90 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 280,63 \frac{m^3}{d}$$

No que pese a projeção da população rural do município de Capão Alto, 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 8.

Tabela 8 - Projeção de geração esgoto doméstico na área rural de Capão Alto.

Ano	Projeção Rural	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	1.624	155,90	187,08	233,86	77,95	280,63
2042	1.624	155,90	187,08	233,86	77,95	280,63

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

## 5.4 Lodo na área rural

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

Tabela 9 - Projeção de produção de lodo na área rural de Capão Alto.

Ano	Produção de lodo		
	(m <sup>3</sup> /d)	(m <sup>3</sup> /mês)	(m <sup>3</sup> /ano)
2020	0,42	12,72	152,66
2042	0,42	12,72	152,66

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

## 6 Diagnóstico

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

Com relação aos dados administrativos referente ao tratamento de esgotos no município de Capão Alto (Anexo A), atualmente foi divulgada a Lei Complementar n°189/2020 de 14 de julho de 2020 que dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico, cria o conselho municipal de saneamento e o fundo municipal de saneamento básico do município, e dá outras providências. Nesta lei, em seu artigo 2°, é prevista a universalização do serviço de esgotamento sanitário e no artigo 3° a coleta, disposição e o tratamento de esgotos (CAPÃO ALTO, 2020). No entanto, ainda não há uma legislação específica que que estabelece os procedimentos para instalação de projetos hidrossanitários nos termos da NBR 13.969 (ABNT, 1997) e NBR 7.229 (ABNT, 1993). Por outro lado, o código de obras e posturas vem sendo elaborado e incluirá estes itens, que serão importantes para a universalização do serviço, em especial na área rural. Ainda, ressalta-se que o fiscal de obras da prefeitura analisa o projeto hidrossanitário quando da sua submissão para aprovação, envolvendo as normas citadas. A administração municipal indicou ainda a existência de emissão de alvará de construção e habite-se pelo fiscal de obras da prefeitura mediante apresentação do projeto. Entretanto, não existe fiscalização dos sistemas,

bem como da sua execução.

Adicionalmente, não existe empresa no município que seja responsável pela limpeza dos sistemas individuais de tratamento. Ainda, o município possui sistema coletivo de tratamento de esgotos na área urbana, constituído de rede coletora e uma estação de tratamento de esgotos. Este encontra-se em operação, uma vez que duas etapas das três previstas já foram executadas. O número de ligações à rede vem aumentando ao longo dos anos e a prefeitura municipal é responsável pelo sistema. Os detalhes envolvendo as características do sistema coletivo de tratamento de esgoto serão apresentados posteriormente.

## 6.2 Sistemas individuais na área urbana

### 6.2.1 Metodologia de aplicação dos questionários

O diagnóstico foi realizado no dia 11 de dezembro de 2019, por meio da aplicação de questionário (Apêndice B) à população residente na área urbana do município de Capão Alto, no bairro centro. Este questionário foi desenvolvido pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) e adaptado conforme as características observadas no município de Capão Alto. A coleta de informações ocorreu por meio de inspeção visual por parte do entrevistador, quando possível e/ou por autodeclaração do entrevistado ao responder as perguntas do questionário. Foram visitadas 175 edificações, sendo 154 residências, 10 estabelecimentos comerciais e 11 propriedades mistas (residência e comércio na mesma edificação), correspondendo a uma amostragem das residências pertencentes ao município. O questionário foi aplicado por acadêmicos de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, mestrands em Ciências Ambientais e professores do departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária da UDESC.

### 6.2.2 Tratamento de dados

Os resultados das entrevistas obtidas por meio dos questionários aplicados foram posteriormente tabulados no *software Microsoft Office Excel 365*. 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.

## 6.3 Resultados obtidos

### 6.3.1 Característica das edificações

Os entrevistados foram questionados sobre o número de pessoas que residem na propriedade ou estabelecimento comercial (Figura 12) e o número máximo de pessoas que pode eventualmente frequentar o local (Figura 13). Os dados mostraram que a presença até 5 pessoas são os resultados mais frequentes, representando 89,19% das respostas. A menor parte dos dados foi associada a residências ou estabelecimentos que são frequentadas por mais de 6 pessoas.

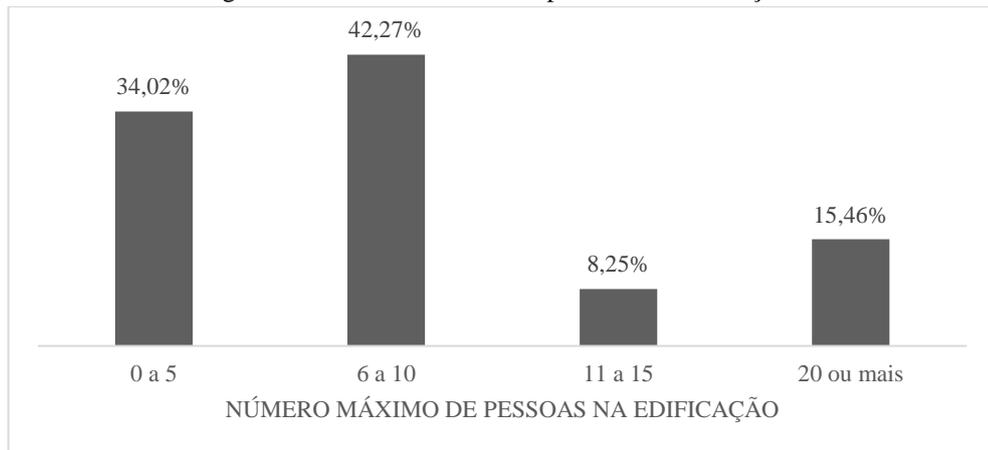
Figura 12 - Número médio de pessoas nas edificações entrevistadas. Esses números representam a quantidade mais provável de pessoas na edificação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com relação ao número máximo de pessoas na residência, a maior parte das respostas indicou a presença entre 6 a 10 pessoas na residência ou estabelecimento, correspondendo a 42,27%. outros 34,02% dos entrevistados indicaram um número máximo de 5 pessoas e 23,71% corresponde à porcentagem de residências que recebem 11 ou mais pessoas. Esse número está relacionado ao recebimento de visitas e reuniões em residências ou lotações máximas nos estabelecimentos entrevistados.

Figura 13 - Número máximo de pessoas nas edificações.

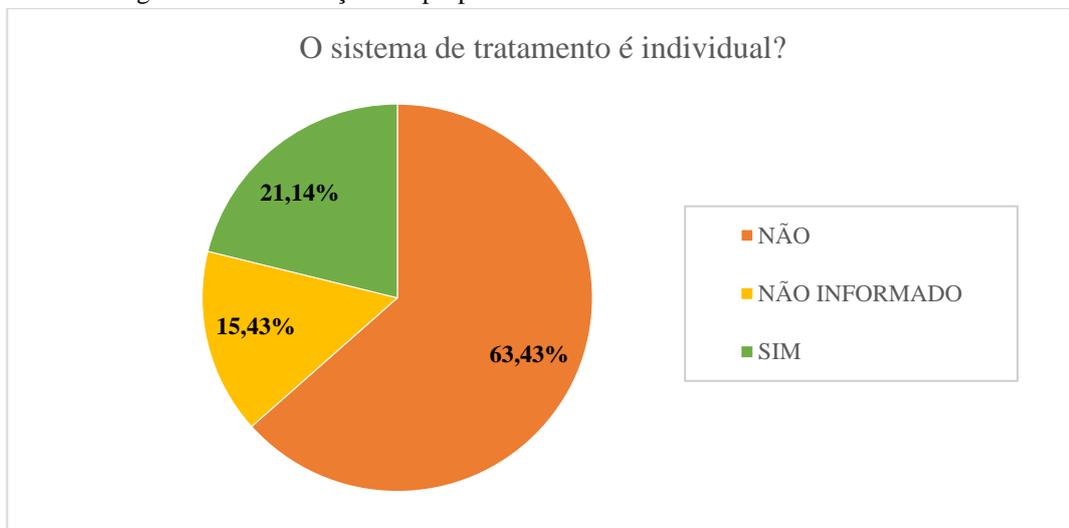


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

### 6.3.2 Características dos sistemas de tratamento

O município de Capão Alto possui sistema coletivo de esgotamento sanitário composto por redes coletoras e estação de tratamento. 63,43% responderam que o sistema não é individual (Figura 14). Nesse caso, pode ter ocorrido um viés de confusão com os moradores, pois no momento da entrevista, estavam registrados por volta de 50 ligações entre as aproximadas 410 edificações na área urbana. Desta forma, uma vez que existe rede pluvial nas ruas, os moradores podem ter confundido a ligação do esgoto domiciliar na rede pluvial e não na rede coletora de esgoto. Adicionalmente, 21,14% dos entrevistados apontaram a utilização do sistema individual e 15,43% não souberam informar ou não estavam presentes no momento da entrevista.

Figura 14 - Distribuição das propriedades entre sistemas coletivos e individuais.

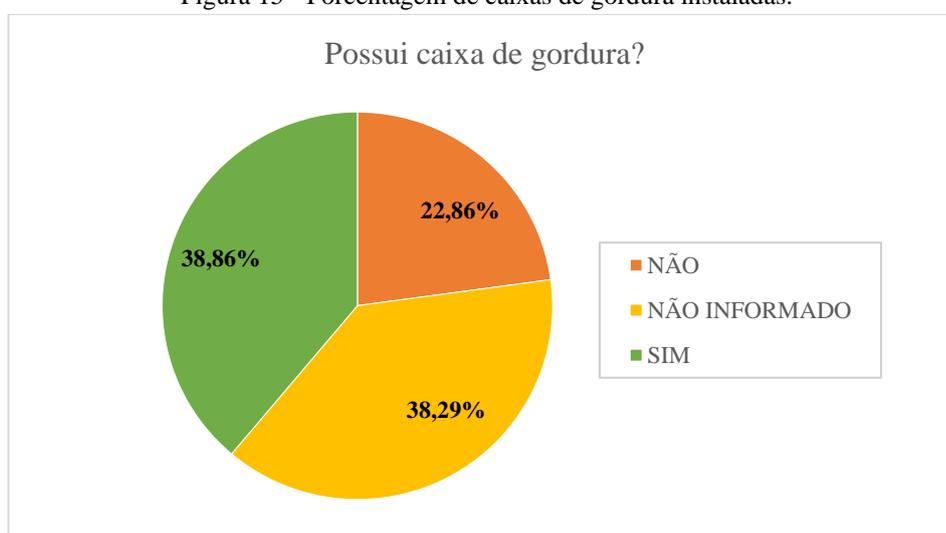


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

### 6.3.2.1 Caixa de Gordura

Com relação às caixas de gordura, 22,86% afirmaram não possuir esse sistema na residência. 38,29% não souberam informar, principalmente por não conhecerem o sistema de tratamento pelo fato de ele estar enterrado (Figura 15). Neste caso, mesmo existindo eventual presença do dispositivo, ele não será eficiente por necessitar manutenção periódica para remoção do excesso de óleos e gorduras (limpeza da caixa de gordura). 38,86% dos munícipes afirmaram possuir caixa de gordura instalada, no entanto, devido à ausência de fiscalização, esses dispositivos podem estar funcionando de forma precária.

Figura 15 - Porcentagem de caixas de gordura instaladas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

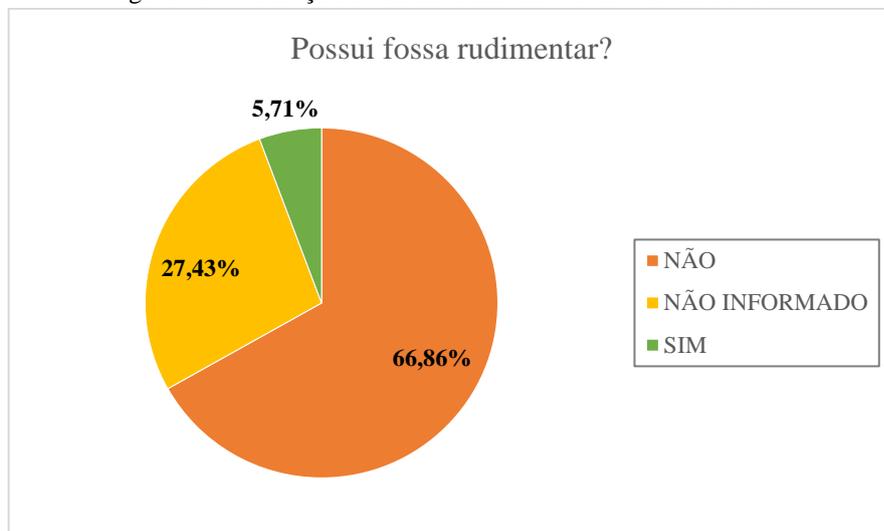
Segundo a NBR 8.160 (ABNT, 1999), a caixa de gordura é recomendada para efluentes contendo óleos e gorduras. A presença destes materiais no esgoto afeta a eficiência dos sistemas de tratamento, provoca entupimento de tubulações e bombas, além do arraste de microrganismos em sistemas biológicos de tratamento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

### 6.3.2.2 Fossa Rudimentar

Em Capão Alto, 5,71% dos locais entrevistados apontaram a presença de fossa

rudimentar (Figura 16). A grande maioria, 66,86% afirmou não possuir esse sistema de tratamento.

Figura 16 - Presença ou não de fossa rudimentar nas residências.



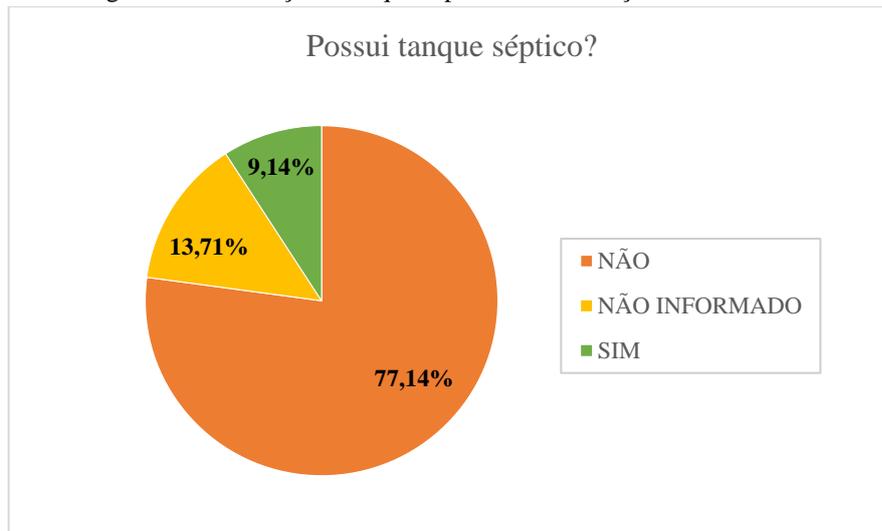
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

### 6.3.2.3 *Tanque Séptico*

O principal dispositivo utilizado nos sistemas de tratamento individual de esgotos sanitários é o tanque séptico. 9,14% das edificações visitadas indicaram a sua presença (Figura 17). 77,14% afirmaram não possuir.

Figura 17 - Presença de tanque séptico nas edificações entrevistadas.

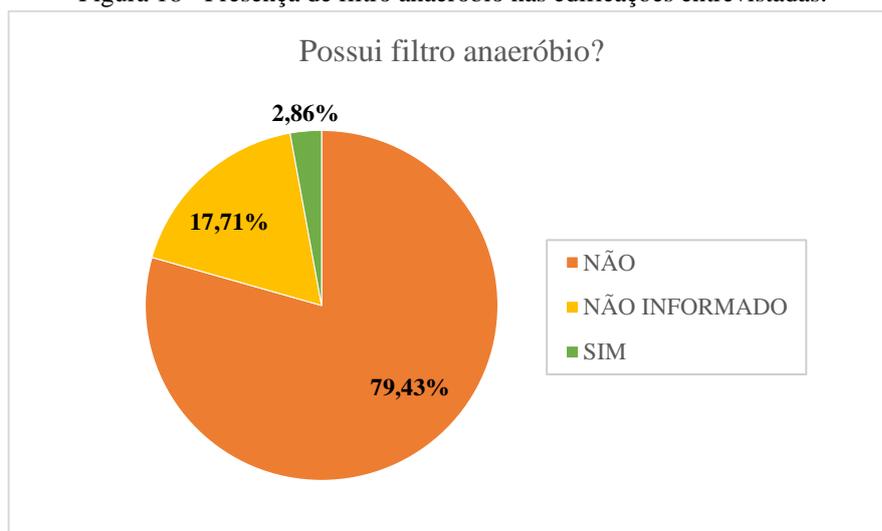


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

#### 6.3.2.4 Filtro Anaeróbio

Como consequência da baixa presença de tanque séptico nos sistemas individuais de tratamento, o filtro anaeróbio é ainda mais raro entre as edificações estudadas. 2,86% afirmaram possuir este dispositivo instalado como unidade complementar de tratamento, associada ao tanque séptico (Figura 18) e 97,14% das propriedades não possuem ou não souberam informar sobre a sua presença.

Figura 18 - Presença de filtro anaeróbio nas edificações entrevistadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Um tratamento individual completo deve possuir o sistema de tanque séptico e filtro

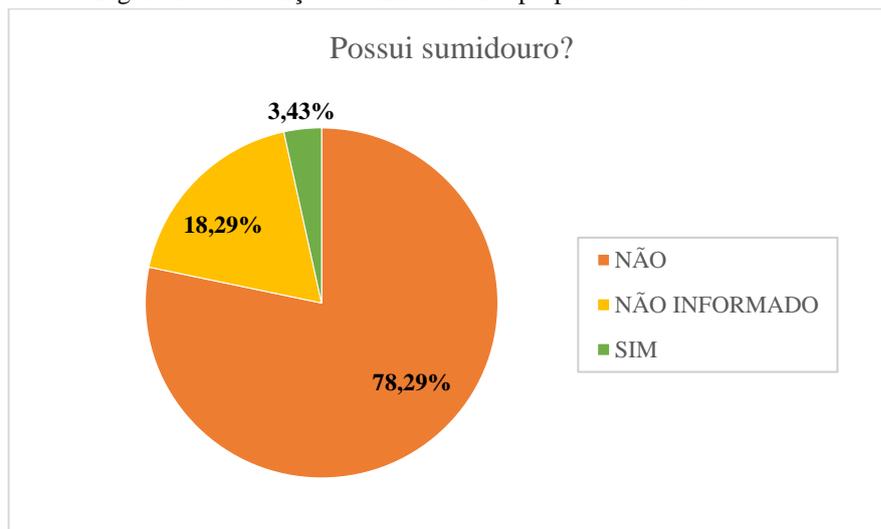
anaeróbio, visto que este é uma unidade complementar de tratamento, responsável por condicionar o efluente final aos padrões de lançamento. Neste caso, embora os números sejam baixos para o município de Capão Alto, a prioridade deve ser a ligação das residências à rede coletora para que o tratamento do esgoto ocorra na ETE.

### 6.3.3 Sistemas de disposição

#### 6.3.3.1 Sumidouro

O sumidouro é uma das alternativas para a disposição final dos efluentes gerados pelo sistema individual de tratamento de esgoto. Foi identificada a sua presença em 3,43% das propriedades entrevistadas (Figura 19).

Figura 19 - Presença de sumidouro nas propriedades entrevistadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Segundo a NBR 13.696 (ABNT, 1997), o sumidouro é um poço escavado no solo, destinado à depuração e disposição final do esgoto no nível subsuperficial. Neste caso, a avaliação do solo é fundamental para a sua concepção.

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

Esses dispositivos, segundo a NBR 13.696 (ABNT, 1997) também podem ser

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

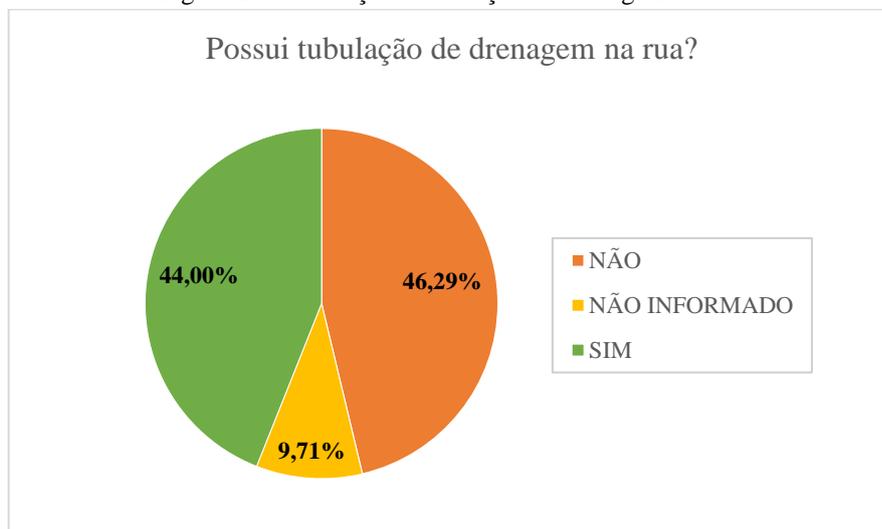
### 6.3.3.3 *Tanque com clorador*

Não foi observado nenhum sistema de cloração nas propriedades entrevistadas no diagnóstico, e automaticamente, não é utilizada pastilha com cloro para a desinfecção do esgoto. De forma geral, a cloração é a tecnologia mais usada para desinfecção do esgoto, embora seu uso possa ser questionado.

### 6.3.3.4 *Disposição na rede pluvial*

Entre as edificações visitadas, 44,00% está situada em rua com tubulação de drenagem pluvial e 46,29% não possui esta estrutura à disposição (Figura 20).

Figura 20 - Presença de tubulação de drenagem na rua.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

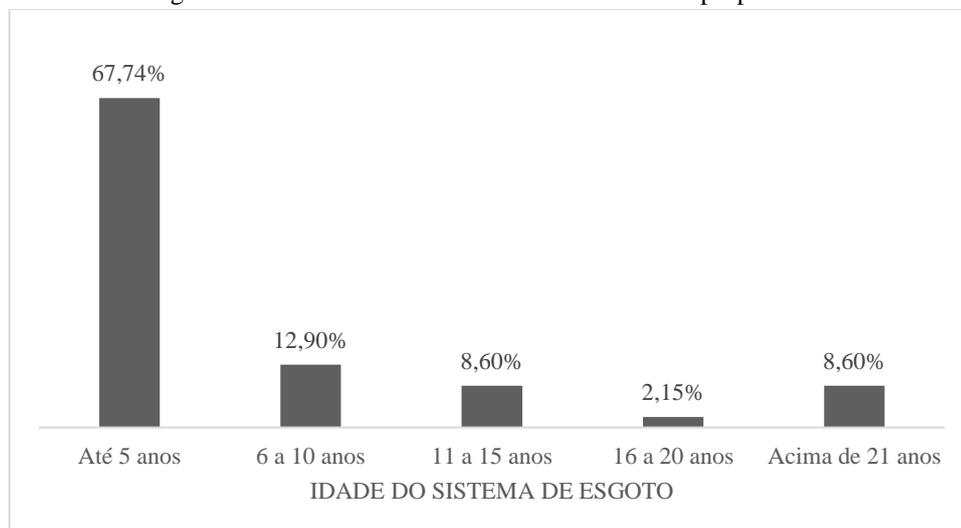
16,57% dos entrevistados informaram estarem ligados na rede de drenagem pluvial. Nesse caso, foi verificado que muitos ainda confundem a rede pluvial com a rede de esgotos, imaginando tratar-se da mesma obra de infraestrutura. Entre estes que estão ligados, alguns afirmaram lançarem o esgoto diretamente na rede de drenagem pluvial. Ainda, os moradores,

em suas respostas, não identificaram a presença de poços de água ou rios e açudes próximos.

#### 6.3.4 Idade dos sistemas

A idade dos sistemas de tratamento de esgotos também foi objeto de investigação. Como existem poucos sistemas instalados no município, considerou-se o tempo de construção da edificação como referência. Foram observados que 91,40% das propriedades têm menos de 20 anos de construção (Figura 21).

Figura 21 - Idade dos sistemas de tratamento ou da propriedade.



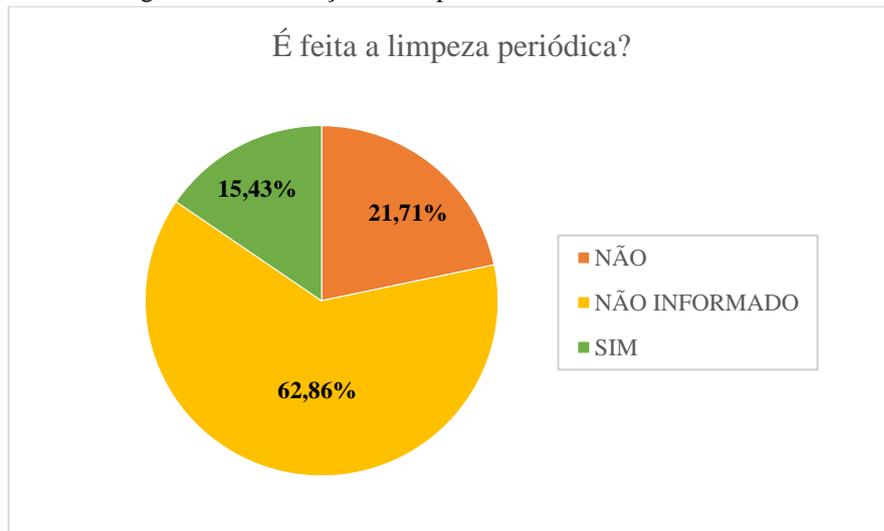
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

#### 6.3.5 Limpeza dos sistemas

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

Nesse sentido, 15,43% dos entrevistados informaram realizar a limpeza, 62,86% não soube informar por não ter informações mais detalhadas sobre o sistema e o restante, 21,71% informou não realizar nenhuma limpeza devido ao sistema não apresentar entupimento ou estar enterrado (Figura 22). Vale ressaltar que o município não possui empresa especializada em limpeza de sistemas individuais de tratamento.

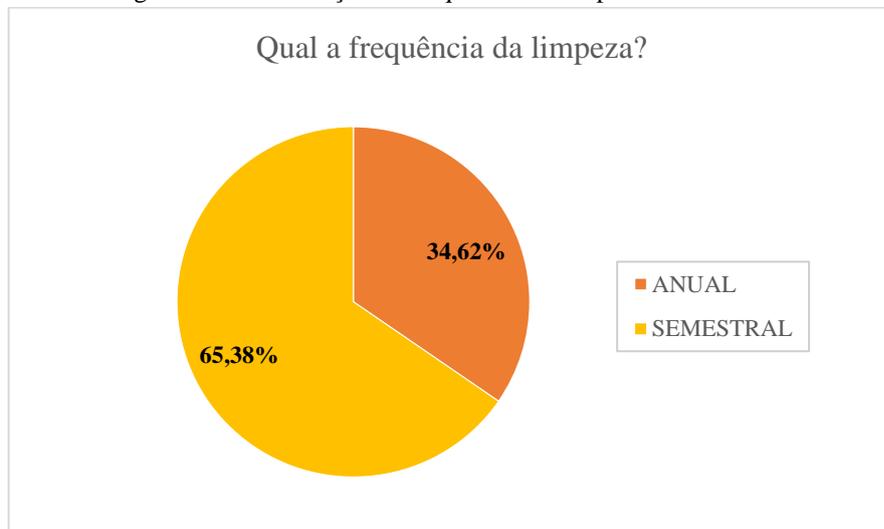
Figura 22 - Realização de limpeza nos sistemas de tratamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Entre os que realizam a limpeza, foram apresentadas respostas relacionadas à frequência de manutenção de forma semestral ou anual (Figura 23). As limpezas realizadas a cada 6 meses e anualmente representaram a maior parte das respostas (65,38%).

Figura 23 - Distribuição da frequência de limpeza dos sistemas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com relação ao ano da última limpeza (Figura 24), a maior parte dos entrevistados informou que ela foi realizada no mesmo da entrevista (92%) e 8% declarou que ela foi realizada no ano anterior (2018).

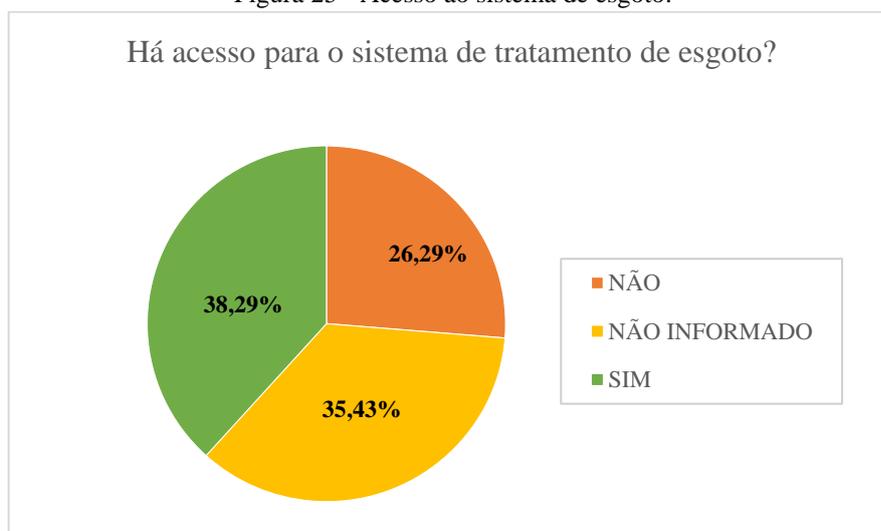
Figura 24 - Ano da última limpeza.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

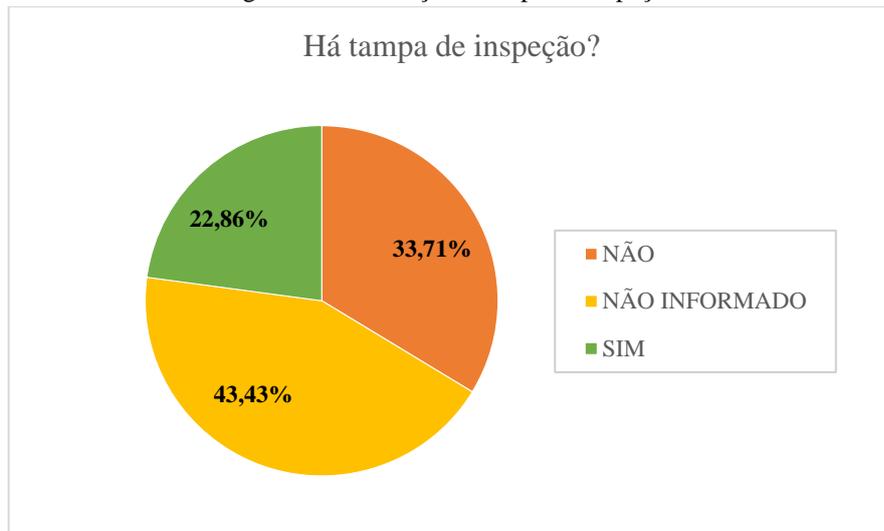
Para a manutenção dos sistemas (limpeza), é necessário que exista acesso ao mesmo para manobra de equipamentos de sucção do lodo. Além disso, deve existir uma tampa de acesso para remoção do excesso de sólidos. As Figuras 25 e 26 apresentam o cenário relacionado à disponibilidade de acesso ao sistema de esgoto e presença de tampa para limpeza, respectivamente. Observou-se que apenas 38,29% das unidades apresenta acesso ao sistema de tratamento e 22,86% possui tampa que permite a remoção do lodo. Cabe ressaltar que a ausência de acesso ao sistema para manutenção compromete o desempenho do sistema de tratamento, pois a limpeza é responsável pela garantia da eficiência de tratamento dos sistemas individuais.

Figura 25 - Acesso ao sistema de esgoto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

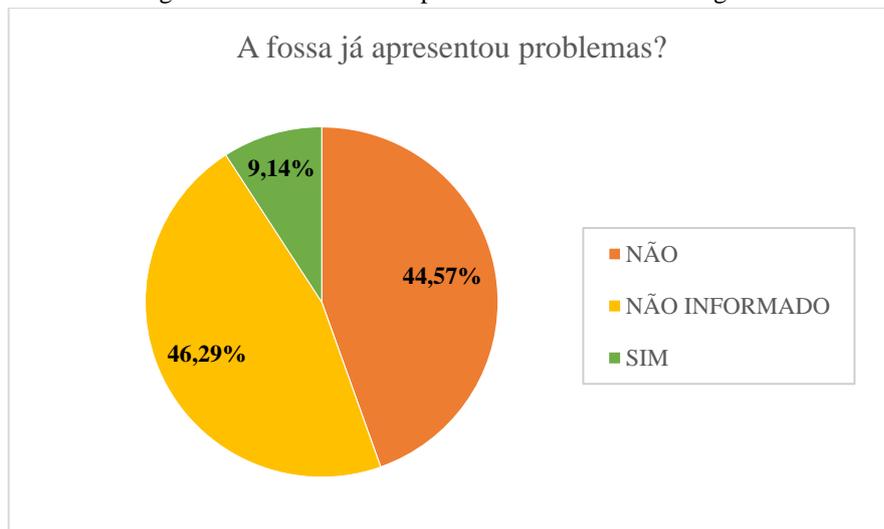
Figura 26 - Presença de tampa de inspeção.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

44,57% dos entrevistados relatou não ter tido problemas com o sistema de esgotos (entupimento ou mau odor) conforme os dados da Figura 27. Nesse caso, muitos sistemas enviam diretamente o esgoto para a rede pluvial e outros encontram-se enterrados. Nesse sentido, mesmo não apresentando entupimento ou mau odor, isso não significa que os sistemas estão funcionando adequadamente.

Figura 27 - Ocorrência de problemas no sistema de esgoto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

### 6.3.6 Espaço no terreno para instalação

Em um eventual plano de ação apontando para a instalação de sistemas individuais de

tratamento no município, é necessário que os terrenos possuam espaço para inserir os tanques que fazem parte do processo de esgotamento sanitário. Dessa forma, foi avaliada a disponibilidade de espaço de pelo menos 3x2 metros, conforme dimensões características de sistemas baseados em fossa séptica e filtro anaeróbio. Observou-se que a quase a totalidade dos terrenos possui esse espaço (89,71%) (Figura 28).

Figura 28 - Disponibilidade de espaço para instalação de sistemas individuais.

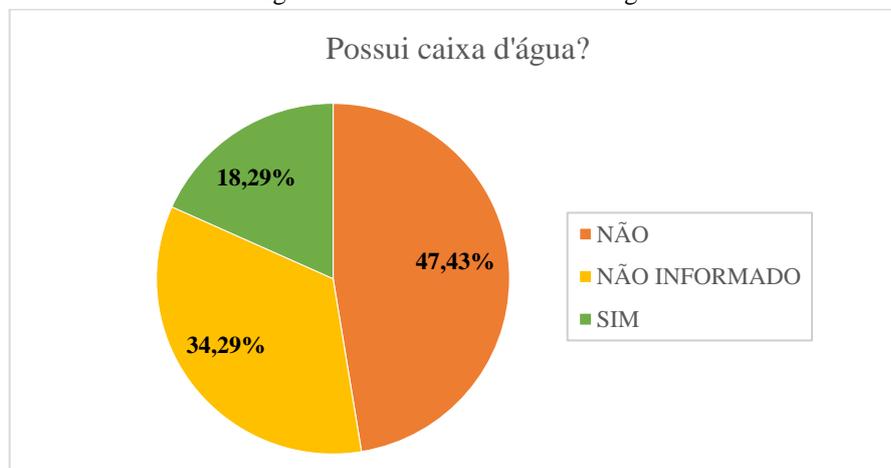


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

#### 6.4 Caixa de água

Durante as entrevistas, os moradores foram questionados sobre a presença de caixa de água nas propriedades. Apenas 18,29% afirmaram possuírem o sistema de reservação de água potável (Figura 29).

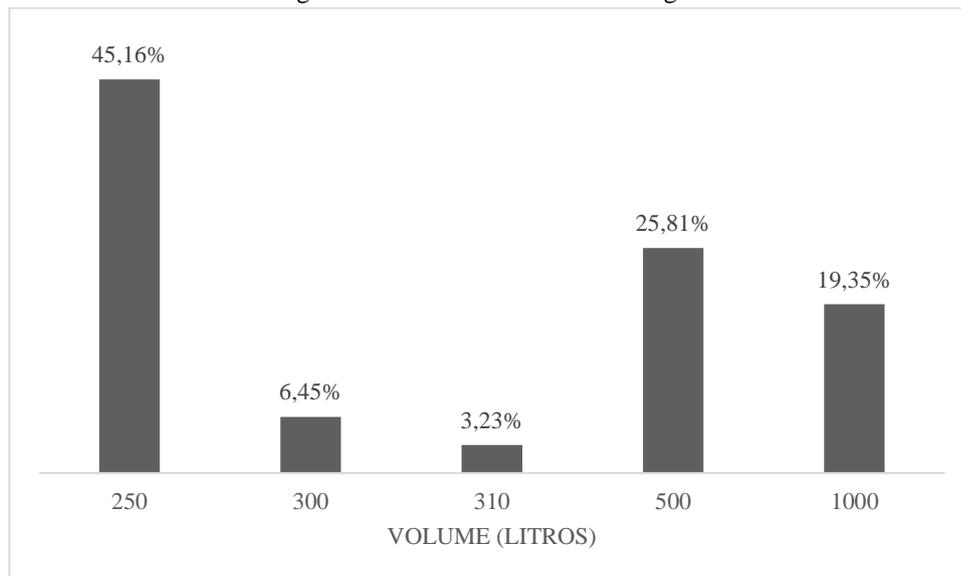
Figura 29 - Existência de caixa d'água.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Segundo a NBR 5.626 (ABNT, 1998), o volume de água reservado para uso doméstico deve ser, no mínimo, o suficiente para 24 h de consumo normal. Sendo que, no caso de residência de pequeno tamanho, recomenda-se que a reserva mínima seja de 500 L. No entanto, observa-se na Figura 30 que existem caixas menores instaladas nas residências, de 250 a 310 litros que responderam por 54,84% dos reservatórios.

Figura 30 - Volumes das caixas de água.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

## 7 Legislação

Desde a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB de 2008, o setor de saneamento básico passou por importantes mudanças. Destacam-se a criação da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade – com vigência a partir de outubro do mesmo ano, a qual estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. Também, a Lei do Saneamento Básico nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, a qual estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Essa última lei só foi regulamentada três anos depois pelo Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Outras mudanças importantes foram:

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

e ao esgotamento sanitário;

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

c) Resolução CONAMA N° 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.

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

Os grandes centros urbanos geralmente dispõem de serviço de coleta e destinação de esgoto. No entanto, em pequenas cidades, esse cenário nem sempre é possível e muitas delas carecem de coleta de esgoto, motivando a instalação de sistemas individuais, também chamados de sistemas de tratamento 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).

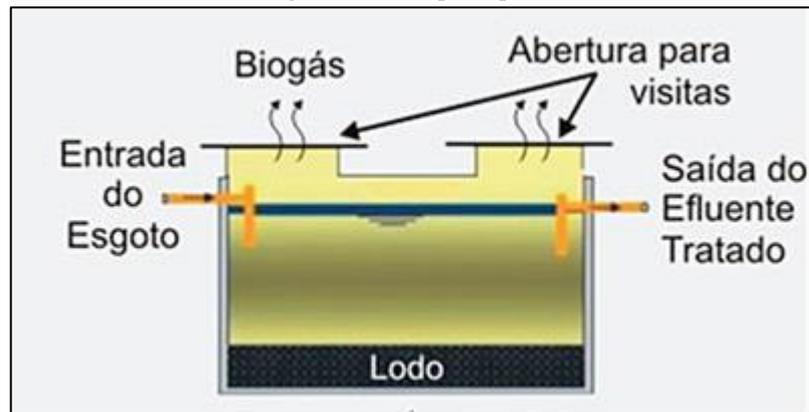
Alguns fatores que influenciam a seleção da tecnologia de tratamento para determinadas circunstâncias são as exigências de desempenho (o que se espera do tratamento), as condições locais e a caracterização do esgoto (vazão média diária, tipo de efluente, e variabilidade sazonal). As condições de gerenciamento 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 Capão Alto serão apresentadas, a seguir, as alternativas de tratamento de esgotos utilizando tanque séptico acoplado a um filtro anaeróbio e *wetlands* construídos. No caso de *wetlands*, embora o município possua uma ETE, ela poderia ser considerada para uma possível necessidade de tratamento terciário, para a remoção de nutriente e também como alternativa para o tratamento do lodo gerado na ETE.

## 8.1 Tanques sépticos

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

A configuração dos reatores varia entre cilíndrica ou prismática-retangular, apresentando câmara única (Figura 31), câmaras em série ou sobrepostas.

Figura 31 - 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 e os prismáticos retangulares nos casos em que sejam desejáveis maior área horizontal e menor profundidade.

### 8.1.1 Dimensionamento do tanque séptico

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

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

Onde:

$V$ = volume útil, em litros;

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

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

$T$ = período de detenção, em dias;

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

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

### 8.1.2 Limpeza dos tanques sépticos

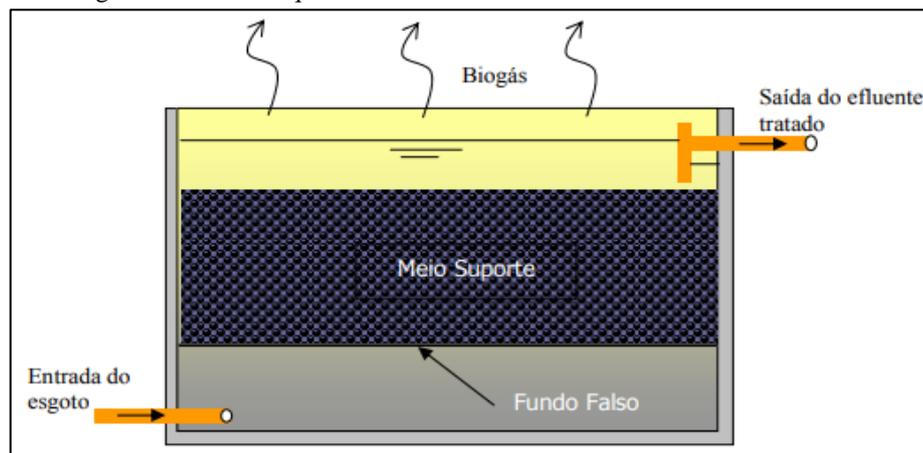
O lodo e a espuma acumulados nos tanques devem ser removidos a intervalos equivalentes ao período de limpeza do projeto (ABNT, 1993). O período utilizado para os cálculos de dimensionamento do tanque séptico foi de uma vez ao ano, sendo necessário uma empresa especializada para realizar esse serviço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

## 8.2 Filtro anaeróbio

Os filtros anaeróbios são reatores biológicos preenchidos com material inerte com elevado grau de vazios, que permanece estacionário, e onde se forma um leito de lodo biológico fixo. O material de enchimento serve como suporte para os microrganismos facultativos e anaeróbios, 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 32. Os microrganismos formam películas ou um biofilme na sua superfície.

Figura 32 - 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.

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

Fonte: Adaptado de ÁVILA (2005).

Dentre algumas das vantagens da utilização de filtros anaeróbios estão a

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

### 8.2.1 Dimensionamento do filtro anaeróbio

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

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

Onde:

$N$ = número de contribuintes;

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

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

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

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

Devido às restrições impostas pela legislação ambiental para a concentração de DBO no efluente, ou em casos que o corpo d'água receptor tem uma capacidade limitada de assimilar o efluente, autodepuração, faz-se necessário o uso de tratamento complementar à etapa anaeróbia. Porém, existem casos como os sistemas compostos por tanque séptico seguido por filtro anaeróbio (Figura 33) onde há combinação de diferentes processos anaeróbios, pode atender as exigências menos restritivas quanto à sua eficiência e concentração do efluente final.

Figura 33 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbico.



Fonte: Acervo do LABTRAT/CAV/UDESC.

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

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

Os valores limites inferiores são referentes às temperaturas abaixo de 15°C; os valores limites superiores são para temperaturas acima de 25°C, sendo também influenciados pelas condições operacionais e grau de manutenção.

Um estudo realizado na cidade de Rio Rufino-SC, avaliou um sistema de tratamento descentralizado de esgotos sanitários, constituído por reator anaeróbico 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).

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

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

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

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

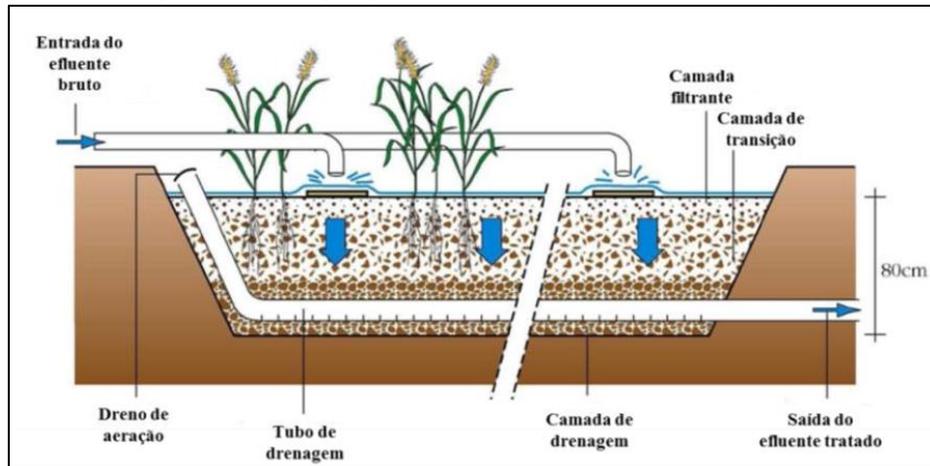
Tradicionalmente e com parâmetros de construção e operação bem definidos o *Wetland* Sistema Francês (WSF) possui dois estágios de tratamento, compostos de três filtros verticais em paralelo no primeiro estágio e dois filtros verticais ou um horizontal no segundo estágio. Tem como principal característica a aplicação direta de efluente bruto na superfície do filtro, ou seja, não há necessidade de tratamento primário. Tampouco, há necessidade de etapas posteriores para o tratamento do efluente. Porém, normalmente antes da aplicação nos filtros é feito um gradeamento do efluente para retenção de sólidos grosseiros. Em função das condições climáticas e exigências legais aplicadas no Brasil o Sistema Francês será concebido apenas com o primeiro estágio.

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

O dimensionamento e regime operacional é adaptado de acordo com alguns fatores, como o clima, o nível de remoção de poluentes exigido pelas autoridades, a carga orgânica recebida no verão, a carga hidráulica, entre outros. Para o primeiro estágio, é indicado uma

superfície de 1,2 m<sup>2</sup> por habitante para o conjunto dos três filtros, com uma carga orgânica de 300 gDQOm<sup>2</sup>/d,  $\approx$  150 gSSTm<sup>2</sup>/d,  $\approx$  25 – 30 gNTKm<sup>2</sup>/d e uma carga hidráulica de 0,37 m/d sobre um filtro em funcionamento. A Figura 34 mostra a configuração de um sistema em perfil.

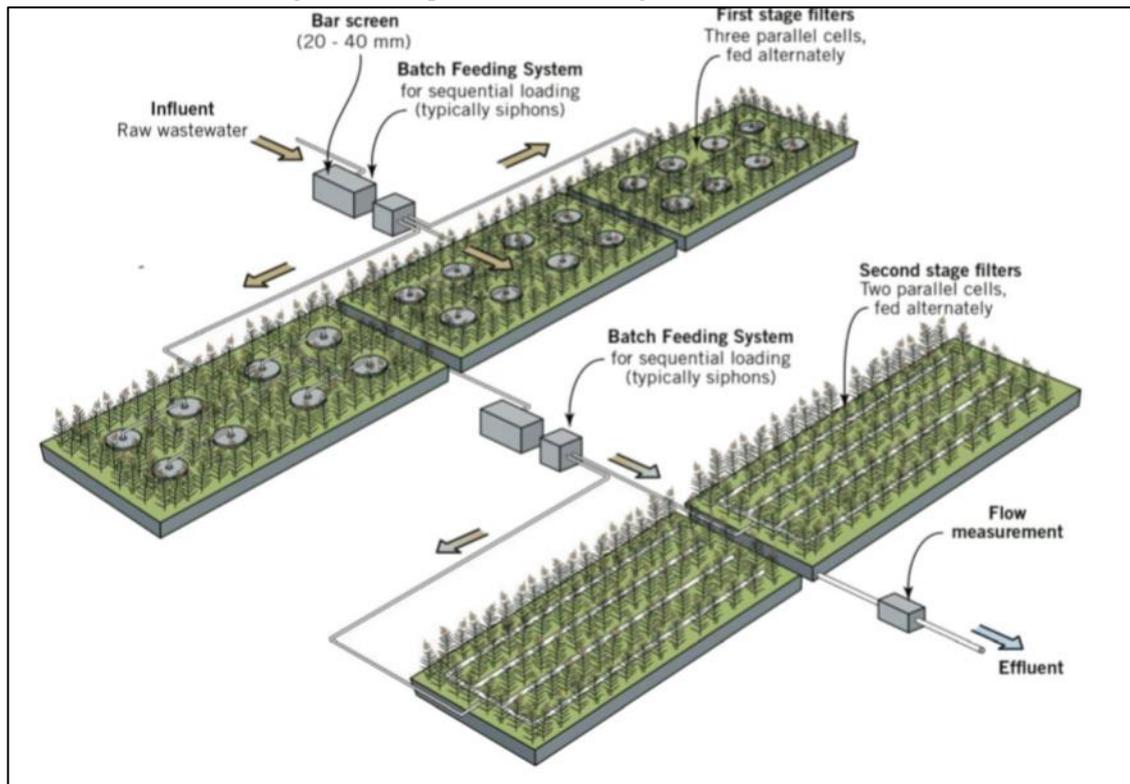
Figura 34 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.



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 35.

Figura 35 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.

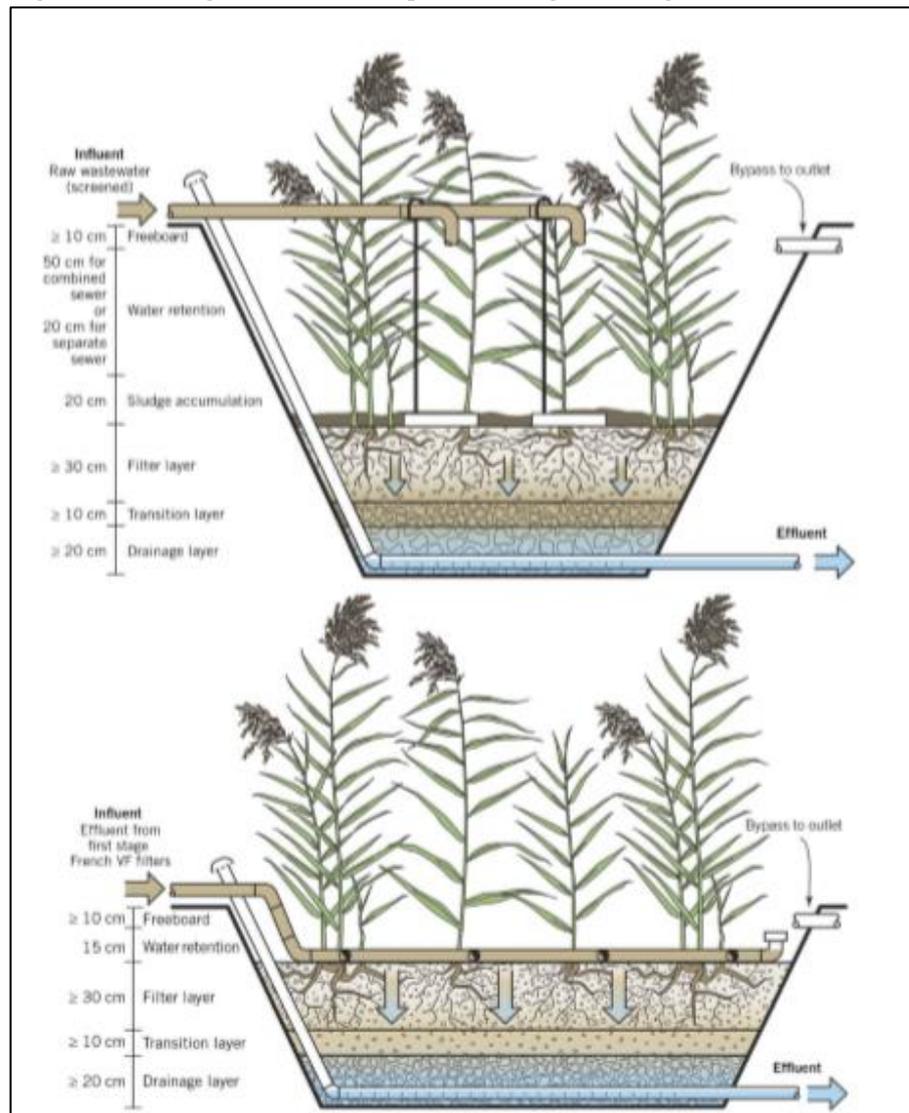


Fonte: DOTRO *et al.* (2017).

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

Figura 36 - 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.

#### 8.4.2 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 10 mostra diferentes taxas aplicadas por diferentes autores e em diferentes condições climáticas.

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

Referência	TAS (kgST/m <sup>2</sup> .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.

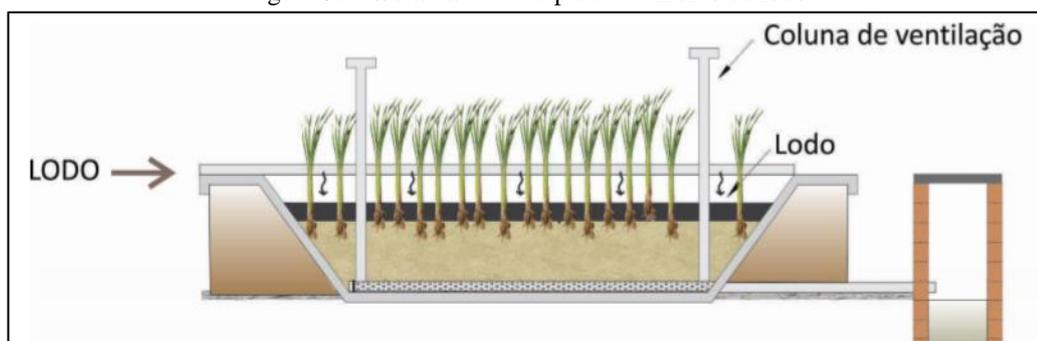
Koottatep *et al.* (2005), pesquisando um sistema *wetland* para tratamento de lodo de tanque séptico com TAS de 250 kgST/m<sup>2</sup> ano, encontraram uma taxa de acúmulo de lodo de 12 cm ao ano. Comparado a outras tecnologias convencionais, como os leitos de secagem,

centrífugas e filtros prensa, os sistemas plantados possibilitam um maior armazenamento de lodo ao longo do tempo. Geralmente, a camada de lodo pode ser removida do leito depois de 2 a 3 anos, podendo ser utilizada na agricultura, a depender do grau de higienização do lodo.

De acordo com Suntti (2010), o lodo acumulado, após seco e estabilizado, pode ser aplicado no solo diretamente ou após uma compostagem, levando em consideração as normas e legislações específicas para tais disposições. No Brasil, a Resolução CONAMA nº 498/2020 define critérios e procedimentos para produção e aplicação de bio-sólido em solos, e dá outras providências (BRASIL, 2020).

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

Figura 37 - *Wetland* vertical para tratamento de lodo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

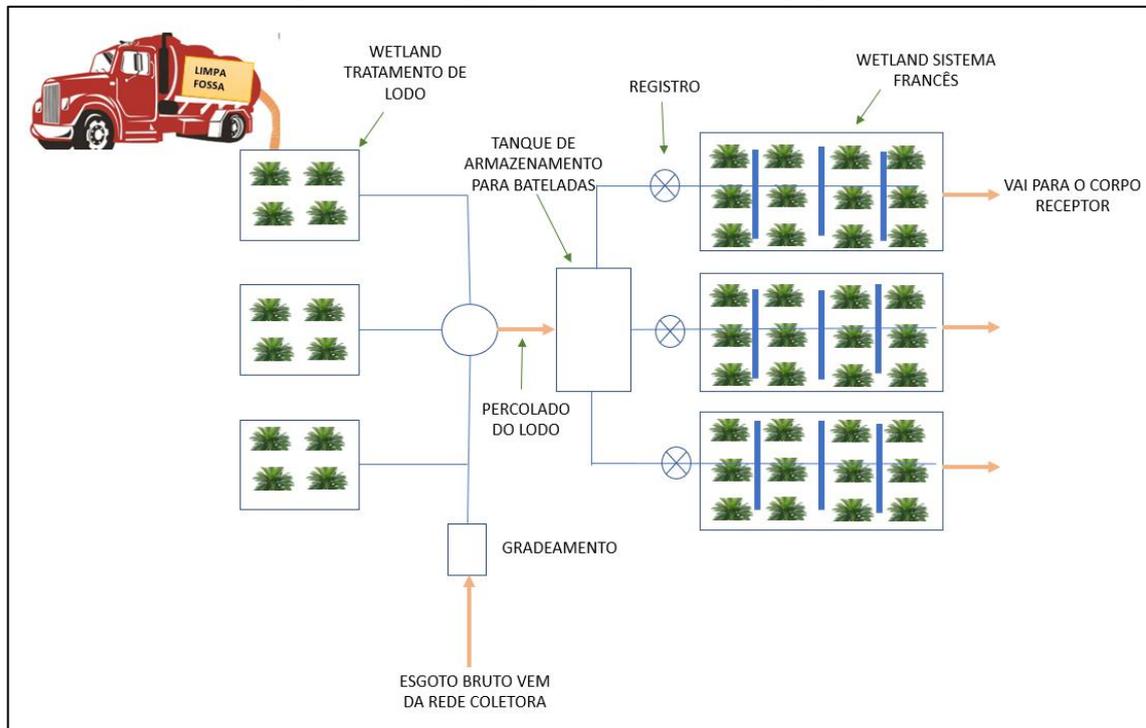
#### 8.4.3 Dimensionamento das unidades *wetlands* para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do esgoto bruto doméstico

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 no município investigado. Para um estudo de concepção real, seriam necessários vários outros estudos e dados para um projeto de fato, que não foram considerados aqui por se tratar de um plano de ação.

A Figura 38 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 38 - Concepção padrão a ser adotada na proposta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

#### 8.4.4 Dimensionamento de *wetland* construído para tratamento de lodo de tanque séptico

A Tabela 11 refere-se aos parâmetros de dimensionamento para o sistema *wetland* para tratamento de lodo de TS, onde define-se a área superficial por indivíduo.

Tabela 11 - 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	$94 \times 1 = 94 \text{ L}$	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	$94\text{L} \times 15.000 \text{ mg/L} = 1,41 \text{ kgST/ano}$	

<b>Parâmetros de projeto de dimensionamento</b>		
Taxa de aplicação	100 kgST/m <sup>2</sup> .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 <sup>2</sup> /hab	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

### 8.5 Alternativas de disposição do esgoto tratado

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

### 8.6 Edificações sem espaço útil

Conforme os dados obtidos nos questionários aplicados no município de Capão Alto, uma das questões mais importantes para a viabilidade e aplicação de sistema individual no município é a disponibilidade de espaço útil. Caso este fosse o caso, o espaço disponível no terreno deveria ser suficiente para a construção do sistema individual, formado por tanque séptico e filtro anaeróbio. A maioria dos terrenos do município de Capão Alto possuem espaço para a implementação do sistema descentralizado de tratamento de esgoto, totalizando aproximadamente 90% das edificações. Esse valor demonstra que a maioria da população urbana do município poderia usufruir desta alternativa, caso a tendência não apontasse para o sistema coletivo na área urbana. Sobretudo, para o restante, uma maneira de contornar esse

problema, seria a ligação do esgoto para a residência mais próxima que possui o espaço necessário, garantindo então o seu tratamento.

## **9 Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Capão Alto**

Com base no diagnóstico realizado e levando em conta as características do município de Capão Alto, 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-tipo para facilitar a concepção e execução dos sistemas pelo usuário e conseqüentemente a aprovação por parte do órgão responsável na prefeitura;
- e) Executar plano de ação previsto no plano municipal de saneamento básico levando em conta a implementação e adequação dos sistemas individuais de tratamento. Deve-se ainda considerar a elaboração de projetos e prospecção de recursos para implementação de rede coletora e estação de tratamento de esgotos considerando horizonte de médio e longo prazo.

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

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

- a) Devem ser realizados ajustes na legislação municipal para que sejam exigidas as instalações de sistemas de tratamento individual de esgoto sanitário conforme dimensionamento e recomendações técnicas da ABNT para emissão de alvará de construção para novas edificações. Deve ainda ser 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 associada de disposição do lodo coletado em sistemas individuais em ETE que possua licenciamento ambiental para a atividade;
- e) Elaborar e executar programas de manutenção dos sistemas individuais de tratamento para coleta do lodo e envio para a ETE associada;
- f) Elaborar e implementar taxa ou tarifa para a manutenção dos sistemas individuais de tratamento que cubram as despesas com esse serviço e garantam a sua sustentabilidade econômico-financeira;
- g) Elaborar projetos-tipo 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 caminhão limpa fossa. Deve-se ainda considerar a elaboração de projetos e prospecção de recursos para implementação de rede coletora e estação de tratamento de esgotos considerando horizonte de médio e longo prazo.

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

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

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

individuais de esgotamento sanitário;

- b) A prefeitura deve buscar fontes de investimentos e/ou subsídios para a implementação de sistemas individuais nas áreas urbana e rural nos locais onde eles se fazem inexistentes e em substituições aos sistemas em desacordo com as normas técnicas da ABNT;
- c) Devem ser apresentadas alternativas para a execução das obras de sistema de esgoto condominial por parte da prefeitura e/ou associação de moradores, sob supervisão dos órgãos competentes da prefeitura, para ligação na rede coletora do município;
- d) Podem ser previstos o uso de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou uma alternativa para atualização periódica do cadastro dos sistemas condominiais de tratamento de esgoto;
- e) Elaborar e implementar taxa ou tarifa para a manutenção dos sistemas condominiais de tratamento que cubram as despesas com os serviços de coleta e tratamento e garantam a sua sustentabilidade econômico-financeira;
- f) Executar plano de ação previsto no Plano Municipal de Saneamento Básico levando em conta a implementação e adequação dos sistemas individuais de tratamento. Deve-se ainda considerar a elaboração de projetos e prospecção de recursos para implementação de rede coletora e estação de tratamento de esgotos considerando horizonte de médio e longo prazo.

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

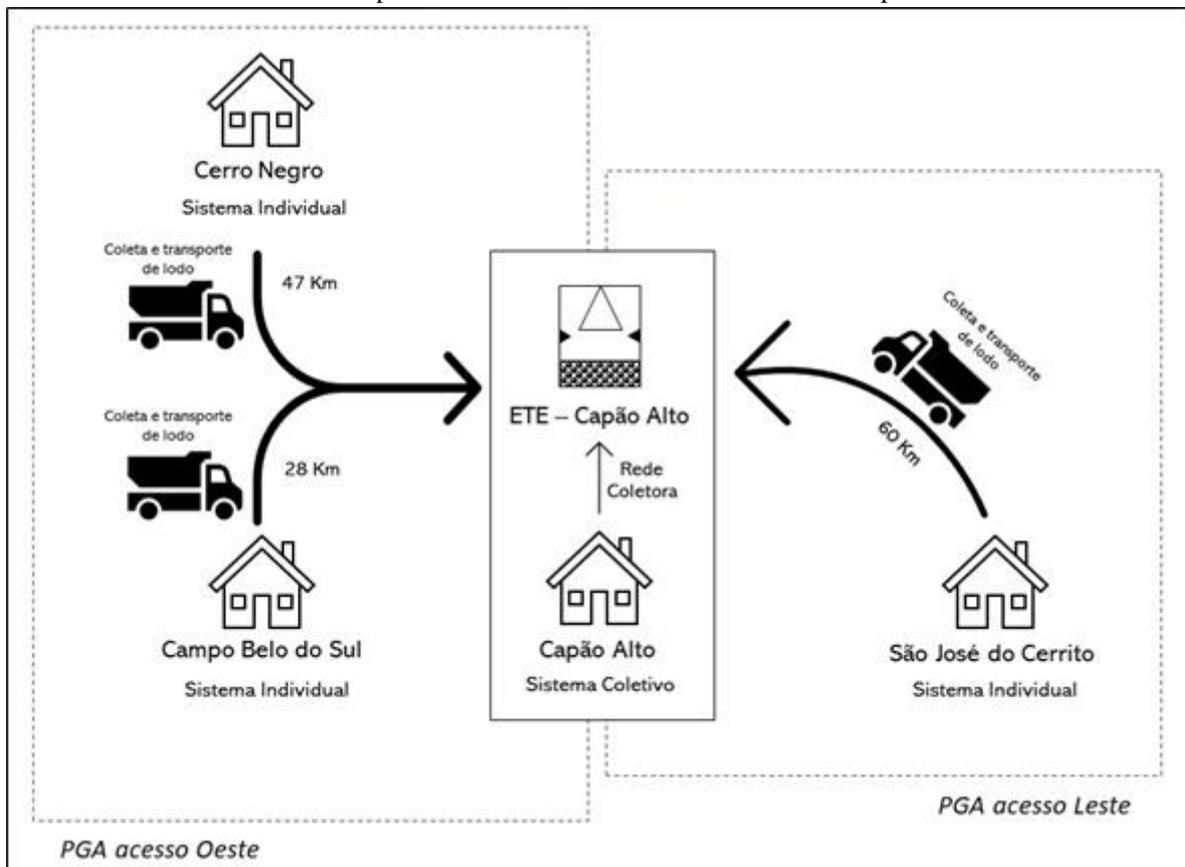
Finalmente, a alternativa 04 envolve a implantação de rede coletiva de coleta de esgotos e estação de tratamento de efluentes centralizada. Esse é o modelo previsto para a área urbana do município de Capão Alto, segundo o plano municipal de saneamento. Nesse modelo, as prefeituras municipais podem executar 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 Capão Alto, indica-se as alternativas 01 e 02 para a área rural, e a alternativa 04 para a área urbana, considerando um horizonte de curto e médio prazo. A alternativa 04 é factível para o município em virtude da presença da ETE e da rede coletora em fase de consolidação, necessitando ainda da universalização das ligações residenciais no município. Além disto, a operação da ETE de Capão Alto é fundamental para a viabilização da alternativa baseada no programa de gestão associada (PGA) entre os municípios de Capão Alto, Campo Belo do Sul, São José do Cerrito e Cerro Negro (Figura 39), no que diz respeito ao gerenciamento dos subprodutos gerados nos sistemas individuais da área rural em todos eles, e na área urbana de Campo Belo do Sul, São José do Cerrito e Cerro Negro. Em que pese a organização dos PGAs apresentados na Figura 39, o município de Capão Alto poderia estabelecer uma gestão associada com o município de São José do Cerrito, para a gestão dos sistemas dos dois municípios, envolvendo o rateio na aquisição de caminhões e demais custos de operação, sendo este PGA denominada *acesso Leste*. Os municípios de Campo Belo do Sul e Cerro Negro constituiriam um outro PGA (*acesso Oeste*), com a participação também de Capão Alto, mas apenas na questão de disponibilidade da ETE.

Para as alternativas individuais na área rural, devem ser instalados tanques sépticos seguidos de filtro anaeróbio com disposição final do esgoto tratado em sumidouros. A manutenção dos sistemas pode ser realizada sob responsabilidade e fiscalização do município. Alternativamente, a prefeitura municipal pode cobrar uma taxa dos usuários para a prestação do serviço de manutenção dos sistemas individuais por meio de caminhão limpa fossa e envio à ETE de Capão Alto, conforme viabilidade discutida a seguir.

Figura 39 - Proposta do programa de gestão associada de tratamento de esgoto sanitário na área urbana para os municípios de Capão Alto, Campo Belo do Sul, São José do Cerrito e Cerro Negro. A área rural pode ser contemplada com sistemas individuais nos três municípios.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com base nos dados apresentados anteriormente, o volume de lodo que deverá ser coletado e transportado para a ETE de Capão Alto, pelo caminhão limpa fossa, será de 233,6 m<sup>3</sup>/ano (0,64 m<sup>3</sup>/d). A ETE de Capão Alto também receberá lodo coletado nas zonas urbanas e rurais das cidades de Campo Belo do Sul, São José do Cerrito e Cerro Negro, nos volumes de 653,35 m<sup>3</sup>/ano (1,79 m<sup>3</sup>/d), de 788,4 m<sup>3</sup>/ano (2,16 m<sup>3</sup>/d) e de 288,35 m<sup>3</sup>/ano (0,79 m<sup>3</sup>/d), respectivamente. Desta forma, a quantidade de lodo total que a ETE de Capão Alto receberá para tratamento será de 1.967,30 m<sup>3</sup>/ano (5,38 m<sup>3</sup>/d). Multiplicando a concentração de matéria orgânica no lodo que é de 6 kgDQO/m<sup>3</sup> (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 m<sup>3</sup>), obtemos uma carga orgânica volumétrica de 0,28 kgDQO/m<sup>3</sup>.d. Um reator anaeróbio do tipo UASB pode receber uma carga orgânica volumétrica de até 15 kgDQO/m<sup>3</sup>.d (JORDÃO; PESSÔA, 2005), muito acima da carga orgânica volumétrica gerada pelo lodo coletado nas fossas implantadas nas zonas rurais e urbanas das cidades de Capão Alto,

Campo Belo do Sul, São José do Cerrito e Cerro Negro. A ETE de Capão Alto foi projetada para receber uma carga orgânica volumétrica entre 1 e 2 kgDQO/m<sup>3</sup>d, portanto esse acréscimo na quantidade de lodo a ser enviado ao reator UASB não causará prejuízos ao tratamento biológico.

Com relação ao tratamento do esgoto da área urbana de Capão Alto na ETE, recomenda-se considerar a tecnologia de *wetlands* para o tratamento terciário do esgoto, complementar à ETE apresentada, e para a biodigestão do lodo produzido. Várias características justificam a importância dos *wetlands*, principalmente a robustez do sistema, dispensando mão-de-obra qualificada para sua operação, a qual poderia ser uma limitação para o município. Além disso, outras vantagens podem ser enumeradas, entre elas:

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

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

A seguir são apresentados três cenários possíveis para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário no município de Capão Alto. Primeiramente, foi considerada a possibilidade de universalização via implementação de sistema coletivo na área urbana e sistemas individuais na área rural, com manutenção realizada via contratação de serviço especializado. Em um segundo cenário, a manutenção pode ser realizada e administrada por prefeituras parceiras, com possibilidade de participação do CISAMA. Finalmente, o terceiro 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, com base na estimativa da prefeitura, o município de Capão Alto possui 410 unidades na área urbana e aproximadamente 608 unidades na área rural que necessitam regularização do sistema de esgotamento sanitário. Conforme o levantamento realizado *in loco* na área urbana, somente 2,86% 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, devido a existência da ETE e pelo estágio atual de possibilidade de implementação da rede na área urbana, os autores decidiram considerar apenas a implementação de sistema individuais na área rural. Os valores dos sistemas foram obtidos por consulta no comércio local de Lages e são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Custos dos sistemas de tratamento individual.

Sistema	Orçamentos		
	A	B	C
Tanque séptico (2 m <sup>3</sup> )	R\$1.827,00	R\$ 2.331,75	R\$ 1.512,75
Filtro anaeróbio (1,1 m <sup>3</sup> )	R\$ 1.790,90	R\$ 1.059,95	R\$ 1.070,35
<b>Total</b>	<b>R\$ 3.617,90</b>	<b>R\$ 3.391,70</b>	<b>R\$ 2.583,10</b>

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 rural, os custos irão variar

entre **R\$1.570.524,80** e **R\$2.199.683,20** 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 em corpos hídricos. 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 Capão Alto 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 27 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\$ 439,00. Assim, os valores envolvidos na manutenção dos sistemas podem ser resumidos na Tabela 13, considerando uma limpeza anual dos sistemas.

Tabela 13 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Lages.

<b>Setor</b>	<b>Número de unidades</b>	<b>Custos</b>
Rural	608	R\$ 266.912,00
Custo anual de manutenção de todas as unidades		R\$ 266.912,00
Custo anual por unidade		R\$ 439,00
Custo mensal por unidade		R\$ 36,58

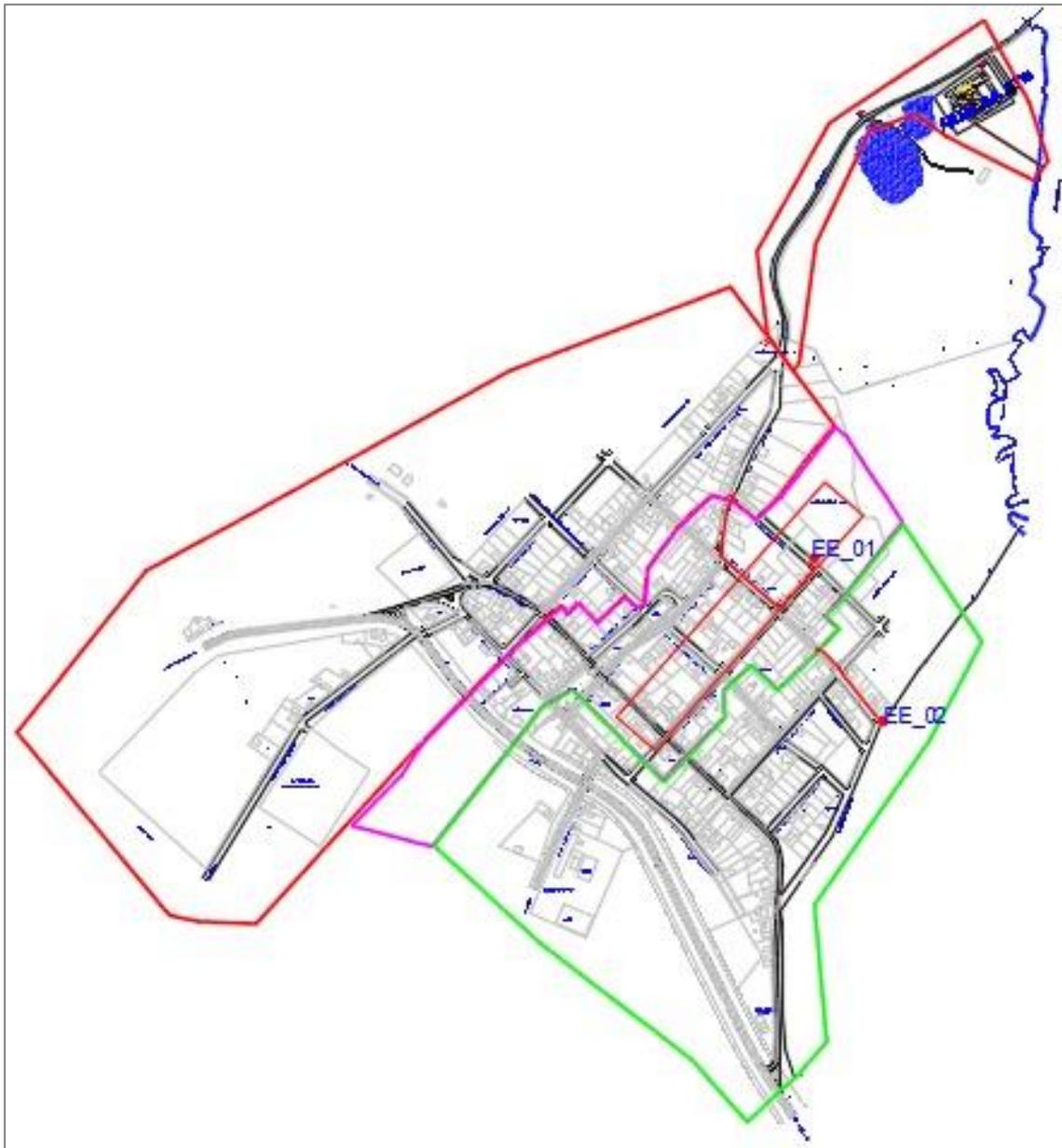
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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 m<sup>3</sup> 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 3,61 m<sup>3</sup> de água, além da taxa fixa.

Adicionalmente, é apresentado o cenário previsto para a universalização do serviço de esgoto sanitário previsto no Plano Municipal de Saneamento Básico de Capão Alto (CAPÃO ALTO, 2011). Nesse caso, a execução do projeto da rede coletora e a estação de tratamento de

efluentes foi dividida em três etapas, sendo duas já concluídas (Figura 40), envolvendo inclusive a ETE que se encontra operando.

Figura 40 – Projeto da rede coletora de esgoto em Capão Alto. As áreas circuladas em vermelho e rosa representam as etapas concluídas. A área circulada em verde é a terceira etapa prevista. A linha azul representa o Arroio Passo da Macieira.



Fonte: Acervo técnico do CISAMA.

Segundo informações do CISAMA, para a etapa 1 foram investidos R\$ 1.518.693,81 para a construção da ETE e parte da rede coletora, ligações, elevatória e emissário. Para a etapa 2 foram investidos mais R\$ 453.934,21. Finalmente, é previsto ainda um total de **R\$**

**1.100.000,00** até 2028 para a universalização do esgotamento sanitário na área urbana. Este custo refere-se à conclusão da etapa 3 da rede coletora e a instalação de novas ligações e mais uma estação elevatória, além do canteiro de obras. Cabe ressaltar que os autores consideraram o orçamento de execução da etapa 2, com valores de julho de 2015, como referência para a estimativa da etapa 3. Desta forma, foi considerada a relação entre as extensões de rede das etapas 2 e 3 e a correção do valor da obra segundo o INCC para o ano de 2020.

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 de água, sendo 100% na área urbana e 16% sistema alternativo de esgoto na 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.

<b>Cenários possíveis</b>	<b>Valores</b>
Cenário tendencial em 2011 – custos com água	R\$ 2.523.794,23
Cenário desejável em 2011 – custos com água e esgoto	R\$ 3.905.927,99
Custos somente com esgoto em 2011	R\$ 1.382.133,76
Cenário tendencial para 2020 – custos com água	R\$ 4.800.569,23
Cenário desejável para 2020 - custos com água e esgoto	R\$ 7.429.558,84
Custos somente com esgoto para 2020	R\$ 2.628.989,61
Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 131.449,48
Custo anual por unidade	R\$ 129,13
Custo mensal por unidade	R\$ 10,76

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os dados da Tabela 14 mostram que o custo anual de manutenção de todas as unidades (sistema coletivo na área urbana e sistemas individuais na área rural) é de R\$ 131.449,48. Entretanto, apenas a área rural envolvendo 608 unidades envolveria um custo anual de R\$ 266.912,00 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 Capão Alto com valor menor que o levantado neste trabalho, envolvendo a própria concessionária que administraria a área urbana.

Alternativamente, o próprio município possui uma estação de tratamento de esgotos (ETE) com capacidade para o recebimento do lodo gerado nos potenciais sistemas individuais, que poderiam ser implementados na área rural de Capão Alto, conforme demonstrado anteriormente. Neste sentido, um cenário alternativo para a manutenção dos sistemas individuais envolveria a aquisição de caminhões equipados com tanque contendo hidrojato e sistema de vácuo para sucção, além de tanque com volume de 10 m<sup>3</sup> para recolhimento de esgoto e 6 m<sup>3</sup> 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). Esses caminhões poderiam ser utilizados de forma associada entre os municípios de São José do Cerrito e Capão Alto (PGA acesso Leste) 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 Capão Alto para a disposição e tratamento do lodo, as distâncias de viagem de São José do Cerrito até a ETE seria de 60 km, estando a ETE de Capão Alto posicionada estrategicamente para essa atividade. 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\$ 243,20), foram estimados os valores da Tabela 15 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas na área rural de Capão Alto. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio de 20 km na área rural.

Tabela 15 - Estimativa de custos para a limpeza considerando administração associada entre Capão Alto e São José do Cerrito.

<b>Dados</b>	<b>Valores</b>
Produção anual de lodo (Toneladas)	152,66
Número de viagens necessárias	15
Distância média percorrida para coleta e disposição (km)	20
Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 44.532,35
Custo anual por unidade	R\$ 81,79
Custo mensal por unidade	R\$ 6,81

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\$ 6,81, acrescido do valor de R\$ 2,00 referente à aquisição dos caminhões (R\$ 1.537.440,00 arrecadado em 20 anos), R\$ 0,59 referente à taxa de administração do CISAMA e R\$ 0,60 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.

Como último cenário, é apresentada a opção de *wetlands* construídos para o tratamento de efluentes gerados na área urbana e lodo gerado na área rural. A Tabela 16 apresenta o custo de implantação do sistema de esgotamento sanitário para o município de Capão Alto, 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, seria necessário um caminhão para o município e o valor a ser arrecadado mensalmente dos munícipes seria R\$ 3,60 por unidade para o custeio deste veículo (R\$ 525.312,00 arrecadado em 20 anos, considerando os 608 sistemas da área rural). Além disto, considerando um valor de referência de R\$ 4.000,00 para o pagamento mensal de um operador (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\$ 729,60), foram estimados os valores da Tabela 16 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de Capão Alto considerando este cenário. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio de 20 km na área rural.

Tabela 16 - Custos de implementação e manutenção considerando a tecnologia de *wetlands* construídos na área urbana.

<b>Custo de implementação</b>	<b>Valores</b>
Implementação dos sistemas na área urbana envolvendo rede coletora e ETE ( <i>Wetland Vertical Sistema Francês</i> )	R\$ 2.876.230,88
Sistemas individuais para a área rural (mínimo e máximo)	R\$ 1.570.524,80
	R\$ 2.199.683,20
Total para área urbana e rural (mínimo e máximo)	R\$ 4.446.755,68
	R\$ 5.075.914,08
<b>Custo de manutenção</b>	<b>Valores</b>
Custo anual de manutenção de todas as unidades na área urbana	R\$ 8.371,20
Custo anual por unidade na área urbana	R\$ 20,42
Custo mensal por unidade na área urbana	R\$ 1,70
Custo anual de manutenção de todas as unidades na área rural	R\$ 57.287,55
Custo anual por unidade na área rural	R\$ 94,22
Custo mensal por unidade na área rural	R\$ 7,85
Custo médio mensal por unidade na área urbana e rural	R\$ 5,37

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para este último cenário, além de os valores serem compatíveis àqueles considerando a gestão associada, o valor obtido para a manutenção dos sistemas é semelhante àquele envolvendo o PGA e valorizando a ETE já construída no próprio município (Tabela 15). A

soma do valor base de R\$ 5,37 com a contribuição para aquisição do caminhão de 3,60 se torna R\$ 8,97. Este valor é muito próximo do custo estimado na Tabela 15 de R\$ 8,81 (R\$ 6,81 + R\$ 2,00), considerando os mesmos fatores, já que neste último cenário as prefeituras administrariam isoladamente os sistemas. Por fim, essa alternativa pode ser considerada para o tratamento terciário dos esgotos ou mesmo o tratamento de lodo no município, podendo ser uma opção alternativa para a gestão dos sistemas de esgotos de Capão Alto.

## 11 Plano de ação

O plano de ação apresentado a seguir detalha os objetivos, metas, prazos, investimentos, fontes de recursos e os responsáveis pela gestão das ações planejadas para a universalização do serviço de esgotamento sanitário em Capão Alto. 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 Capão Alto. 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.

<p><b>Meta 1.1</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adequação e aprovação na legislação municipal disciplinando o projeto, execução e operação de sistemas individuais de tratamento de esgoto.</li> <li>- Adaptar as adequações ao PMSB de Capão Alto.</li> <li>- Cumprir o estabelecido no código sanitário do município para emissão de habite-se sanitário pela vigilância sanitária, mediante implantação do sistema individual de esgotos.</li> </ul>
<p><b>Prazo</b></p>	<p>12 meses</p>
<p><b>Investimentos</b></p>	<p>Atualização do PMSB 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 Capão Alto.</p>
<p><b>Fontes de Recursos</b></p>	<p>Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável do Governo de Santa Catarina (SDE/SC)</p>
<p><b>Responsáveis</b></p>	<p>- Secretaria de Administração</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secretaria de Finanças</li> <li>- Vigilância Sanitária</li> <li>- Procuradoria Jurídica</li> <li>- CISAMA</li> </ul>
--	---

<b>Meta 1.2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criação de taxa para a manutenção dos sistemas individuais de tratamento no interior.</li> <li>- Elaboração de mecanismo para arrecadação via fatura da água.</li> </ul>
<b>Prazo</b>	12 meses
<b>Responsáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secretaria de Administração</li> <li>- Secretaria de Finanças</li> <li>- Procuradoria Jurídica</li> <li>- ARIS</li> <li>- CASAN</li> <li>- CISAMA</li> </ul>

<b>Meta 1.3</b>	Aquisição de sistema informatizado para emissão de taxa e impressão de fatura para as ligações no interior.
<b>Prazo</b>	06 meses
<b>Investimentos</b>	R\$ 17.350,00 (valor a ser rateado entre São José do Cerrito e Capão Alto)
<b>Fontes de Recursos</b>	Funserra
<b>Responsáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secretaria de Administração</li> <li>- Secretaria de Finanças</li> <li>- CISAMA</li> </ul>

<b>Meta 1.4</b>	Capacitação de agentes municipais para fiscalização do projeto (secretaria de planejamento) e execução e operação (vigilância sanitária) dos sistemas individuais de tratamento de esgoto no interior.
<b>Prazo</b>	03 meses
<b>Investimentos</b>	R\$ 6.000,00 (20 horas de curso, R\$ 300,00/hora)

<b>Fontes de Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funserra</li> <li>- Fundo para Recuperação de Bens Lesados (Ministério Público de Santa Catarina)</li> <li>- Ministério Público de Santa Catarina (13ª Promotoria de Justiça da Comarca de Lages-SC)</li> <li>- Prefeitura Municipal de Capão Alto</li> </ul>
<b>Responsáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secretaria de Administração</li> <li>- Secretaria de Finanças</li> <li>- Secretaria de Saúde</li> <li>- Vigilância sanitária</li> <li>- CISAMA</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Quadro 3 - Objetivo 2: regularizar as edificações do município de Capão Alto com relação aos sistemas de esgotos sanitários.

<b>Meta 2.1</b>	Instalação e/ou substituição de sistemas individuais de tratamento de esgoto em 100% da rural, baseados em tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, dimensionados segundo critérios da ABNT.
<b>Prazo</b>	60 meses
<b>Investimentos</b>	Entre R\$ 1.570.524,80 e R\$ 2.199.683,20
<b>Fontes de Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funasa</li> <li>- Funserra</li> <li>- Prefeitura Municipal de Capão Alto</li> </ul>
<b>Responsáveis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gabinete do Prefeito</li> <li>- Secretaria de Administração</li> <li>- Secretaria de Finanças</li> <li>- CISAMA</li> </ul>

<b>Meta 2.2</b>	Finalização do sistema de tratamento coletivo na área urbana do município de Capão Alto.
<b>Prazo</b>	36 meses
<b>Investimentos</b>	R\$ 1.100.000,00 referentes à finalização da terceira etapa da rede coletora e finalização das ligações prediais.

<b>Fontes de Recursos</b>	Funasa
<b>Responsáveis</b>	- Gabinete do Prefeito - Secretaria de Administração - Secretaria de Finanças - CISAMA

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

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

<b>Meta 3.1</b>	Celebração de contrato de programa via CISAMA com o município de CAPÃO ALTO para a disposição de lodo na ETE municipal.
<b>Prazo</b>	12 meses
<b>Responsáveis</b>	- Gabinete do Prefeito - Secretaria de Administração - Secretaria de Finanças - CISAMA - Prefeitura de Capão Alto

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

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

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

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

## 12 Considerações finais

O diagnóstico realizado no município de Capão Alto identificou que, embora a ampla maioria das residências não possua sistema de esgotamento sanitário adequado, o município está avançando na universalização do serviço na área urbana por meio da implantação do sistema coletivo. Neste sentido, considerando um cenário de curto e médio prazo, deve-se aplicar esforços na conclusão da terceira etapa da rede coletora e realizar as ligações das residências para a coleta adequada do esgoto doméstico e envio para tratamento na ETE municipal. No que pese a instalação e manutenção de sistemas individuais, a necessidade de contratação de serviço em outro município acaba onerando os custos, tornando impraticável para os munícipes custearem esse serviço. Neste sentido, a alternativa baseada na gestão associada, com serviço de limpeza administrado pelo poder público apresenta-se como uma alternativa mais acessível à realidade socioeconômica de Capão Alto.

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 a diferentes realidades.

### 13 Referências

ABNT. **ABNT NBR 9649:1986 Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1986.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 7229:1993 Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1993.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 13969:1997 Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1997.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 5626:1998 Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1998.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 8160:1999 Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1999.

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-CAPÃO ALTO-005/2018.** Florianópolis: [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.aris.sc.gov.br/uploads/edital/3274/9nLQ1kOgFkk8SDNbOX2ZfkNIXImDRhiX.pdf>>.

\_\_\_\_\_. **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.

BOCASANTA, R. S.; SKORONSKI, E. **Relatório de Monitoramento da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do Município de Capão Alto (ETAPA 1 - Fevereiro a Julho de 2020).** Capão Alto/SC: [s.n.], 2020.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 498 de 19 de Agosto de 2020.** Brasília - DF: [s.n.], 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-498-de-19-de-agosto-de-2020-273467970>>.

CAMMAROTA, M. C.; FREIRE, D. M. G. **A review on hydrolytic enzymes in the treatment of wastewater with high oil and grease content.** *Bioresource Technology*, [s.l.], v. 97, n° 17, p. 2195–2210, 2006. ISSN: 09608524, DOI: 10.1016/j.biortech.2006.02.030.

CAPÃO ALTO. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Capão Alto - VOLUME I - Consolidação do Plano Municipal de Saneamento Básico.** Prefeitura Municipal de Capão Alto: [s.n.], 2011.

\_\_\_\_\_. **Aspectos Econômicos.** 2014. Disponível em: <<https://www.capaoalto.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaItem/32757>>. Acesso em: 19/nov./20.

\_\_\_\_\_. **Lei complementar nº 189/2020 de 14 de Julho de 2020.** Prefeitura Municipal de Capão Alto: [s.n.], 2020. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/sc/c/capao-alto/lei-complementar/2020/19/189/lei-complementar-n-189-2020-dispoe-sobre-a-politica-municipal-de-saneamento-basico-cria-o-conselho-municipal-de-saneamento-e-o-fundo-municipal-de-saneamento-basico-de-capao-alto-e-da-outras-providencias?q=saneamento>>.

COSTA, C. C. Da; POPPI, L. **Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa: Fossa Séptica Biodigestora.** São Carlos: [s.n.], 2012.

CPRM. **Mapa geológico do estado de Santa Catarina.** 2014. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17996>>. Acesso em: 20/maio/19.

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.

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, nº 4, p. 848–859, 2018. ISSN: 0273-1223, DOI: 10.2166/wst.2018.355.

IBGE. **Capão Alto/Santa Catarina/Brasil.** *Cidades@.* 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/capao-alto/panorama>>. Acesso em: 23/nov./20.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do saneamento básico.** In: SANTANA, A. (Org.). São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2012. 62 p.

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

JUNIOR, J. D. O. S. **Análise econômica em plantios de pinus e eucalipto no Planalto Serrano Catarinense.** 174 p. - Universidade Federal do Paraná, 2012.

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, nº 9, p. 119–126, 2005. ISSN: 0273-1223, DOI: 10.2166/wst.2005.0301.

LE MOS, A. C. C. **Variabilidade da fragilidade ambiental frente à intensificação agrícola no alto e médio Rio Canoas/SC.** v. 5, 189 p. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

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.

MENDES, A. A. *et al.* **Aplicação de lipases no tratamento de águas residuárias com elevados teores de lipídeos.** *Química Nova*, [s.l.], v. 28, n° 2, p. 296–305, 2005. ISSN: 0100-4042, DOI: 10.1590/S0100-40422005000200022.

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

MMA. **Caderno da região hidrográfica do Uruguai.** Brasília/DF: [s.n.], 2006. Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/estruturas/161/\\_publicacao/161\\_publicacao03032011023025.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011023025.pdf)>. ISBN: 8577380637.

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.

PRESIDENTE PRUDENTE. **Lei n° 297 - Dispondo sobre: a proibição de construção de fossas negras nas zonas urbana e suburbana.** 1954. Disponível em: <<http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=35>>. Acesso em: 01/abr./20.

SÁ, E. A. S. **Estudo do modelo TOPMODEL na bacia hidrográfica do Alto Canoas – SC.** 110 p. - Universidade do Estado de Santa Catarina, 2014.

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.

SDS. **Caracterização geral das regiões hidrográficas de Santa Catarina.** *Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina - PERH/SC*. 2017. Disponível em: <[https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib\\_top/DHRI/PlanoEstadual/etapa\\_a/PERH\\_SC\\_RH4\\_CERTI-CEV\\_2017\\_final.pdf](https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/PlanoEstadual/etapa_a/PERH_SC_RH4_CERTI-CEV_2017_final.pdf)>. Acesso em: 05/set./20.

SEBRAE. **Capão Alto - Cadernos de Desenvolvimento.** Capão Alto/SC: [s.n.], 2019. Disponível em: <[https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Capao Alto - Cadernos de](https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Capao%20Alto%20-%20Cadernos%20de)>

Desenvolvimento.pdf>.

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

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.

STRASSBURGER, L. **Uso da terra nas bacias hidrográficas do Rio do Peixe (SC) e do Rio Pelotas (RS/SC) e sua influência na limnologia do reservatório da UHE-ITÁ (RS/SC)**. 138 p. - Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

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.

## **14 Anexos**

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

Anexo B - Questionário aplicado à prefeitura municipal.

Anexo C - Modelos de sistemas individuais de tratamento.

Anexo D - Convênio de cooperação técnica entre a ARIS e o município.

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

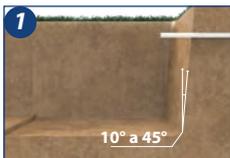
POSSUI FILTRO VALA DE FILTRAÇÃO?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
POSSUI FILTRO VALA DE INFILTRAÇÃO?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
POSSUI TANQUE COM CLORADOR?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
POSSUI TUBULAÇÃO DE DRENAGEM NA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

Anexo B - Questionário aplicado à prefeitura municipal.

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

Anexo C - Modelos de sistemas individuais de tratamento.

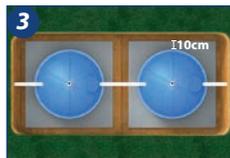
## INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO



1. Escavar o local de instalação com paredes com inclinação de 10° a 45° e compactar a terra da base.



2. Construir uma base nivelada e lisa em concreto armado que servirá como apoio para os Retator e Biofiltro Bakof Tec.



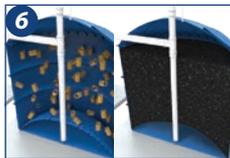
3. A base deve apoiar todo o fundo do equipamento e ser pelo menos 10cm maior que o diâmetro do mesmo.



4. Realizar as conexões de entrada e saída do equipamento, utilizando anéis de vedação. Certificar que exista o desnível necessário entre o Retator e Biofiltro.



5. Encher com água o Reator e Biofiltro antes de efetuar o aterramento, deixar o sistema em repouso por no mínimo 24h para certificar-se que não haja vazamentos.



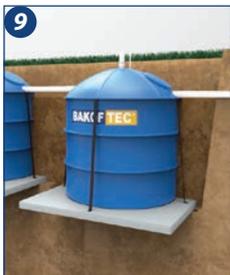
6. A Bakof oferece o sistema de tratamento de efluentes sanitários completo, já incluindo anéis plásticos. Caso sua aquisição foi o FILTRO Bakof, o mesmo deve ser preenchido com meio filtrante plástico ou pedra brita nº 4 ou 5.



7. Utilizar traço de cimento: terra (1:10), livre de pedras ou objetos pontiagudos e efetuar a compactação a cada 25cm. O processo de aterramento e compactação não deve ser mecanizado.



8. Preservar fácil acesso à tampa de inspeção para eventual manutenção e limpeza do equipamento, cuja periodicidade deve ser a cada 12 meses, ou inferior conforme necessidade. Não deve haver atorro sobre a tampa de inspeção, sobre o equipamento o máximo de 30 cm.



9. Em terrenos arenosos, movediços e lençóis freáticos superficiais, além da base, realizar ancoragem do sistema.  
 - Passar cabo de aço 1/8" entre a tampa de inspeção e o corpo do produto (gargalo) dando uma volta completa com o cabo;  
 - Fixar as duas extremidades do cabo na base de apoio utilizando chumbadores.



10. Não deve haver trânsito sobre o equipamento. Caso o Reator e Biofiltro Bakof Tec esteja instalada em local de circulação, deve ser construída uma laje que não esteja apoiada diretamente sobre o produto.

### Atenção!

Em caso de dúvidas com relação às características do solo, lençol freático e especificação civil, contate um técnico responsável pela instalação da obra.

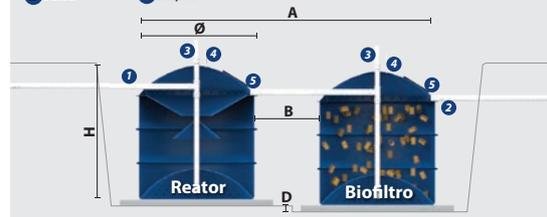
Em caso de dúvidas relativas ao produto ou instalação, contate a Área Técnica da Bakof.

### Dimensões do Reator e Biofiltro Bakof<sup>®</sup>

Modelo (€/dia*)	A (m)	B (m)	D (m)	Ø (m)	H (m)	PESSOAS ATENDIDAS		
						Padrão Alto**	Padrão Médio***	Padrão Baixo****
400€	2x1,0	1,00	0,10	0,68	1,26	2	3	4
600€	2x1,0	1,00	0,10	0,68	1,50	3	4	6
1.600€	3x1,2	1,00	0,10	1,00	1,69	10	12	16
4.000€	4x1,7	1,00	0,10	1,50	1,93	25	30	40
8.000€	5x2,2	1,00	0,10	2,00	2,35	50	60	80
16.000€	6x2,7	1,00	0,10	2,50	3,25	100	120	160
32.000€	7x6,0	1,00	0,10	3,00	4,25	200	245	320

E(DBO)1% Conforme NBR 13.969 \*\*160 l/hab/dia \*\*\*130 l/hab/dia \*\*\*\*100 l/hab/dia e DBO de até 300 mg/l  
 Eficiência 70-90 Padrão de contribuição definido e de responsabilidade do contratante.

- 1 Entrada 2 Saída 3 Limpeza 4 Respiro 5 Tampa de Inspeção \*Dimensões aproximadas



### ! IMPORTANTE

Os produtos Bakof possuem garantia de 2 anos. A garantia não cobre danos ou defeitos de transporte, uso inadequado, modificação no produto, manutenção por terceiros e descumprimento das orientações contidas no manual de instalação. A Bakof garante a manutenção, assistência ou substituição do produto que comprovadamente apresente defeito na fabricação dentro do prazo de garantia contido neste manual e mediante apresentação da Nota Fiscal de compra.

DATA DE FABRICAÇÃO

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	CONTINUAÇÃO DE QUALQUER MÊS OK
JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	A
01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15						B
16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31						C
2019	2020	2021	2022	2023	2024	D

INDÚSTRIA BRASILEIRA

## BIORREATOR E BIOFILTRO

Biorreator e Biofiltro juntos são chamados de Estação Compacta Anaeróbia de Tratamento de Esgoto, Controle e Proteção Ambiental.

Um sistema de máxima tecnologia e altíssimo desempenho produzido de acordo com a norma técnica NBR 13969/97 e atende especificações do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente).



MATERIAL  
PEMD



MATERIAL  
PRFV



GARANTIA\*



PRODUTO ECO  
FAZ BEM PARA  
O NOSSO MUNDO



DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO, SE UTILIZADA A CAIXA DE CLORAÇÃO, A ÁGUA TRATADA PELO SISTEMA PODE SER LANÇADA DIRETAMENTE EM RIOS, CÓRREGOS OU GALERIAS.

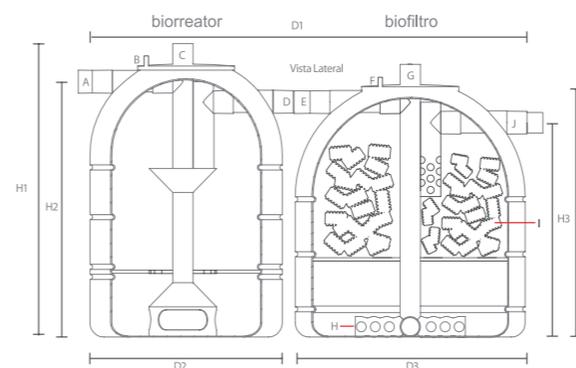


- Grande redução da carga orgânica (fossa e fossa-filtro reduzem no máximo em 50%);
- Não requer colocação de brita (fossa e fossa-filtro requerem);
- Não requer retrolavagem (sistemas com brita requerem);
- Feito com material estanque, evita infiltração no solo e no lençol freático;
- O lodo gerado é estabilizado, podendo ser utilizado em jardins ou floreiras, após compostagem;
- Rápida e fácil instalação (não requer mão de obra especializada);
- Simples manutenção: retirar o lodo a cada 15 meses, em média.

\* Garantia conforme instrução de instalação do fabricante.

## BIORREATOR E BIOFILTRO EM POLIETILENO (PEMD)

Medidas nominais do equipamento



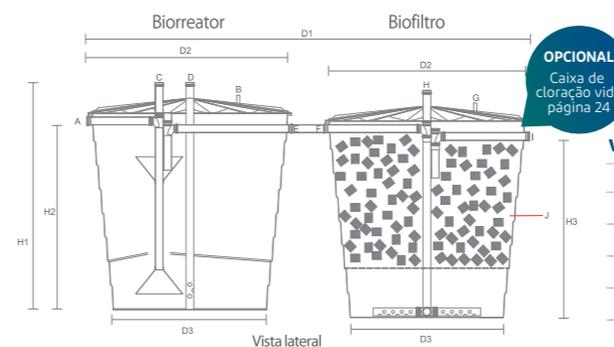
	VOLUMES	1.000 L	2.000 L
A - Entrada do Biorreator - PVC 100 mm	D1	2177 mm	2715 mm
B - Saída de gases do Biorreator - PVC 20 mm	D2	962 mm	1300 mm
C - Entrada para limpeza - PVC 100 mm	D3	1150 mm	1350 mm
D - Saída do Biorreator - PVC 100 mm	H1	1450 mm	1845 mm
E - Entrada do Biofiltro - PVC 100 mm	H2	1260 mm	1703 mm
F - Saída de gases do Biofiltro - PVC 20 mm	H3	1060 mm	1503 mm
G - Entrada para limpeza - PVC 100 mm	H4	1240 mm	1745 mm
H - Distribuidor do efluente			
I - Tubos corrugados em PEAD			
J - Saída do Biofiltro - PVC 100 mm			

### CÓDIGO

BIORREATOR				BIOFILTRO				TOTAL	TOTAL
Código	Produto	Capacidade	Peso	Código	Produto	Capacidade	Peso	Capacidade	Aplicação
150	PEMD	1000 litros	30 kg	144	PEMD	1000 litros	45 kg	2000 litros	Até 06 pessoas
6290	PEMD	2000 litros	61 kg	6291	PEMD	2000 litros	88 kg	4000 litros	Até 12 pessoas

PEMD - Polietileno de Média Densidade.

## BIORREATOR E BIOFILTRO EM POLIÉSTER REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO (PRFV) - Medidas nominais do equipamento



	VOL.	3.000 L	5.000 L	7.500 L	10.000 L	15.000 L	20.000 L	26.000 L
D1	4100 mm	4460 mm	5580 mm	5580 mm	6600 mm	6600 mm	6600 mm	6600 mm
D2	1850 mm	2130 mm	2650 mm	2650 mm	3200 mm	3200 mm	3200 mm	3200 mm
D3	1460 mm	1700 mm	2150 mm	2020 mm	2640 mm	2420 mm	2530 mm	2530 mm
H1	1900 mm	2250 mm	2235 mm	2890 mm	2760 mm	3860 mm	4600 mm	4600 mm
H2	1410 mm	1760 mm	1725 mm	2380 mm	2150 mm	3150 mm	3850 mm	3850 mm
H3	1310 mm	1660 mm	1625 mm	2280 mm	2060 mm	3050 mm	3750 mm	3750 mm

BIORREATOR				BIOFILTRO				TOTAL SISTEMA
Código	Produto	Capacidade	Peso	Código	Produto	Capacidade	Peso	Aplicação*
148	PRFV	3000 litros	132 kg	147	PRFV	3000 litros	147 kg	até 19 pessoas
1089	PRFV	5000 litros	189 kg	1088	PRFV	5000 litros	230kg	até 38 pessoas
744	PRFV	7500 litros	261 kg	745	PRFV	7500 litros	318 kg	até 57 pessoas
152	PRFV	10000 litros	319 kg	145	PRFV	10000 litros	418 kg	até 76 pessoas
151	PRFV	15000 litros	421 kg	529	PRFV	15000 litros	573 kg	até 115 pessoas
531	PRFV	20000 litros	550 kg	1085	PRFV	20000 litros	767 kg	até 153 pessoas
5236	PRFV	26000 litros	660 kg	5235	PRFV	26000 litros	932 kg	até 192 pessoas

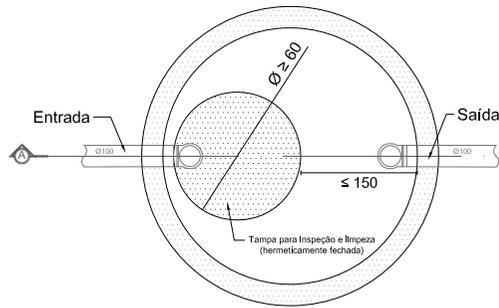
PRFV - em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV). Para sistemas com capacidade acima de 50.000 litros, consultar fábrica. \*Contribuição referente ao Padrão Médio (130 litros/dia por pessoa)

# TANQUE SÉPTICO + FILTRO ANAERÓBIO + SUMIDOURO

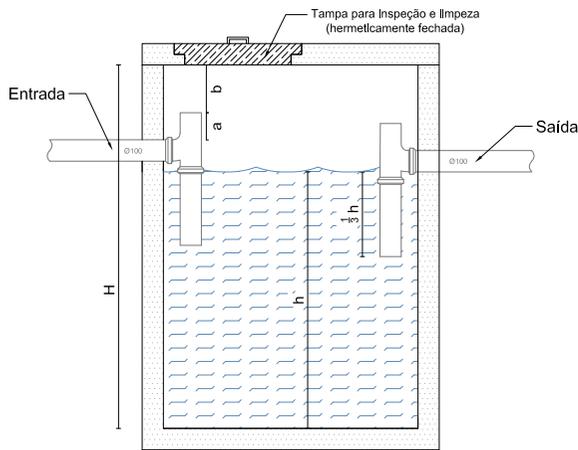
Configuração cilíndrica

Obs.: medidas em cm

Tanque séptico

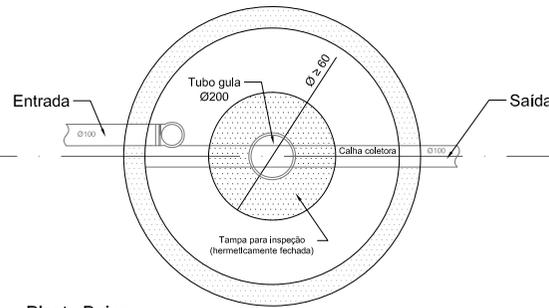


Planta Baixa  
Escala 1:35

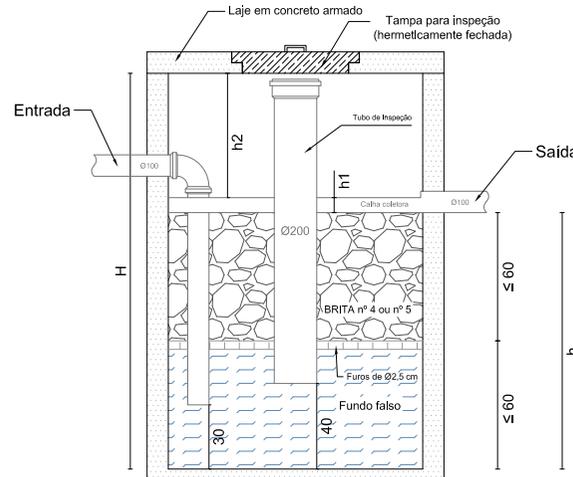


CorteAA  
Escala 1:35

Filtro anaeróbico

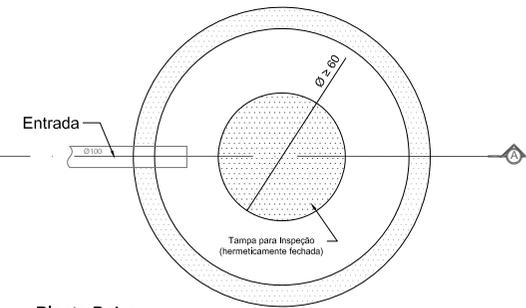


Planta Baixa  
Escala 1:35

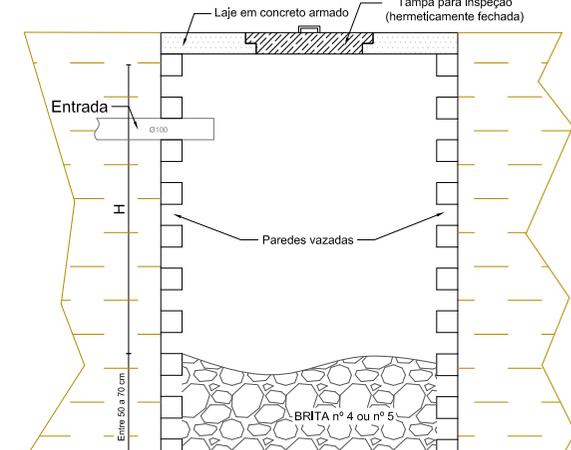


CorteAA  
Escala 1:35

Sumidouro



Planta Baixa  
Escala 1:35



CorteAA  
Escala 1:35

## Orientações

### Tanque séptico

$D$  = diâmetro interno total  
 $H$  = altura interna total  
 $h$  = profundidade útil

- $D$  e  $H$  variam de acordo com a edificação, o número de pessoas e os parâmetros de dimensionamento adotados conforme NBR 7229/1993;
- $D \geq 110$  cm;
- O maior raio de abrangência horizontal, admissível para efeito de limpeza, é de 150 cm, a partir do qual nova abertura deve ser instalada;
- Profundidade útil mínima e máxima: consultar NBR 7229/1993;
- $a \geq 5$  cm;
- $b \geq 5$  cm.

### Filtro anaeróbico

$D$  = diâmetro interno total  
 $H$  = altura interna total  
 $h$  = altura total do leito filtrante  
 $h1$  = altura da calha coletora  
 $h2$  = altura do vão livre (variável)

- $D$  e  $H$  variam de acordo com a edificação, o número de pessoas e os parâmetros de dimensionamento adotados conforme NBR 13.969;
- Volume útil mínimo do leito filtrante: 1000 L;
- $h \leq 120$  cm;
- Altura do fundo falso  $\leq 60$  cm (incluindo a espessura da laje);
- No caso de haver dificuldades de construção do fundo falso, todo o volume do leito pode ser preenchido por meio filtrante.

### Sumidouro

$D$  = diâmetro interno total  
 $H$  = altura útil

- Uso favorável somente onde se possa garantir a distância mínima de 150 cm entre o fundo do sumidouro e o nível do aquífero máximo;
- O dimensionamento deve ser realizado de acordo com a taxa de percolação do solo local, como orienta a NBR 13969/1997.

Os materiais empregados na construção das unidades devem atender as seguintes exigências:

- Resistência mecânica adequada às solicitações a que cada componente seja submetido;
- Resistência ao ataque químico de substâncias contidas no esgoto afluente ou geradas no processo de digestão.

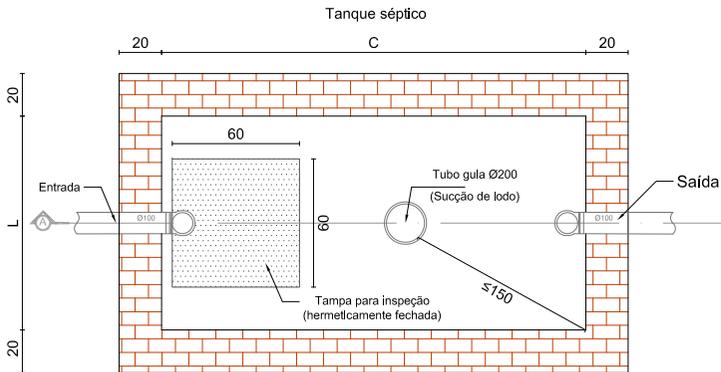
Em geral, para sistemas de uso doméstico, as exigências construtivas e de estabilidade são atendidas por construções em alvenaria de tijolo inteiro, concreto armado moldado no local e materiais pré-fabricados como anéis de concreto armado, componentes de políéster armado com fibra de vidro e chapas metálicas revestidas.

Referências: NBR 7.229 (ABNT, 1997) e NBR 13.969 (ABNT, 1993)

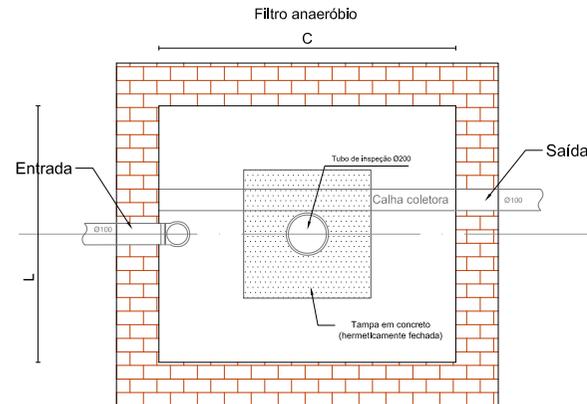
# TANQUE SÉPTICO + FILTRO ANAERÓBIO + SUMIDOURO

Configuração prismática retangular

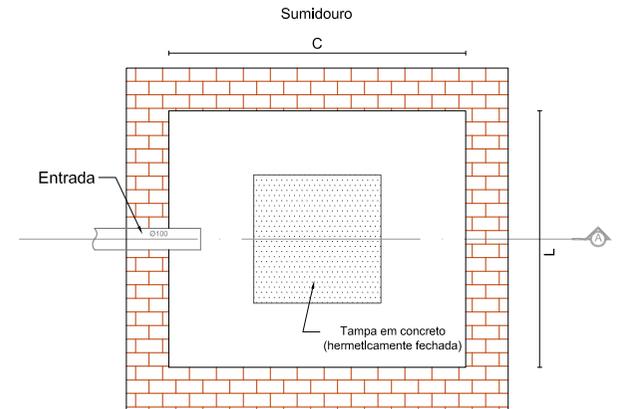
Obs.: medidas em cm



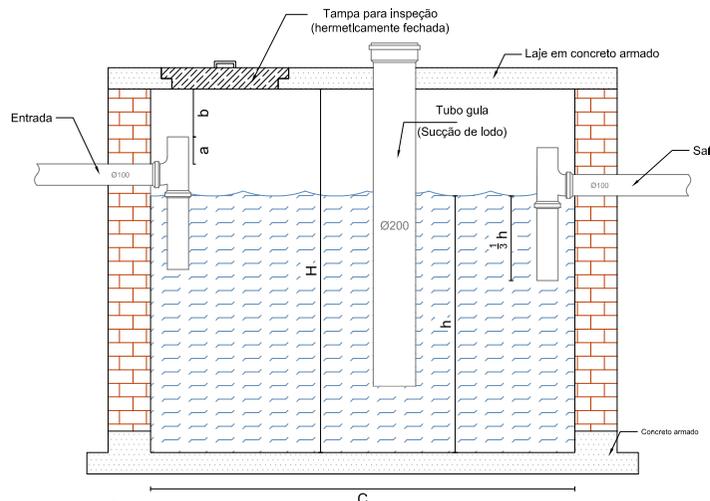
Planta Baixa  
Escala 1:35



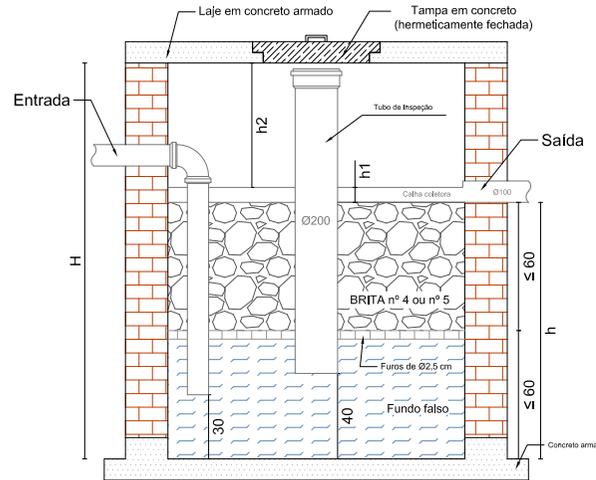
Planta Baixa  
Escala 1:35



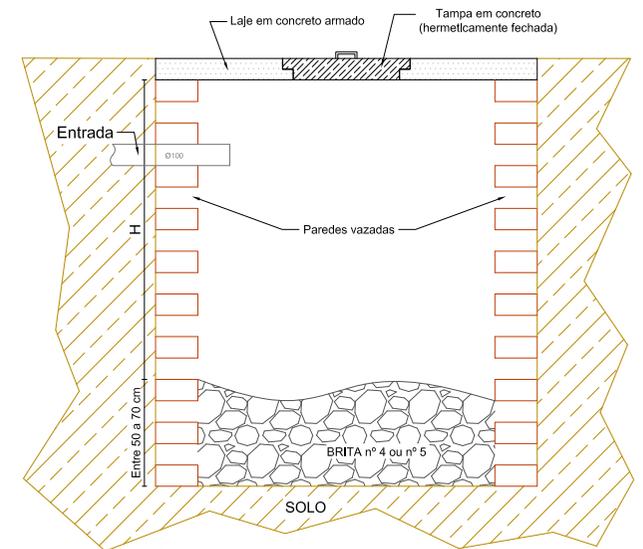
Planta Baixa  
Escala 1:35



CorteAA  
Escala 1:35



CorteAA  
Escala 1:35



CorteAA  
Escala 1:35

## Orientações

### Tanque séptico

L = largura interna total  
C = comprimento interno total  
H = altura interna total  
h = profundidade útil

- L, C e H variam de acordo com a edificação, o número de pessoas e os parâmetros de dimensionamento adotados conforme NBR 7229/1993;
- $L \geq 80$  cm;
- O maior raio de abrangência horizontal, admissível para efeito de limpeza, é de 150 cm, a partir do qual nova abertura deve ser instalada;
- Relação C/L: mínimo 2:1 e máximo 4:1;
- Profundidade útil mínima e máxima: consultar NBR 7229/1993;
- $a \geq 5$  cm;
- $b \geq 5$  cm.

### Filtro anaeróbio

L = largura interna total  
C = comprimento interno total  
H = altura interna total  
h = altura total do leito filtrante  
h1 = altura da calha coletora  
h2 = altura do vão livre (variável)

- L, C e H variam de acordo com a edificação, o número de pessoas e os parâmetros de dimensionamento adotados conforme NBR 13969/1993;
- $L \geq 80$  cm;
- Volume útil mínimo do leito filtrante: 1000 L;
- $h \leq 120$  cm;
- Altura do fundo falso  $\leq 60$  cm (incluindo a espessura da laje);
- No caso de haver dificuldades de construção do fundo falso, todo o volume do leito pode ser preenchido por meio filtrante.

### Sumidouro

L = largura interna total  
C = comprimento interno total  
H = altura útil

- Uso favorável somente onde se possa garantir a distância mínima de 150 cm entre o fundo do sumidouro e o nível do aquífero máximo;
- O dimensionamento deve ser realizado de acordo com a taxa de percolação do solo local, como orienta a NBR 13969/1997.

Os materiais empregados na construção das unidades devem atender as seguintes exigências:

- Resistência mecânica adequada às solicitações a que cada componente seja submetido;
- Resistência ao ataque químico de substâncias contidas no esgoto afluente ou geradas no processo de digestão.

Em geral, para sistemas de uso doméstico, as exigências construtivas e de estabilidade são atendidas por construções em alvenaria de tijolo inteiro, concreto armado moldado no local e materiais pré-fabricados como anéis de concreto armado, componentes de políéster armado com fibra de vidro e chapas metálicas revestidas.

Referências: NBR 7.229 (ABNT, 1997) e NBR 13.969 (ABNT, 1993)

Anexo D - Convênio de cooperação técnica entre a ARIS e o município.

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002 /2019 (XI)

Convênio de cooperação técnica celebrado entre o Município de Capão Alto e a Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS), visando a implementação do *PROGRAMA TRATASan*.

Considerando que toda edificação permanente urbana deve ser conectada à rede pública de esgotamento sanitário quando disponível e sujeita ao pagamento de tarifa e de outros preços públicos decorrentes da conexão e do uso do serviço público, nos termos do artigo 45 da Lei Federal nº 11.445/07, e que, na ausência de redes coletoras públicas, serão admitidas soluções individuais de tratamento e destinação final dos esgotos sanitários, nos termos do artigo 45, §1º, da Lei Federal nº 11.445/07;

Considerando que a destinação final do lodo das fossas sépticas é serviço público, nos termos do artigo 9º, IV, do Decreto nº 7.217/2010;

Considerando o Decreto/ARIS nº 004/2017, de 30 de maio de 2017, que aprova o **PROGRAMA TRATASan** “Diagnóstico da Situação Atual Sobre a Gestão do Esgotamento Sanitário”, nos Municípios consorciados à ARIS, nos termos da Assembleia Geral Extraordinária realizada no dia 29/05/2017;

Considerando que os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos princípios elencados no artigo 2º, dos quais destaca-se:

I – universalização;

(...)



IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

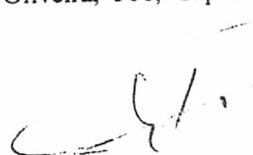
VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;

Considerando que o *PROGRAMA TRATASan*, propõe o estabelecimento de medidas que possibilitem avaliar as condições da destinação de esgotos sanitários de todas as edificações urbanas e posterior conduta de incentivo a implementação de soluções adequadas, devendo haver a correta fiscalização da destinação e tratamento do esgoto doméstico, seja por sistema público, seja por sistema privado;

Considerando que o Município firmou Termo de Ajustamento de Conduta - TAC com o Ministério Público de Santa Catarina cujo objeto, entre outros, é a fiscalização, coibição e correção das irregularidades ambientais em razão dos lançamentos de esgoto sanitário no meio ambiente sem nenhum tratamento prévio ou tratamento deficiente;

Considerando que o Município se comprometeu, através de seus agentes públicos, à fiscalizar e adotar as medidas pertinentes à regularização dos sistemas individuais, inclusive para fins de análise e aprovação do respectivo projeto hidrossanitário em conformidade com a NBR 7229/1993 e NBR 13969/1997, por profissional habilitado junto ao CREA/SC, e acompanhado da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, resolvem :

O **MUNICÍPIO DE CAPÃO ALTO**, pessoa jurídica de direito público interno, CNPJ nº 01.599.409/0001-39, com sede na Rua João Vieira de Oliveira, 500, Capão Alto/SC, neste ato



representado por seu Prefeito Municipal, Sr. Tito Pereira Freitas, e a **AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO – ARIS**, associação pública, CNPJ nº 11.400.360/0001-05, com sede na Rua General Liberato Bittencourt, nº 1885-A, 12º andar, Bairro; Canto, Florianópolis/SC, neste ato representada por seu Diretor-geral, Sr. Adir Faccio, celebrar o presente **CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA**, nos termos a seguir:

**CLÁUSULA PRIMEIRA – DO OBJETO**

O objeto do presente convênio é a busca da melhoria contínua e gestão adequada do saneamento básico afim de promover a proteção ao meio ambiente e a saúde pública, atendendo as diretrizes nacionais da Lei nº 11.445/2007 e da política municipal de saneamento básico, possibilitando a sistematização do funcionamento efetivo das soluções individuais enquanto alternativa de tratamento de esgoto sanitário, assim como os casos de implantação de sistemas coletivos de pequeno porte ou mesmo de implantação de sistema completo de coleta, transporte e tratamento dos esgotos domésticos, conforme suas peculiaridades que serão estudadas e previstas no Plano Municipal de Saneamento Básico e nos contratos firmados com os prestadores, nos termos do plano de trabalho anexo.

**CLÁUSULA SEGUNDA – DAS OBRIGAÇÕES DAS PARTES:**

- a) Disponibilizar apoio, dentro de suas competências, nas questões operacionais e institucionais relacionadas à implantação do PROGRAMA;
- b) Acompanhar e avaliar a execução das ações a serem desenvolvidas e planejar novas ações que auxiliem na solução dos problemas identificados;
- c) Trocar informações, documentos e apoio técnico-institucional, necessários à consecução dos objetivos destacados;
- d) Utilizar o Plano Municipal de Saneamento (PMSB) como diretriz para os trabalhos a serem executados;

**CLÁUSULA TERCEIRA – DAS OBRIGAÇÕES DO MUNICÍPIO:**

- a) Regular, por lei, a obrigatoriedade de, não havendo rede de coleta de esgoto sanitário, ser implantada solução individual de esgotamento sanitário, especificando-a (conforme normas



- i) Fornecer mapas, cadastro imobiliário e outros documentos existentes que possibilitem a identificação dos imóveis a serem vistoriados;
- j) Realizar atividades de educação ambiental junto à população, alertando para a necessidade da correta implantação dos sistemas individuais e limpeza periódica, como ação de saneamento a garantir a universalização do acesso, além da proteção ao meio ambiente e à saúde pública;

**CLÁUSULA QUARTA – DAS OBRIGAÇÕES DA ARIS:**

- a) Normatizar aspectos como condições, prazos e modo de ligação nas unidades usuárias à rede pública de esgoto;
- b) Elaborar um diagnóstico sobre os sistemas individuais de esgotamento sanitário, soluções coletivas de pequeno porte e sistema de coleta, transporte e tratamento quando público, bem como orientar a fiscalização “in loco”, em conjunto com agentes públicos do MUNICÍPIO, mediante vistoria devidamente documentada, avaliando se as soluções individuais são tecnicamente adequadas;
- c) Elaborar estudo populacional e projetar a geração de efluentes;
- d) Apontar as características do solo (infiltração) através de levantamento de informações existentes (mapeamento, projetos com sistemas de infiltração existentes, sondagens, etc.), com apoio do município;
- e) Realizar o levantamento na área de abrangência urbana, com base em dados disponíveis (SDS, Epagri, Embrapa, PMSB, Plano de Recursos Hídricos da Bacia, Estações de Monitoramento da ANA, Dados do Diagnóstico Socioambiental, etc)
- f) Indicar alternativas para o esgotamento sanitário na área de interesse.

**CLÁUSULA QUINTA – DA VIGÊNCIA**

O presente convênio entra em vigor na data de sua assinatura e vigorará pelo prazo de 2 (dois) anos, prorrogando-se por iguais e sucessivos períodos, se as partes assim desejarem.



**CLÁUSULA SEXTA – DA RESCISÃO**

As partes poderão propor, a qualquer tempo, a rescisão do presente convênio caso ocorra comprovado inadimplemento de quaisquer das cláusulas, pela superveniência de legislação que o torne impraticável e por mútuo interesse.

**CLÁUSULA SÉTIMA – DAS ALTERAÇÕES E MODIFICAÇÕES**

Este termo de convênio de cooperação poderá ser alterado, por mutuo entendimento entre os signatários, durante a sua vigência, mediante termo aditivo, visando a aperfeiçoá-lo;

**CLÁUSULA OITAVA – DO FORO**

As partes elegem o foro da Comarca do Município de Capão Alto para dirimir quaisquer conflitos resultantes do presente convênio.

**CLÁUSULA NONA – DISPOSIÇÃO FINAL**

Por estarem acordadas as partes, assinam o presente convênio em 02 (duas) vias, na presença das testemunhas arroladas.

Florianópolis, 14 de junho de 2019.

  
Preteitura Mun. de Capão Alto/SC  
Tito Pereira Freitas  
Prefeito Municipal  
**TITO PEREIRA FREITAS**  
Prefeito Municipal de Capão Alto/SC

  
**ADIR FACCIÓ**  
Diretor-Geral da ARIS