

Projeto
TRATAS  **N**

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/IX/2019

ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL

Diagnóstico de situação e proposição de alternativas

Ponte Alta - Santa Catarina



CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/IX/2019

ORGANIZAÇÃO

PREFEITURA MUNICIPAL DE PONTE ALTA

Luiz Paulo Farias Prefeito Municipal
Sandra Aparecida Rodrigues dos Santos Gonçalves Vice-Prefeita Municipal

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO

Adir Faccio Diretor Geral
Antoninho Luiz Baldissera Diretor de Regulação
Daniel Fontana Coordenador de Normatização
Willian Jucelio Goetten Coordenador de Fiscalização

EXECUÇÃO

Prof. Everton Skoronski Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária – CAV/UDESC	Profª. Viviane Trevisan Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária – CAV/UDESC
Prof. Eduardo Bello Rodrigues Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária – CAV/UDESC	Alunos de Graduação e Mestrado Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária – CAV/UDESC

Equipe Técnica Municipal

Célio dos Santos Lourenço Secretário Municipal de Saúde	Fernanda Ferreira Wandresen Secretária de Administração e Finanças
Cleber Miranda de Souza Secretário Municipal de Educação, Cultura e Desporto	Juliano Paulo Heinle Secretário de Agricultura
Amilton Antunes Gonçalves Secretário de Meio Ambiente	Alcione Farias Secretário de Obras e Transportes
Selênio Sartori Diretor Executivo do CISAMA	Katynara Goedert Coordenadora de Projetos de Saneamento Básico do CISAMA
Luiz Paulo Farias Prefeito de Ponte Alta	Sandra Aparecida Rodrigues dos Santos Gonçalves Vice-Prefeito de Ponte Alta

Sumário

1	Apresentação	9
2	Aspectos gerais do município.....	10
2.1	Características físicas.....	11
2.1.1	Solo.....	12
2.1.2	Hidrologia e Informações da bacia.....	13
2.2	Uso e ocupação do solo	14
2.3	Diagnóstico socioambiental.....	15
3	Estudo populacional	15
4	Cenário atual do saneamento básico.....	19
4.1	Sistema de abastecimento de água.....	19
4.2	Esgotamento sanitário.....	20
4.3	Drenagem e manejo de águas pluviais.....	21
5	Projeção da geração de lodo e esgoto.....	21
5.1	Esgoto na área urbana	21
5.2	Lodo na área urbana.....	22
5.3	Esgoto na área rural	23
5.4	Lodo na área rural	24
6	Diagnóstico.....	25
6.1	Informações do município sobre a gestão do sistema de esgotos sanitários....	25
6.2	Sistemas individuais na área urbana	26
6.2.1	Metodologia de aplicação dos questionários.....	26
6.3	Resultados.....	27
6.3.1	Característica das edificações.....	27
6.3.2	Características dos sistemas de tratamento.....	28
6.3.3	Sistemas de disposição	32
6.3.4	Idade dos sistemas	36
6.3.5	Limpeza dos sistemas	37

6.3.6	Espaço no terreno para instalação	41
6.4	Caixa de água.....	41
7	Legislação.....	43
8	Soluções para o tratamento de esgoto sanitário.....	44
8.1	Tanques sépticos	44
8.1.1	Dimensionamento do tanque séptico.....	46
8.1.2	Limpeza dos tanques sépticos	46
8.2	Filtro anaeróbio.....	47
8.2.1	Dimensionamento do filtro anaeróbio	48
8.3	Estudo de caso envolvendo a aplicação de tanque séptico e filtro anaeróbio..	48
8.4	Alternativa baseada no sistema de <i>wetlands</i>	50
8.4.1	Tratamento de esgoto bruto por meio de <i>wetland</i> vertical Sistema Francês	50
8.4.2	Tratamento de lodos através de sistemas <i>wetlands</i> construídos	53
8.4.3	Dimensionamento das unidades <i>wetlands</i> para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do esgoto bruto doméstico	55
8.4.4	Dimensionamento do <i>wetland</i> construído para tratamento de lodo de tanque séptico	56
8.5	Alternativas de disposição do esgoto tratado.....	57
8.6	Edificações sem espaço útil	57
9	Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Ponte Alta.....	58
10	Custos e cobrança pelos serviços	64
11	Plano de ação	71
12	Considerações finais	76
13	Referências	77
14	Anexos.....	81

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Distribuição da população em território municipal.....	11
Tabela 2 - Evolução da população de Ponte Alta entre os anos de 1996 e 2020.	16
Tabela 3 - Projeção da população urbana de Ponte Alta para o período de 2021-2042, utilizando vários modelos.....	16
Tabela 4 - Projeção da população no município de Ponte Alta.....	18
Tabela 5 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área urbana de Ponte Alta.	22
Tabela 6 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Ponte Alta.	23
Tabela 7 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área rural de Ponte Alta.	24
Tabela 8 - Projeção de produção de lodo na área rural de Ponte Alta.....	24
Tabela 9 - Referências de taxas de sólidos aplicados em <i>wetlands</i>	54
Tabela 10 - Parâmetros de dimensionamento para tratamento de lodo de TS.	56
Tabela 11 - Custos dos sistemas de tratamento individual.....	65
Tabela 12 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Lages.	66
Tabela 13 - Estimativa de custos para a limpeza considerando a gestão associada entre Ponte Alta e Curitiba.....	68
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.	69
Tabela 15 - Custos de implementação e manutenção considerando a tecnologia de <i>wetlands</i> construídos na área urbana.	70

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização de Ponte Alta em Santa Catarina.	11
Figura 2 - Solos predominantes no município de Ponte Alta.	12
Figura 3 - Localização da RH4 e das bacias hidrográficas que a compõem.	13
Figura 4 - Mapa hidrológico da Bacia Rio Canoas.	14
Figura 5 - Uso e Ocupação do Solo do Município de Ponte Alta.	15
Figura 6 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de Ponte Alta.	17
Figura 7- Dados da população total de Ponte Alta entre 1996 e 2020 e evolução populacional entre 2021 e 2042.	18
Figura 8 - Estação de tratamento de água de Ponte Alta (circulada em vermelho) e o Rio Ponte Alta (linha azul) localizada na posição 27°28'46.5"S 50°22'44.0"W.	19
Figura 9 – Caixa de 10 m ³ utilizada para o armazenamento do lodo coletado nas residências.	20
Figura 10 - Número médio de pessoas nas edificações entrevistadas. Esses números representam a quantidade mais provável de pessoas na edificação.	27
Figura 11 - Número máximo de pessoas nas edificações.	28
Figura 12 - Distribuição das propriedades entre sistemas coletivos e individuais.	28
Figura 13 - Porcentagem de caixas de gordura instaladas.	29
Figura 14 - Presença ou não de fossa rudimentar nas residências.	30
Figura 15 - Presença de tanque séptico nas edificações entrevistadas.	31
Figura 16 - Exemplo de tanque séptico informado pelo morador no município de Ponte Alta.	31
Figura 17 - Presença de filtro anaeróbio nas edificações entrevistadas.	32
Figura 18 - Presença de sumidouro nas propriedades entrevistadas.	33
Figura 19 - Presença de tubulação de drenagem na rua.	34
Figura 20 - Exemplos de ruas com drenagem pluvial no município de Ponte Alta.	34
Figura 21 - Porcentagem de entrevistados que afirmaram estarem ligados ou não à rede de drenagem pluvial.	35
Figura 22 - Córrego que recebe o esgoto na Rua Governador Jorge Lacerda, na localidade conhecida popularmente como “Osnilândia”.	35
Figura 23 - Esgoto sendo aplicado diretamente na rede pluvial.	36
Figura 24 - Idade dos sistemas de tratamento ou da propriedade.	37

Figura 25 - Realização de limpeza nos sistemas de tratamento.	38
Figura 26 - Distribuição da frequência de limpeza dos sistemas.	38
Figura 27 - Ano da última limpeza.	39
Figura 28 - Acesso ao sistema de esgoto.	39
Figura 29 - Presença de tampa de inspeção.	40
Figura 30 - Ocorrência de problemas no sistema de esgoto.	40
Figura 31 - Disponibilidade de espaço para instalação de sistemas individuais.	41
Figura 32 - Existência de caixa de água.	42
Figura 33 - Volumes das caixas de água.	42
Figura 34 - Tanque séptico.	45
Figura 35 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.	47
Figura 36 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbio.	49
Figura 37 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.	51
Figura 38 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.	52
Figura 39 - Perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio do Sistema Francês. .	53
Figura 40 - <i>Wetland</i> vertical para tratamento de lodo.	55
Figura 41 - Concepção padrão a ser adotada na proposta.	56
Figura 42 – ETE de Curitiba. a) reator aeróbio (direita) e sedimentador secundário (esquerda), b) sistema de aeração por discos e membrana perfurada, c) reservatório para o esgoto tratado por processo terciário, d) leito de secagem, e) adensador e f) centrífuga.	63

Lista de Quadros

Quadro 1 - Bairros visitados para aplicação do diagnóstico do tratamento individual de esgoto no município de Ponte Alta.....	26
Quadro 2 - Características dos filtros anaeróbios de diferentes sentidos de fluxo.....	47
Quadro 3 - Objetivo 1: adequar o município em termos legislativos e executivos sobre os sistemas individuais de tratamento de esgotos e planejar o sistema de cobranças.....	72
Quadro 4 - Objetivo 2: regularizar as edificações do município de Ponte Alta com relação aos sistemas de esgotos sanitários.	73
Quadro 5 - Objetivo 3: implantar o serviço de manutenção dos sistemas individuais...	74
Quadro 6 - 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

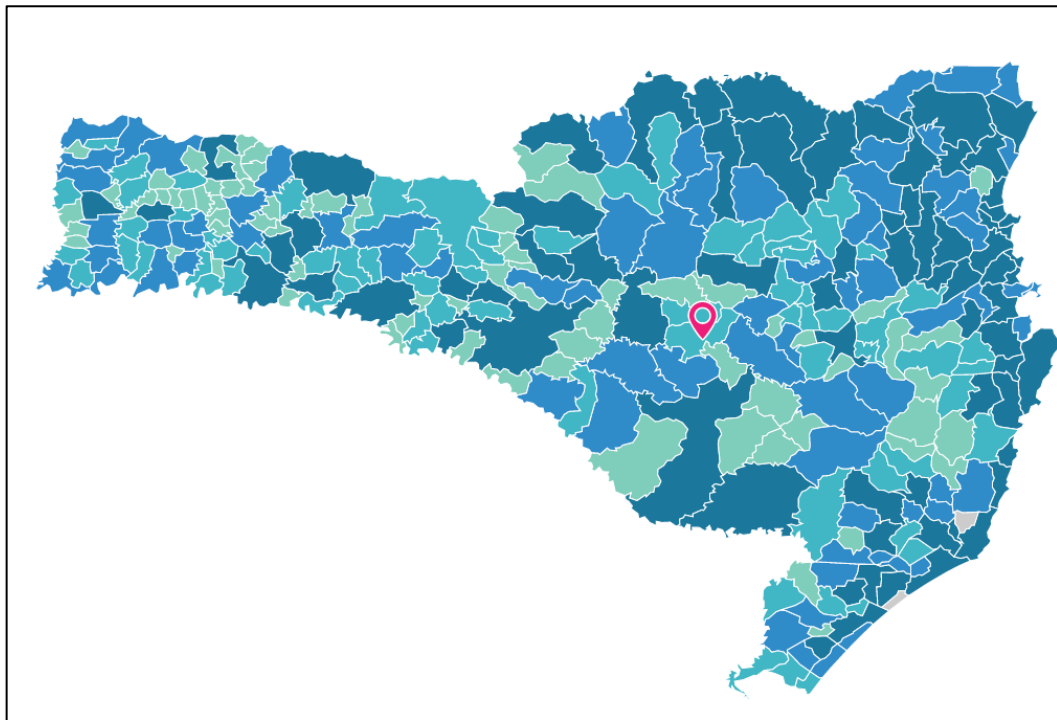
constitui-se em uma importante ferramenta para tomada de decisões por parte dos órgãos responsáveis pela infraestrutura urbana e rural, pelo controle ambiental e pela saúde da população. O presente trabalho destina-se a analisar o estado atual do esgotamento sanitário no município de Ponte Alta, que 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

O estudo foi conduzido no município de Ponte Alta, localizado na região da Serra Catarinense, o qual faz divisa ao Norte com as cidades de Curitiba e São Cristóvão do Sul; a Oeste com Correia Pinto; a Leste com Otacílio Costa e Pouso Redondo e ao Sul com Correia Pinto e Palmeira (Figura 1).

Figura 1 - Localização de Ponte Alta em Santa Catarina.



Fonte: Adaptado de IBGE (2020).

A cidade de Ponte Alta detém de uma área territorial de 567 km² e população estimada de 4.894 habitantes (IBGE, 2020), com uma distância até a capital Florianópolis de 265 km. A Tabela 1 apresenta alguns dados relativos à população do município.

Tabela 1 - Distribuição da população em território municipal.

Dados	Unidade	Valor
População Urbana	Habitantes	3.578
População Rural	Habitantes	1.316
Domicílio Área Urbana	Residência	1.114
Domicílio Área Rural	Residência	414
Taxa de Ocupação	Habitantes/Domicílio	3,20

Fonte: Adaptado de IBGE (2020).

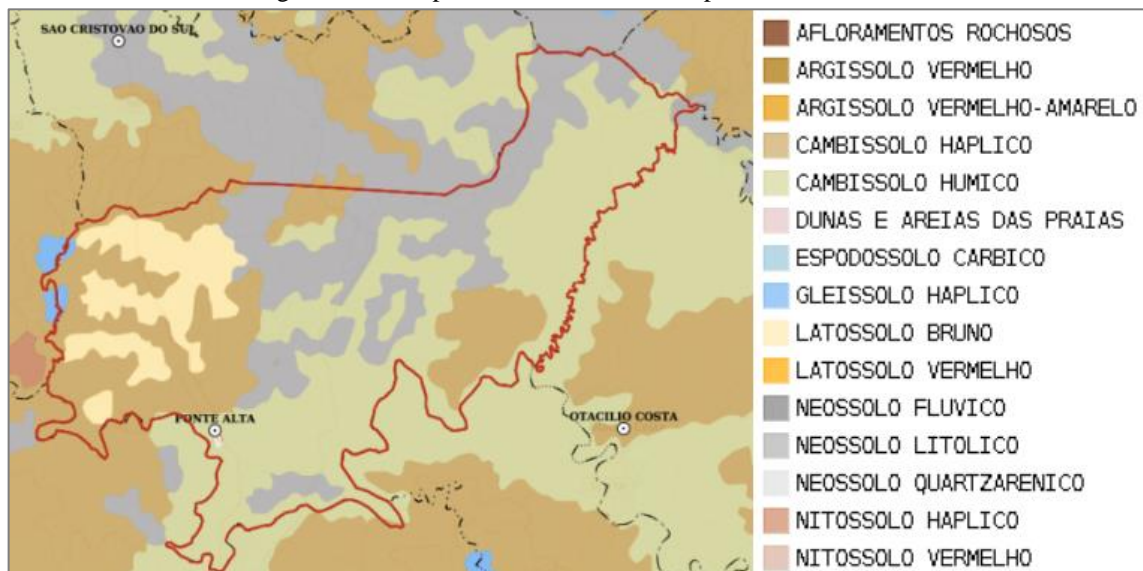
2.1 Características físicas

Nos tópicos seguintes, estão apresentados os aspectos referentes à geologia, pedologia e hidrologia do município de Ponte Alta.

2.1.1 Solo

No Estado de Santa Catarina, os solos são característicos dos desenvolvidos de rochas efusivas da formação Serra Geral, contendo por exemplo desde basaltos, diabásios, até riódacito e riolito. E ainda, solos desenvolvidos de rochas sedimentares como argilitos e folhelhos siltico-argilosos, do Grupo Passa Dois, oriundos das formações Serra Alta e Teresina (POTTER *et al.*, 2004). Em relação ao município de Ponte Alta, os solos encontrados no seu território, são predominantemente: Cambissolos Háplicos, Latossolos Brunos, Neossolos Litólicos, Nitossolos Háplicos e Gleissolos Háplicos (Figura 2) (IMA, 2020).

Figura 2 - Solos predominantes no município de Ponte Alta.



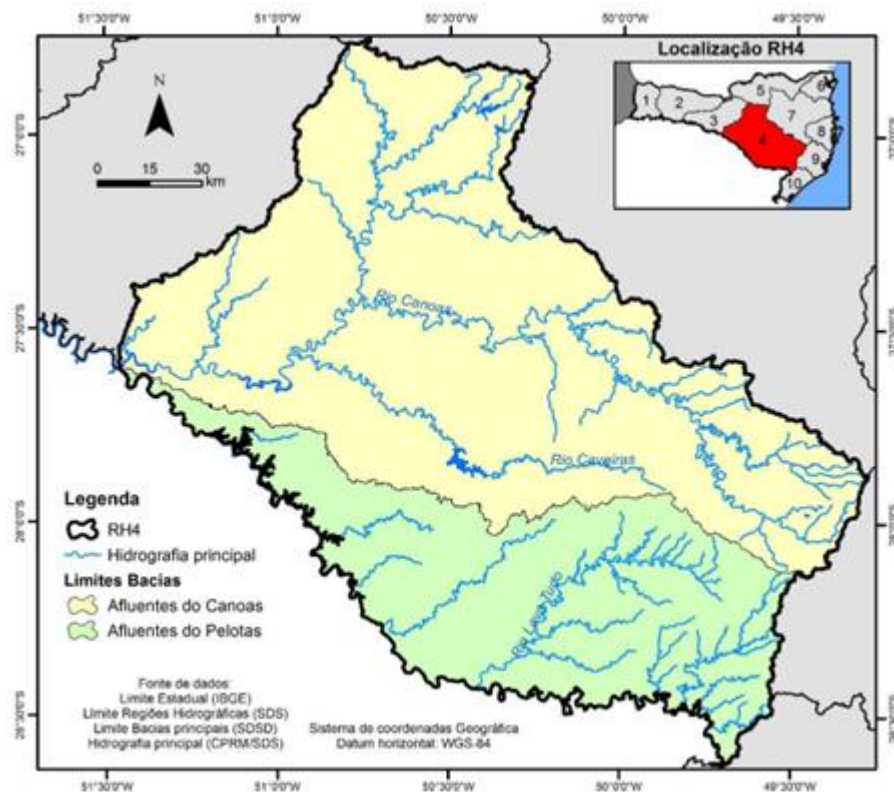
Fonte: Adaptado de IMA (2020).

Solos do tipo Cambissolo, são solos minerais não hidromórficos, com horizonte B incipiente bastante heterogêneo, já os Latossolos são bastante ácidos, com baixos teores de bases trocáveis e elevados teores de alumínio trocável, refletindo condições de forte dessaturação. Neossolos Litólicos são originados de diferentes materiais e apresentam-se com pedregosidade em relevos de topografia acentuada e com restrições a ocupação humana. Gleissolos Háplicos são solos mal drenados, podendo apresentar textura bastante variável ao longo do perfil, apresentam sérias limitações ao uso agrícola, principalmente, em relação à deficiência de oxigênio (pelo excesso de água), à baixa fertilidade e ao impedimento à mecanização (SANTOS *et al.*, 2018).

2.1.2 Hidrologia e Informações da bacia

O Município de Ponte Alta pertence à bacia do Rio Canoas e sua rede hidrográfica é composta por rios, nascentes de pequenos córregos e riachos. Ele faz parte de uma das dez regiões hidrográficas do estado de Santa Catarina, a Planalto de Lages, também chamada de RH4, localizada entre as coordenadas 26°49'60" Sul 49°16'48" Oeste e 28°37'23" Sul 51°25'23" Oeste. A RH4 é a região com maior extensão territorial do estado de Santa Catarina, com área de aproximadamente 22.248 km² e um perímetro de 1530 km, abrangendo 32 municípios catarinenses com as bacias do Rio Canoas e a do Rio Pelotas (Figura 3) (SDS, 2017).

Figura 3 - Localização da RH4 e das bacias hidrográficas que a compõem.

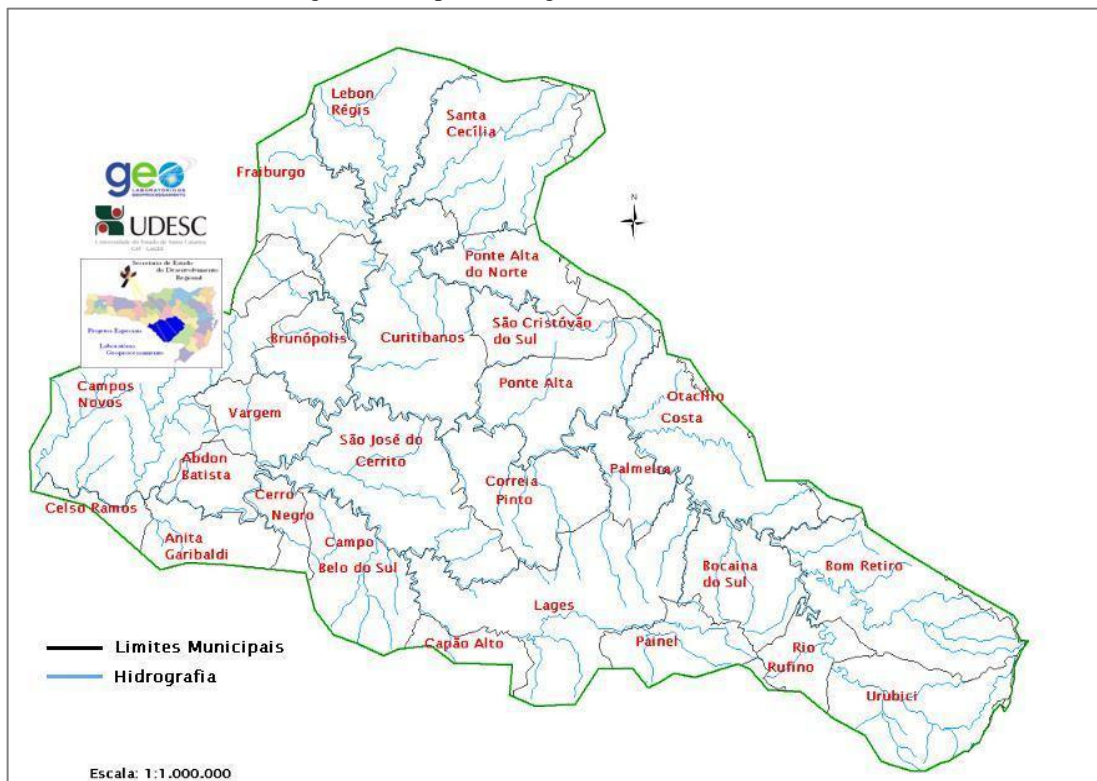


Fonte: SDS (2017).

A bacia do Rio Canoas, a qual o município de Ponte Alta está inserido, tem área de aproximadamente 14.907 km² e ocupa 67% da RH4, dessa forma, abrangendo de maneira total ou parcial, os municípios contidos nessa região hidrográfica (Figura 4). As nascentes do Rio Canoas estão localizadas no município de Urubici e sua foz, na junção com o Rio Pelotas, município de Celso Ramos, assim originando o Rio Uruguai. Seus principais afluentes são os

rios Correntes na margem direita e o Rio Caveiras na margem esquerda (SDS, 2017).

Figura 4 - Mapa hidrológico da Bacia Rio Canoas.



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

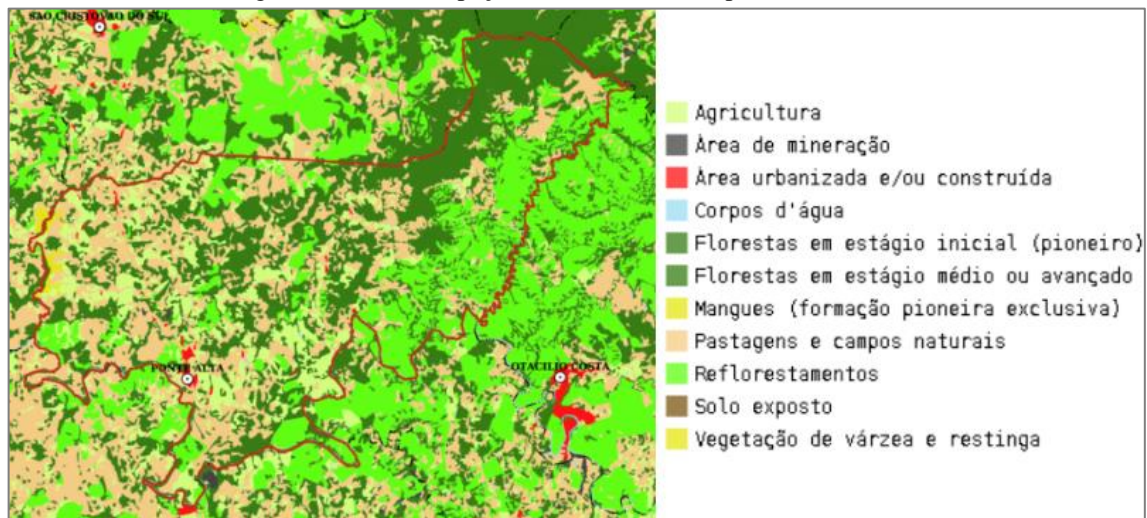
2.2 Uso e ocupação do solo

Para as informações sobre o uso e ocupação do solo, obteve-se junto ao órgão ambiental estadual um mapeamento, a partir de imagens de satélite, do território de Santa Catarina, com destaque para o município de Ponte Alta, onde foram identificadas e classificadas 7 classes distintas de uso e ocupação do solo, como mostra a Figura 5.

Em virtude da influência das atividades econômicas, o território do município é fortemente ocupado por reflorestamentos, pastagens e campos naturais, agricultura e florestas, como pode ser observado também, possibilitando sistemas agrosilvopastoris. A extração da madeira e a criação de aves representam juntas 60% da economia do município e são as maiores responsáveis pelo seu ICMS. Adicionalmente, a agricultura merece destaque em termos de cultivo de milho, feijão e moranga, sendo o município conhecido como a capital da Moranga. A paisagem de Ponte Alta ainda envolve algumas localidades com matas cerradas de difícil acesso, mata de araucárias, reflorestamentos de pinus e pastagens (SANTA CATARINA,

2020).

Figura 5 - Uso e Ocupação do Solo do Município de Ponte Alta.



Fonte: Adaptado de IMA (2020).

2.3 Diagnóstico socioambiental

O município de Ponte Alta está posicionado na porção central do Estado de Santa Catarina e possui uma área de 567 Km², a altitude é de 875 metros do nível do mar (PONTE ALTA, 2011). Localizado na Serra Catarinense, o clima, segundo Koeppen, é classificado como mesotérmico úmido temperado (Cfb) (PONTE ALTA, 2011). A temperatura média anual é de 15,7°C e precipitação acumulada por ano de 1.560,9 mm (EMBRAPA, 2012).

A econômica do Município se baseia 44,50 % na agropecuária com culturas de milho, feijão, soja, arroz, alho, batata-inglesa, cebola, fumo, mandioca, moranga, melancia, alho, pimentão, tomate, alface, cenoura e beterraba, seguido de 30,88% na indústria; e 24,62% no setor de serviços (PONTE ALTA, 2011). As terras se distribuem em 409 estabelecimentos agropecuários em 48.283,46 hectares (IBGE, 2020). A paisagem é predominantemente composta de campos e florestas naturais e pelo reflorestamento de Pinus (SAVIAN, 2011).

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 Ponte Alta 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 Ponte Alta entre os anos de 1996 e 2020.

Ano	População (hab.)		
	Urbana	Rural	Total
1996	3.640	1.333	4.973
2000	3.783	1.385	5.168
2007	3.714	1.366	5.080
2010	3.578	1.316	4.894
2020	3.400	1.250	4.650

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 Ponte Alta são apresentados na Tabela 3.

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

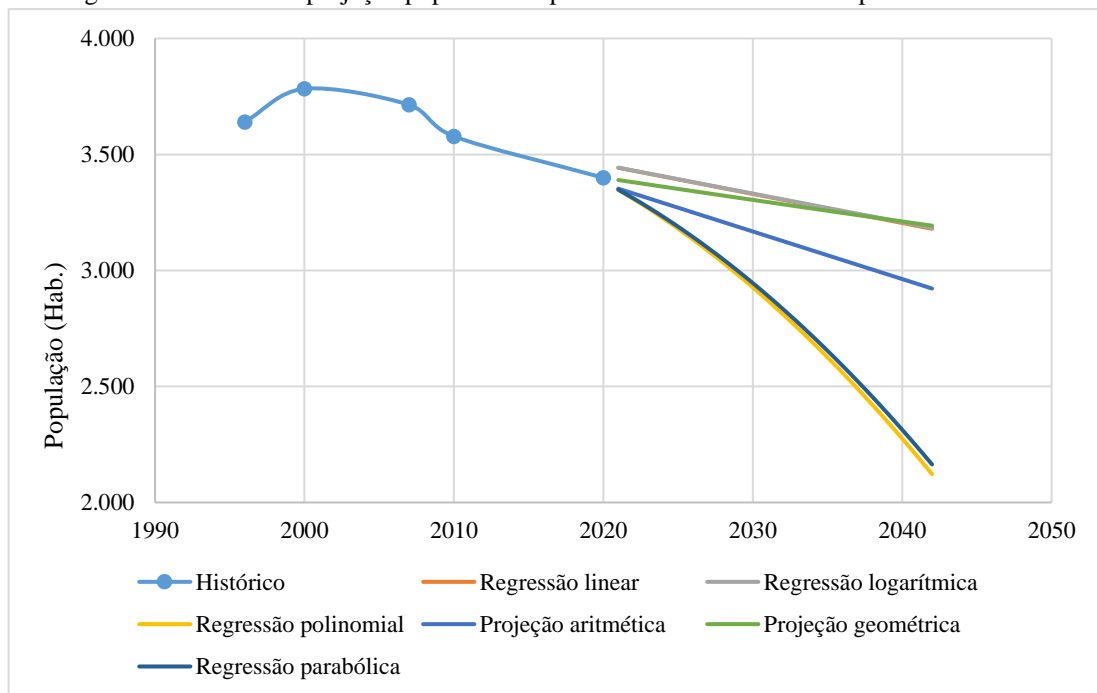
Ano	Equação Linear	Equação Logarítmica	Equação Polinomial	Projeção Aritmética	Projeção Geométrica	Regressão Parabólica
2021	3.443	3.443	3.347	3.353	3.390	3.348
2022	3.430	3.431	3.308	3.332	3.380	3.311
2023	3.418	3.418	3.268	3.312	3.371	3.272
2024	3.405	3.406	3.225	3.291	3.361	3.232
2025	3.392	3.393	3.180	3.271	3.352	3.189
2026	3.380	3.381	3.133	3.250	3.342	3.144
2027	3.367	3.369	3.085	3.230	3.332	3.098
2028	3.355	3.356	3.034	3.209	3.323	3.049
2029	3.342	3.344	2.982	3.189	3.314	2.998
2030	3.330	3.331	2.927	3.168	3.304	2.946
2031	3.317	3.319	2.871	3.148	3.295	2.891
2032	3.305	3.307	2.813	3.127	3.285	2.835
2033	3.292	3.294	2.752	3.107	3.276	2.777
2034	3.280	3.282	2.690	3.086	3.267	2.716
2035	3.267	3.270	2.626	3.066	3.257	2.654
2036	3.255	3.257	2.560	3.045	3.248	2.590
2037	3.242	3.245	2.492	3.025	3.239	2.524
2038	3.230	3.233	2.422	3.004	3.230	2.456
2039	3.217	3.220	2.350	2.984	3.220	2.386

2040	3.205	3.208	2.276	2.963	3.211	2.314
2041	3.192	3.196	2.200	2.943	3.202	2.240
2042	3.180	3.183	2.122	2.922	3.193	2.164

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 Ponte Alta.



Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Desta forma, foi observado os modelos apresentaram como resultado uma tendência à diminuição da população ao longo do horizonte do plano. Desta forma, a população entre 2021 e 2042 foi fixada em 3.400 habitantes com base na projeção populacional apresentada pelo IBGE para 2020 (Tabela 4).

Assim como para a área urbana, os modelos apontaram uma redução na população para a área rural. Os dados do IBGE indicam uma diminuição 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 1.250 habitantes entre 2021 e 2042. Em resumo, foi definido uma população de final de plano igual a 4.650 habitantes, sendo 3.400 na área urbana do município e 1.250 na área rural. A Tabela 4 resume a projeção da população

total do município de Ponte Alta e as populações urbana e rural.

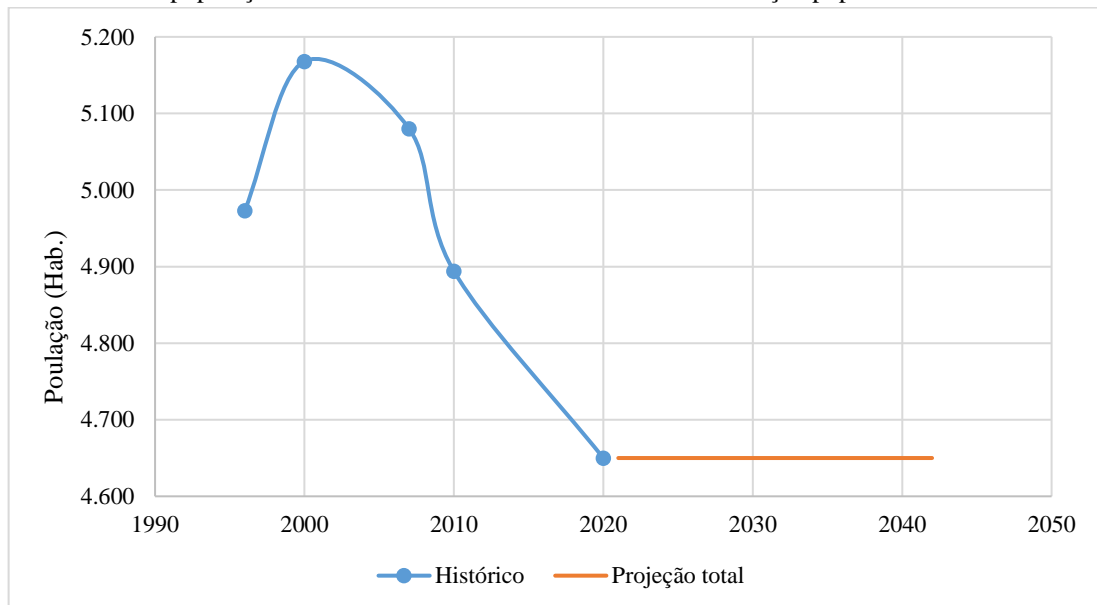
Tabela 4 - Projeção da população no município de Ponte Alta.

Ano	Projeção Urbana	Projeção Rural	Total
2021	2021	3.400	1.250
2042	2042	3.400	1.250

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 Ponte Alta entre 1996 e 2020 e evolução populacional entre 2021 e 2042.



Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

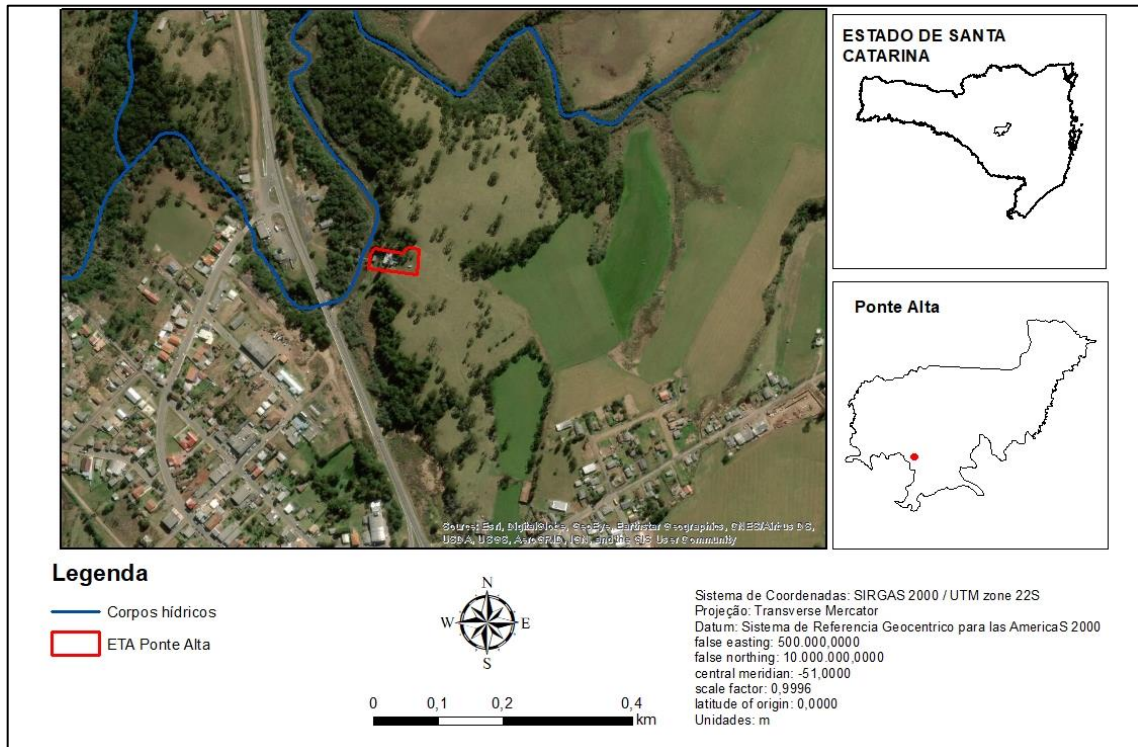
Assim, esses dados populacionais foram considerados para a realização do plano de ação a ser apresentado na sequência.

4 Cenário atual do saneamento básico

4.1 Sistema de abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água na área urbana do município de Ponte Alta utiliza como manancial o Rio Ponte Alta e atende 100% deste setor (IN023), correspondendo a 88,59% do município (IN055) (SNIS, 2019). Segundo o relatório de fiscalização da ARIS, a estação de tratamento utiliza como tecnologias de tratamento três filtros russos (filtração ascendente) (ARIS, 2018) e o PMSB menciona que a vazão máxima da ETA é 15 L/s (PONTE ALTA, 2011). Existem quatro reservatórios que somam uma capacidade de reserva igual a 394 m³ e aproximadamente 1500 economias na área urbana que são abastecidas pelo sistema (ARIS, 2018). Segundo dados do SNIS, (2019), o índice de perdas na distribuição (IN049) é de 20,88%. O sistema é administrado e operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento desde 1976 (CASAN, 2018). A Figura 8 apresenta a posição geográfica da ETA.

Figura 8 - Estação de tratamento de água de Ponte Alta (circulada em vermelho) e o Rio Ponte Alta (linha azul) localizada na posição 27°28'46.5"S 50°22'44.0"W.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A área rural do município recebeu recursos do Fundo Nacional de Saneamento da

FUNASA para o atendimento de algumas famílias nos assentamentos de Anita Garibaldi, Cerro Verde e Caravaggio. O restante das propriedades possui sistemas individuais de abastecimento (PONTE ALTA, 2011).

4.2 Esgotamento sanitário

O município de Ponte Alta não possui rede coletora de esgotos e estação de tratamento de efluentes. A seguir serão apresentados os diagnósticos dos sistemas individuais de tratamento. A prefeitura atende alguns moradores com relação à limpeza de sistemas individuais, de acordo com a demanda. Segundo informações da prefeitura, é utilizado trator com sistema moto-bomba para sucção. O lodo removido é armazenado em uma caixa de 10 m³ (Figura 9). Este resíduo é posteriormente coletado e disposto por uma empresa contratada pela prefeitura e sediada no município de Caçador. A prefeitura cobra dos moradores, que solicitam o serviço, uma taxa de R\$ 60,00 por limpeza, e o custo para a prefeitura com a contratação da empresa responsável pela coleta e disposição do resíduo é de aproximadamente R\$ 4.000,00 para cada 10 m³.

Figura 9 – Caixa de 10 m³ utilizada para o armazenamento do lodo coletado nas residências.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A área rural, que apresenta por volta de 390 famílias a serem atendidas, possui 70 sistemas instalados, constituídos por tanque séptico, biofiltro e sumidouro, referentes ao Projeto Microbacias da EPAGRI (PONTE ALTA, 2011).

4.3 Drenagem e manejo de águas pluviais

Com relação ao sistema de drenagem e manejo de água pluviais de Ponte Alta, a água captada devido a macrodrenagem do município é encaminhada ao Rio Ponte Alta do Sul e então para o Rio Canoas que é o principal rio da bacia. Os sistemas de captação de água envolvem bocas de lobos e caixas com grelhas na sarjeta. Segundo o PMSB, em 2011 o total de vias urbanas era de 17.000 m (PONTE ALTA, 2011). A taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município (IN020) em 2018 foi de 28,6%. Ainda, foi observado em 2018 que a taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana (IN021) foi de 11,9% (SNIS, 2019). Esse valor é menor do que o obtido in loco pelos autores, que verificaram um percentual de 45,22% das edificações entrevistadas servidas de drenagem pluvial na via pública. Este valor está coerente com os 40% indicados no PMSB do município para o ano de 2011 (PONTE ALTA, 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 Ponte Alta, foi considerada a população estimada em 3.400 pessoas (população de 2042 que é a população máxima de projeto). Adicionalmente, foi ainda definido um consumo de água de 120 L/hab.dia. Foram adotados valores em conformidade com a norma técnica NBR 9.649 (ABNT, 1986), usualmente recomendados pela literatura:

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

Vazão média

$$Q_{med} = 3.400 \text{ hab} \times \frac{120 \text{ L}}{\text{hab.d}} \times 0,8 = 326.400 \frac{\text{L}}{\text{d}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1.000\text{L}} = 326,40 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 326,40 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,2 = 391,68 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 326,40 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,5 = 498,60 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 326,40 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 0,5 = 163,20 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 326,40 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,5 \times 1,2 = 587,52 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

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

Tabela 5 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área urbana de Ponte Alta.

Ano	Projeção Urbana	Q esgoto (m ³ /d)	Q máx diária (m ³ /d)	Q máx horária (m ³ /d)	Q mín horária (m ³ /d)	Q máx final de projeto (m ³ /d)
2021	3400	326,40	391,68	498,60	163,20	587,52
2042	3400	326,40	391,68	498,60	163,20	587,52

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.dia. Considerando que as fossas serão limpas 1 vez ao ano, que a temperatura média do mês mais frio no município fica abaixo de 10°C e que o valor da taxa de acúmulo de lodo (K) foi de 94 dias, calculou-se o volume de lodo que deverá ser

coletado na zona urbana de Ponte Alta. Nesse estudo foram avaliados apenas sistemas individuais. Os sistemas coletivos não foram analisados, pois o volume de lodo gerado apresenta variação de acordo com o sistema de tratamento utilizado. Os dados da projeção de produção de lodo são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Ponte Alta.

Ano	Produção de lodo		
	(m ³ /d)	(m ³ /mês)	(m ³ /ano)
2021	0,88	26,63	319,60
2042	0,88	26,63	319,60

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

5.3 Esgoto na área rural

A população da área rural foi definida como 1.250 pessoas (população de 2042 que é a população máxima de projeto). O consumo de água de 120 L/ hab.dia. Foram adotados valores em conformidade com a norma técnica NBR 9.649 (ABNT/1986), similarmente àqueles considerados para a população urbana:

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

Vazão média

$$Q_{med} = 1250 \text{ hab} \times \frac{120L}{\text{hab.d}} \times 0,8 = 120.000 \frac{L}{d} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 120,00 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 120,00 \frac{m^3}{d} \times 1,2 = 144,00 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 120,00 \frac{m^3}{d} \times 1,5 = 180,00 \frac{m^3}{d}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 120,00 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 60,00 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 120,00 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 216,00 \frac{m^3}{d}$$

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

Tabela 7 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área rural de Ponte Alta.

Ano	Projeção Rural	Q esgoto (m ³ /d)	Q máx diária (m ³ /d)	Q máx horária (m ³ /d)	Q mín horária (m ³ /d)	Q máx final de projeto (m ³ /d)
2021	1.250	120,00	144,00	180,00	60,00	216,00
2042	1.250	120,00	144,00	180,00	60,00	216,00

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.dia e considerando que as fossas serão limpas 1 vez ao ano, que a temperatura média do mês mais frio no município fica abaixo de 10°C e que o valor da taxa de acúmulo de lodo (K) foi de 94 dias, foi calculado o volume de lodo que deverá ser coletado na zona rural de Ponte Alta, sendo os dados resumidos na Tabela 8.

Tabela 8 - Projeção de produção de lodo na área rural de Ponte Alta.

Ano	Produção de lodo		
	(m ³ /d)	(m ³ /mês)	(m ³ /ano)
2021	0,32	9,79	117,50
2042	0,32	9,79	117,50

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6 Diagnóstico

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

Com relação ao diagnóstico, foram levantadas informações sobre a gestão dos sistemas de esgotos sanitários no município de Ponte Alta (Anexo A). Inicialmente, foi verificado que o município possui legislação específica sobre os procedimentos para instalação de projetos hidrossanitário. Segundo a Lei Complementar n° 088 de 27 de agosto de 2014, que *institui o código de vigilância sanitária do município de Ponte Alta*, em sua subseção II, os artigos 33 a 36 versam sobre a exigência de instalações de manejo de esgotos sanitários (PONTE ALTA, 2014). Especificamente no artigo 35, embora não cite especificamente as normas NBR 13969/97 e 7229/93, é apresentada a seguinte redação:

Art. 35 - Os projetos de construção, ampliação e reforma de sistemas de esgotamento sanitário, sejam públicos ou privados, individuais ou coletivos, deverão ser elaborados, executados e operados conforme normas técnicas e legislação vigente.

Assim, fica demonstrado existir uma exigência legal acerca da normatização dos projetos, execução e operação dos sistemas de esgotos. Adicionalmente, ressalta-se que as leis sobre esgotamento sanitário no município existem pelo menos desde a década de 80. A Lei n° 527/86 que dispõe sobre o parcelamento do solo no município, dispõe em seu Art. 51° “Constitui condição essencial à aprovação de qualquer loteamento, a execução das seguintes obras e benfeitorias pelo interessado, após a aprovação do respectivo projeto: I – Sistema de escoamento das águas pluviais e cloacais” (PONTE ALTA, 1986). Destaca-se também a existência da Lei n°1251 de 03 de setembro de 2010 que dispõe sobre a política municipal de saneamento básico, onde é abordada a questão da universalização do acesso ao esgotamento sanitário no município (PONTE ALTA, 2010). Em 20 de abril de 2012 a Lei n°1303 aprovou o plano de saneamento básico do município de Ponte Alta (PONTE ALTA, 2012).

A fiscalização do projeto e aprovação é realizada pelo Engenheiro Civil da prefeitura e a fiscalização da execução do sistema de esgoto fica a cargo do responsável técnico pela obra.

Para a manutenção dos sistemas, a prefeitura cobra uma taxa de R\$ 60,00 referente a limpeza dos sistemas de cada usuário. O resíduo fica armazenado em um caixa, em terreno da prefeitura, que contrata uma empresa do município de Caçador para fazer a coleta e disposição do resíduo. Não existe fiscalização para a operação e manutenção (limpeza) dos sistemas, ficando a cargo do usuário solicitar à secretaria de meio ambiente a realização do serviço. Adicionalmente, o município emite alvará de construção e habite-se sanitário.

6.2 Sistemas individuais na área urbana

6.2.1 Metodologia de aplicação dos questionários

O diagnóstico dos sistemas individuais foi realizado no dia 19 de dezembro de 2019, por meio da aplicação de questionário (Anexo B) à população. O mesmo foi desenvolvido pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) e adaptado conforme as características observadas no município de Ponte Alta.

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 157 localidades, sendo 151 residências, 1 estabelecimento comercial e 5 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, mestrados em Ciências Ambientais e professores do departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária da UDESC. O trabalho contou com o apoio de Agentes Comunitárias de Saúde que orientaram os entrevistadores sobre os bairros do município, auxiliando na distribuição aleatória das entrevistas. Os bairros entrevistados são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Bairros visitados para aplicação do diagnóstico do tratamento individual de esgoto no município de Ponte Alta.

Bairros	Porcentagem
Centro	69,43%
Vila Nova	27,39%
Despraiado	2,55%
Frei Rogerio	0,64%
Total	100,00%

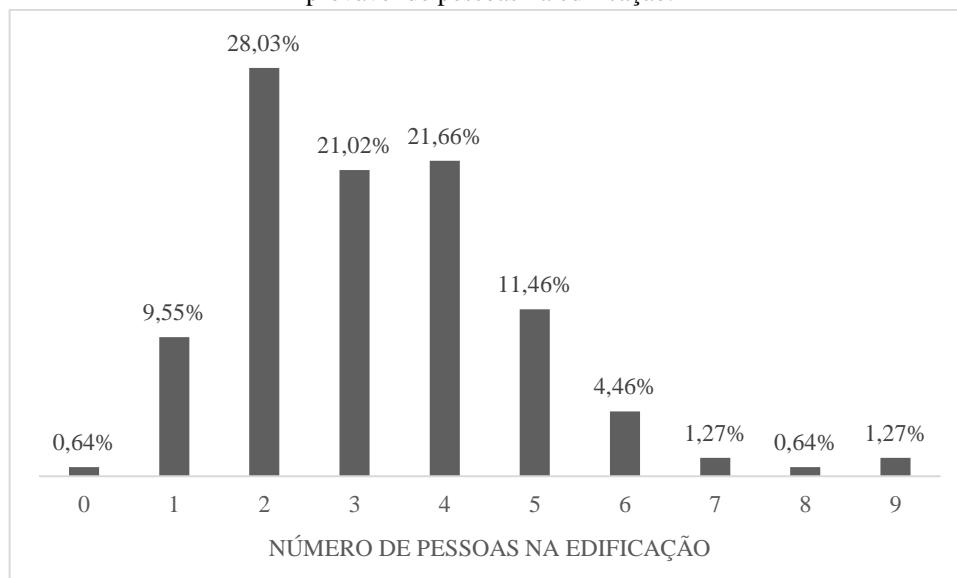
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.3 Resultados

6.3.1 Característica das edificações

Os entrevistados foram questionados sobre o número de pessoas que residem na propriedade ou estabelecimento comercial (Figura 10) e o número máximo de pessoas que pode eventualmente frequentar o local (Figura 11). Os dados mostraram que a presença até 5 pessoas são os resultados mais frequentes, representando 92,36% das respostas. A menor parte dos dados foi associada a residências ou estabelecimentos que são frequentadas por mais de 6 pessoas.

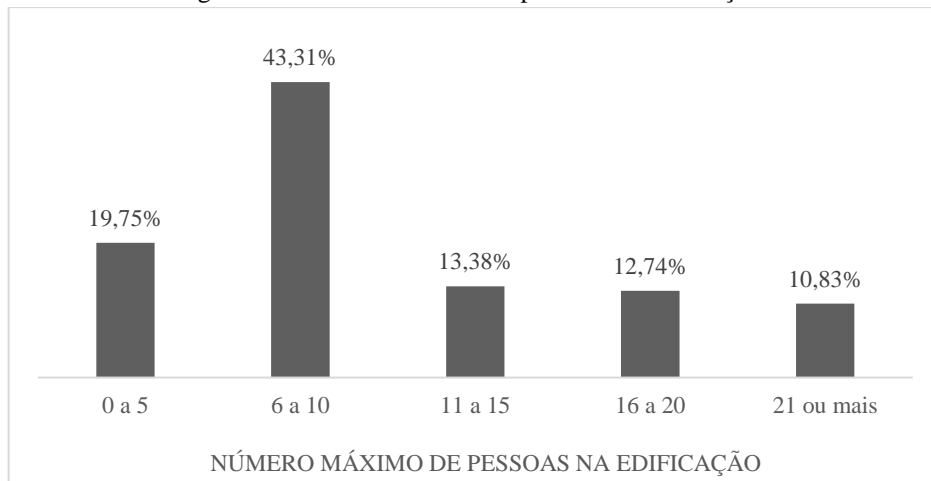
Figura 10 - Número médio de pessoas nas edificações entrevistadas. Esses números representam a quantidade mais provável de pessoas na edificação.



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 43,31%. Aproximadamente 20% dos entrevistados indicaram um número máximo de 5 pessoas e 36,5% 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 11 - Número máximo de pessoas nas edificações.



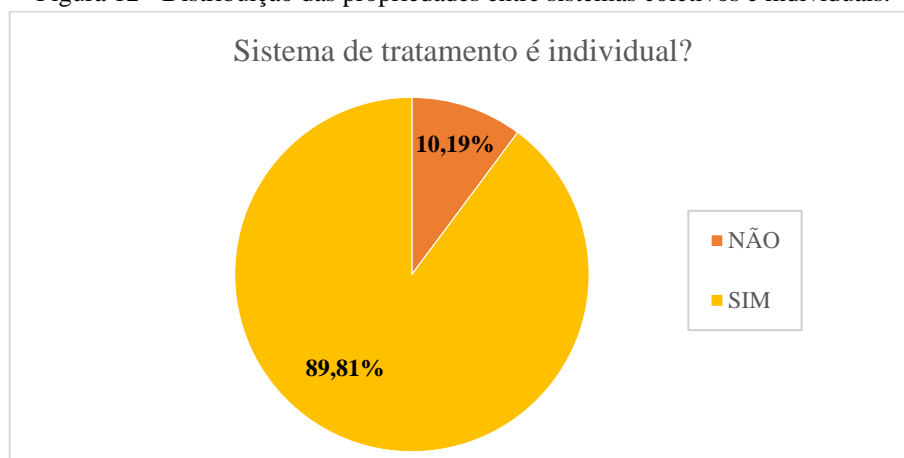
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.3.2 Características dos sistemas de tratamento

6.3.2.1 Concepção dos sistemas

O município de Ponte Alta ainda não apresenta sistema coletivo de esgotamento sanitário composto por redes coletoras e estação de tratamento. Embora esses sejam os elementos fundamentais de um sistema de esgotamento sanitário, 10,19% dos moradores responderam que o sistema de tratamento não é individual (Figura 12). Nesse caso, são utilizados sistemas associados com outras residências próximas, o que foi interpretado como sistemas coletivos. 89,81% dos entrevistados apontaram a utilização do sistema individual.

Figura 12 - Distribuição das propriedades entre sistemas coletivos e individuais.

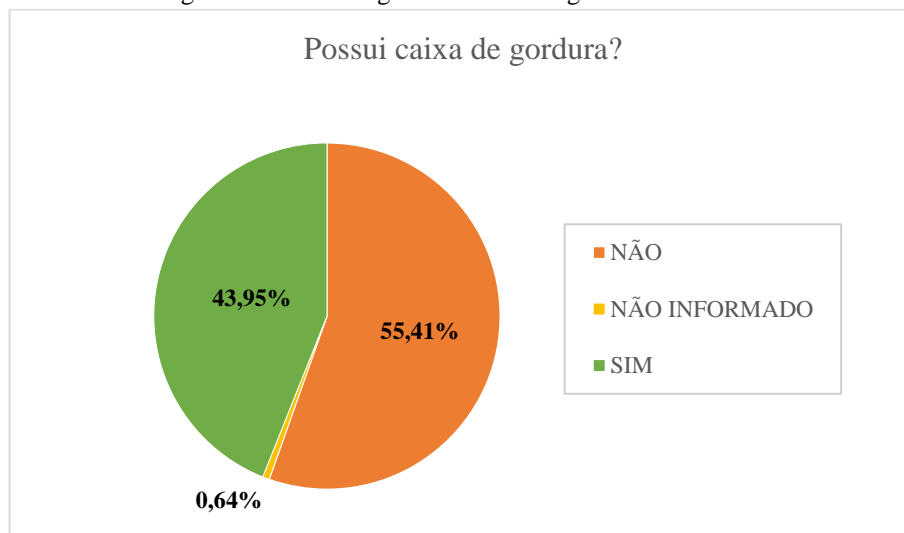


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.3.2.2 Caixa de gordura

Com relação às caixas de gordura, mais da metade dos entrevistados, 55,41% afirmaram não possuir na residência. 0,64% não souberam informar, principalmente por não conhecerem o sistema de tratamento pelo fato de ele estar enterrado (Figura 13). 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). 43,95% dos munícipes afirmaram possuir caixa de gordura instalada. No entanto, devido à ausência de fiscalização, esses dispositivos podem estar funcionando de forma precária.

Figura 13 - Porcentagem de caixas de gordura instaladas.



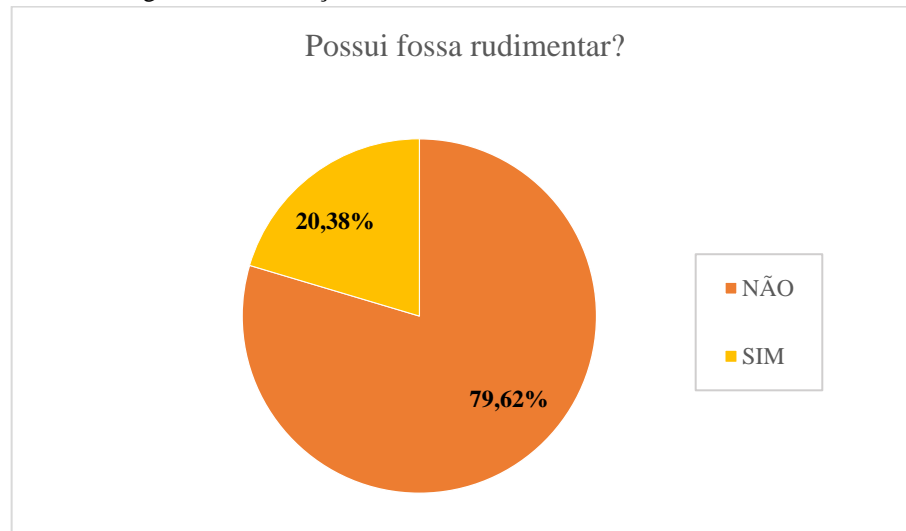
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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.

6.3.2.3 Fossa rudimentar

Em Ponte Alta, 20,38% dos locais entrevistados apontaram a presença de fossa rudimentar (Figura 14). A grande maioria, 79,62% afirmou não possuir esse sistema de tratamento.

Figura 14 - Presença ou não de fossa rudimentar nas residências.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

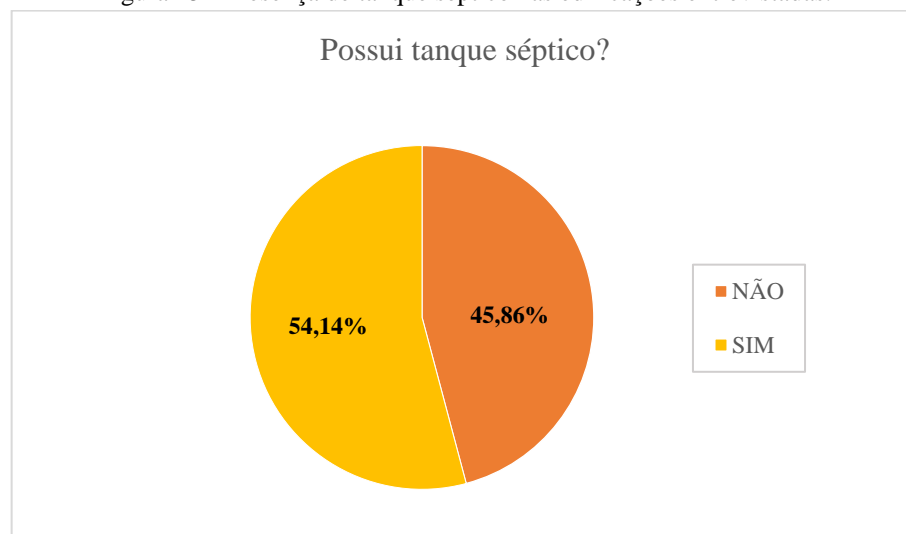
Segundo o manual do saneamento básico do Instituto Trata Brasil, a fossa rudimentar consiste em uma escavação no solo, sem revestimento, onde o esgoto é aplicado, sendo uma fração decomposta na base e o restante dos contaminantes transportado pela água via infiltração (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012). 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).

6.3.2.4 Tanque séptico

O principal dispositivo utilizado nos sistemas de tratamento individual de esgotos sanitários é o tanque séptico. 54,14% das edificações visitadas indicaram a sua presença (Figura 15). 45,86% afirmaram não possuir. Na Figura 16 pode ser visualizada um exemplo de tanque

séptico instalado em uma residência de Ponte Alta.

Figura 15 - Presença de tanque séptico nas edificações entrevistadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Figura 16 - Exemplo de tanque séptico informado pelo morador no município de Ponte Alta.

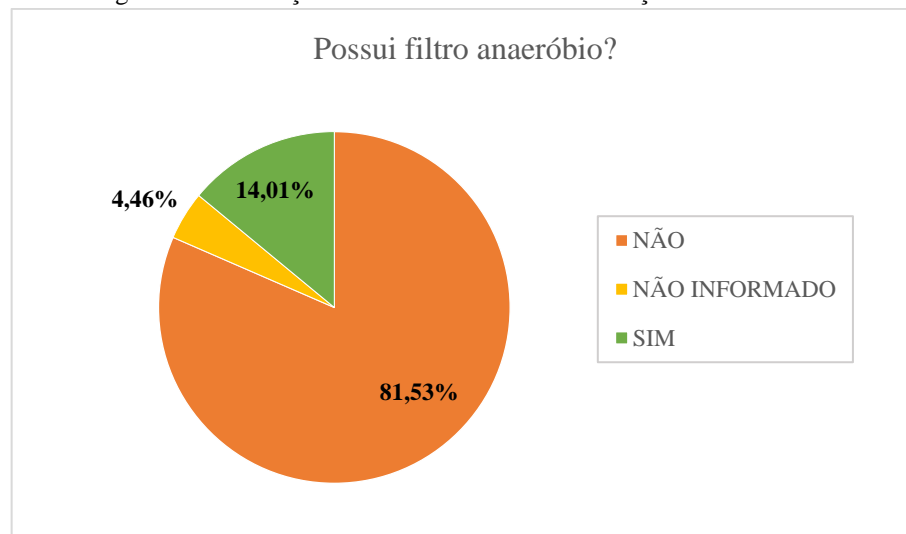


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.3.2.5 Filtro anaeróbio

Como consequência da baixa presença de tanque séptico nos sistemas individuais de tratamento, o filtro anaeróbio é ainda mais raro entre as edificações estudadas. Apenas 14,01% afirmaram possuir este dispositivo instalado como unidade complementar de tratamento, associada ao tanque séptico (Figura 17) e 85,99% das propriedades não possuem ou não souberam informar sobre a sua presença.

Figura 17 - Presença de filtro anaeróbio nas edificações entrevistadas.



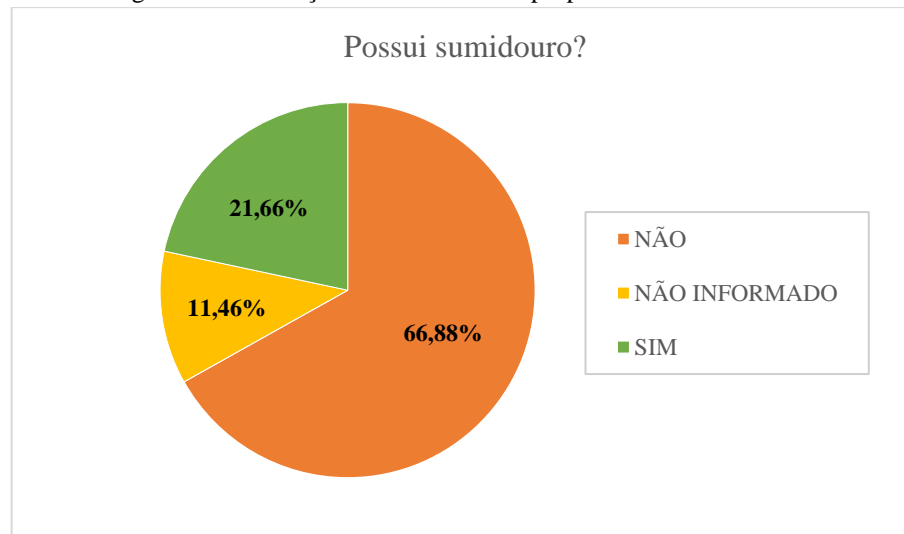
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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 21,26% das propriedades entrevistadas (Figura 18).

Figura 18 - 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*

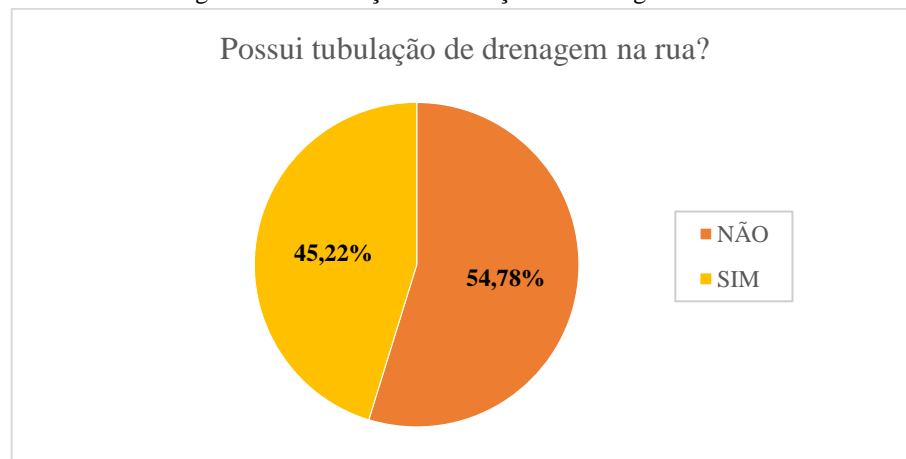
Não foi evidenciada a presença de nenhum sistema de cloração dentre todas as edificações que participaram da pesquisa. De forma geral, a cloração é a tecnologia mais usada para desinfecção do esgoto, embora seu uso possa ser questionado.

6.3.3.4 *Disposição na rede pluvial*

Entre as edificações visitadas, 45,22% estão situadas em rua com tubulação de

drenagem pluvial e 54,78% não possuem esta estrutura à disposição (Figura 19). A Figura 20 mostra alguns exemplos de ruas com drenagem pluvial instalada.

Figura 19 - Presença de tubulação de drenagem na rua.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

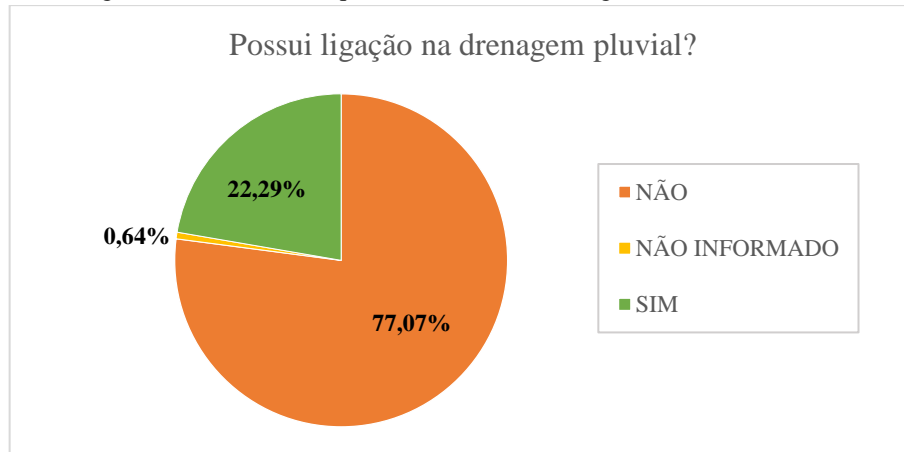
Figura 20 - Exemplos de ruas com drenagem pluvial no município de Ponte Alta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

22,29% dos entrevistados informaram estarem ligados na rede de drenagem pluvial (Figura 10). 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. Em alguns casos, a tubulação coleta esgoto sem tratamento e conduz diretamente para lançamento sobre o solo em valas, como pode ser observado na Figura 21.

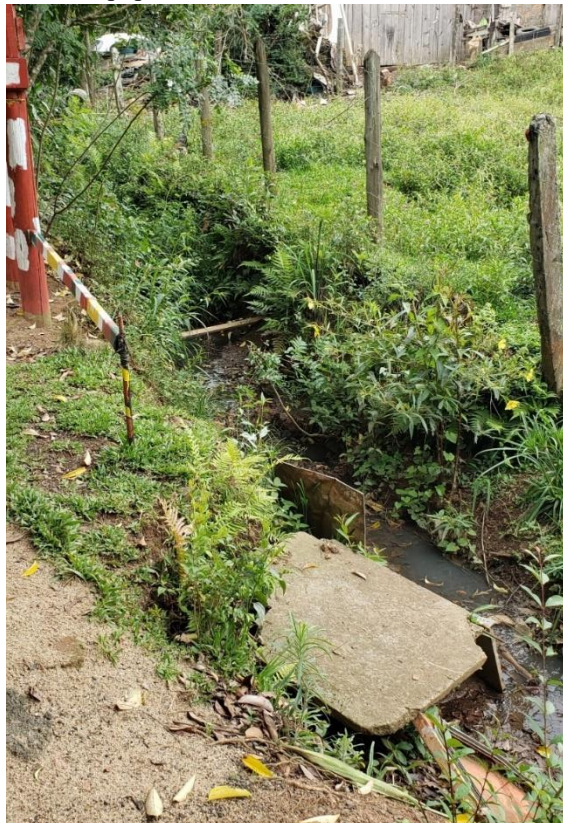
Figura 21 - Porcentagem de entrevistados que afirmaram estarem ligados ou não à rede de drenagem pluvial.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Em alguns casos, existem córregos conduzindo esgoto no município. Um exemplo é o córrego transportando esgoto a céu aberto na Rua Governador Jorge Lacerda (Figura 22).

Figura 22 - Córrego que recebe o esgoto na Rua Governador Jorge Lacerda, na localidade conhecida popularmente como “Osnilândia”.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A Figura 23 mostra uma outra situação onde o esgoto é aplicado diretamente na rede

pluvial.

Figura 23 - Esgoto sendo aplicado diretamente na rede pluvial.



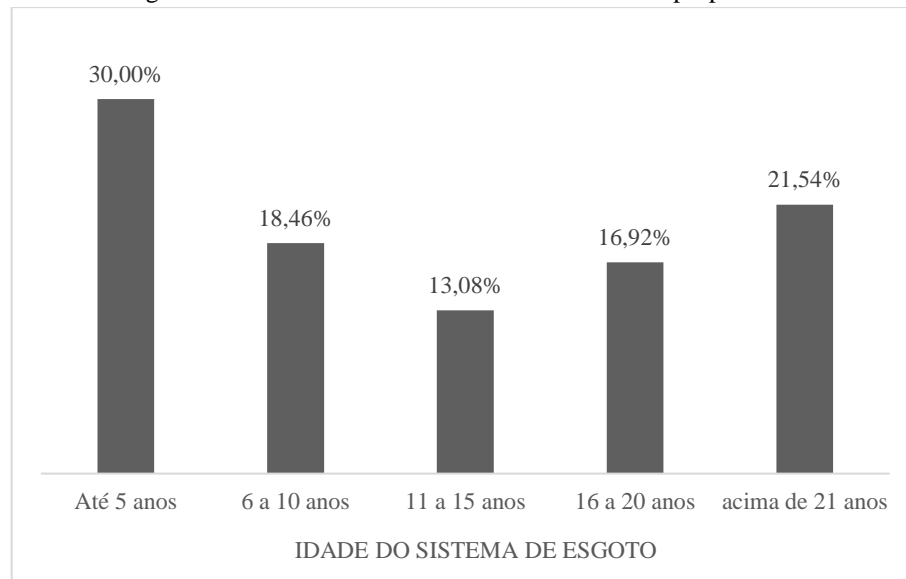
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Adicionalmente, o lançamento de esgoto bruto no solo pode ser um problema, visto que foi identificada a presença de poço de água próximo (até 15 metros) à residência em 9,55% das propriedades. Ao mesmo tempo, 12,74% informaram estarem próximos de rios ou açudes, a menos de 100 metros. A rede de drenagem do município envolve o Rio Canoas que passa a menos de 1 km da sede do município e, portanto, em se atestando tecnicamente a impossibilidade de infiltração no solo de alguns efluentes, o lançamento do esgoto tratado na rede de drenagem pluvial pode ser uma opção.

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 78,46% das propriedades têm menos de 20 anos de construção (Figura 24).

Figura 24 - Idade dos sistemas de tratamento ou da propriedade.



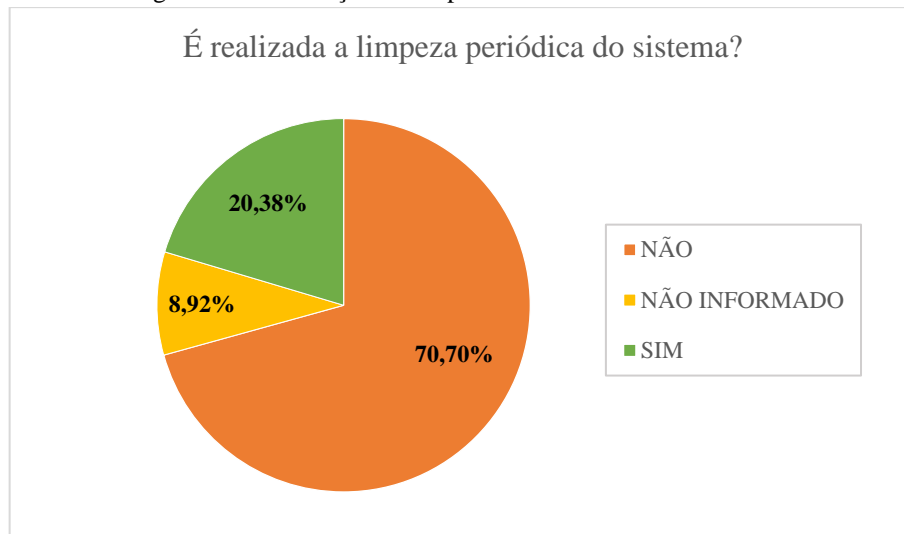
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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.

Dos entrevistados, 20,38% informaram realizar a limpeza, enfatizando principalmente a limpeza da caixa de gordura (Figura 25). Além disso, 8,92% não soube informar por não ter informações mais detalhadas sobre o sistema. O restante, 70,70% informou não realizar nenhuma limpeza devido ao sistema não apresentar entupimento, além de alguns sistemas encontrarem-se enterrados. Vale ressaltar que o município não possui empresa especializada em limpeza de sistemas individuais de tratamento, sendo esse serviço disponibilizado pela prefeitura em função da demanda do proprietário, com o pagamento de uma taxa de R\$ 60,00 por limpeza.

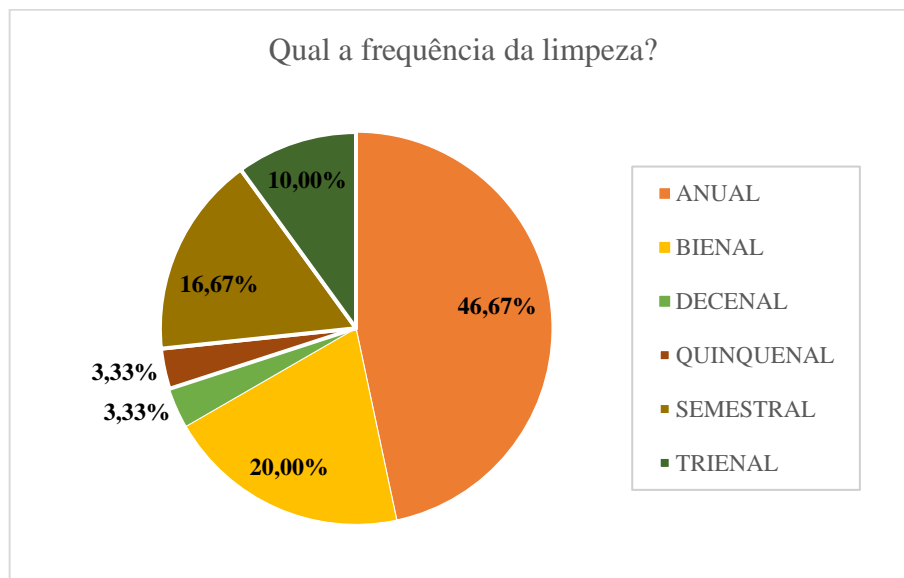
Figura 25 - Realização de limpeza nos sistemas de tratamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Entre os que realizam a limpeza, foram apresentadas respostas relacionadas à frequência de manutenção de forma semestral, anual, bienal ou quadrienal (Figura 26). As limpezas realizadas a cada 6 meses ou de 1 a 2 anos representaram a maior parte das respostas (83,34%).

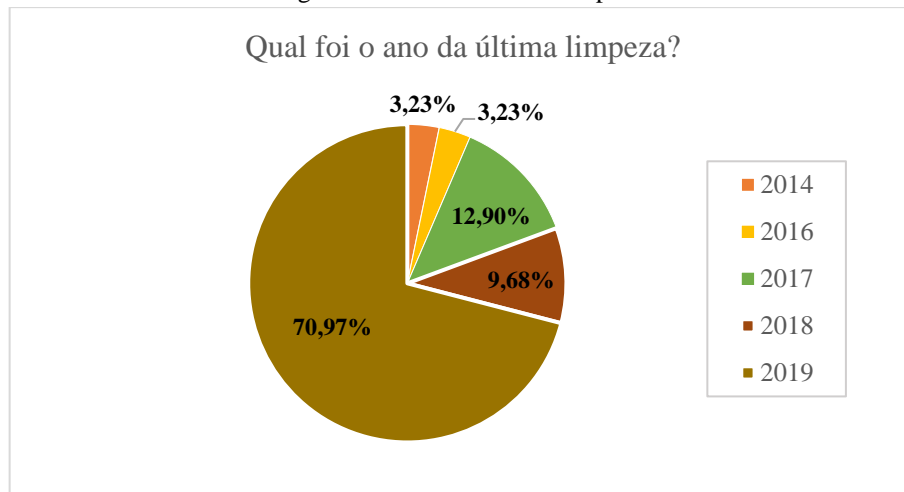
Figura 26 - Distribuição da frequência de limpeza dos sistemas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com relação ao ano da última limpeza (Figura 27), a maior parte dos entrevistados informou que ela foi realizada no mesmo da entrevista (70,97%) e 9,68% declarou que ela foi realizada no ano anterior (2018). Alguns informaram terem feito a limpeza até 5 anos atrás.

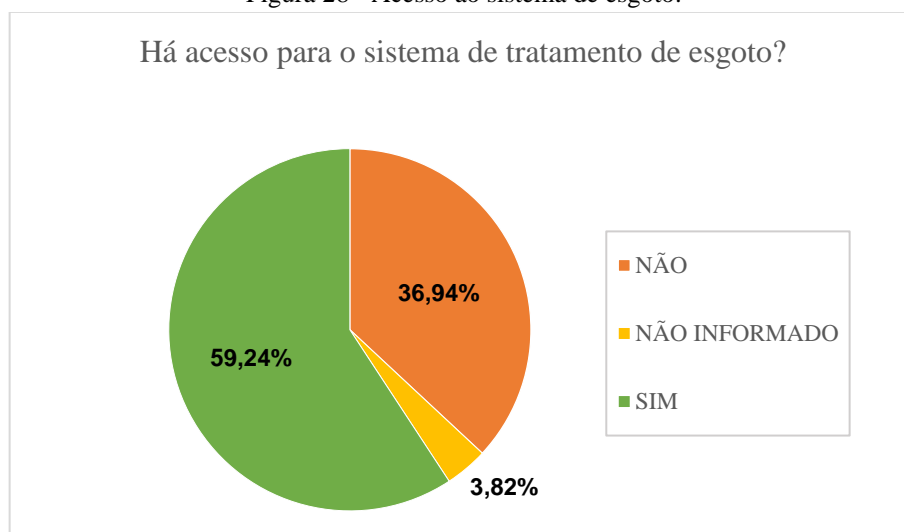
Figura 27 - Ano da última limpeza.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

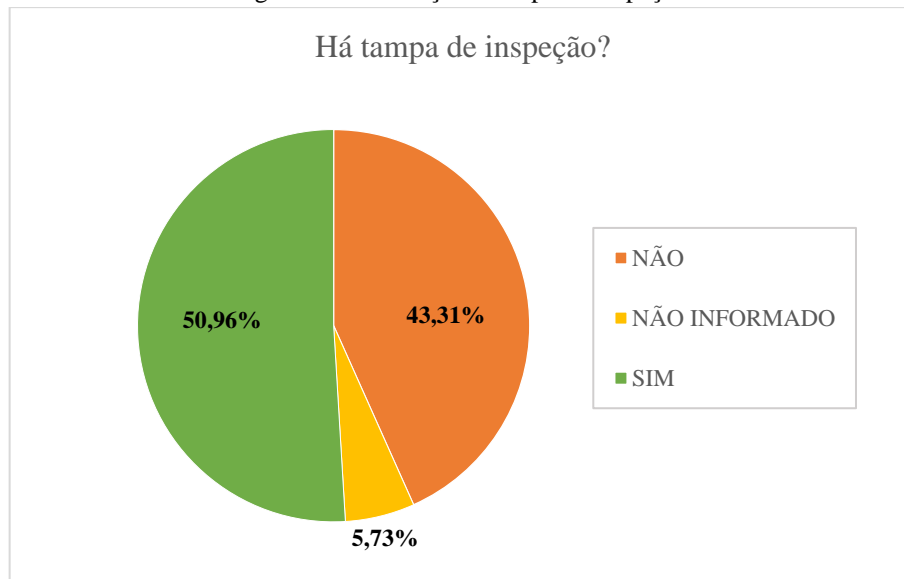
Para a manutenção dos sistemas (limpeza), é necessário que exista acesso ao mesmo para manobra de equipamentos de sucção do lodo. Além disso, deve existir uma tampa de acesso para remoção do excesso de sólidos. As Figuras 28 e 29 apresentam o cenário relacionado à disponibilidade de acesso ao sistema de esgoto e presença de tampa para limpeza, respectivamente. Observou-se que a maioria dos sistemas apresenta acesso ao sistema de tratamento (59,24%) e 50,96% 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 28 - Acesso ao sistema de esgoto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

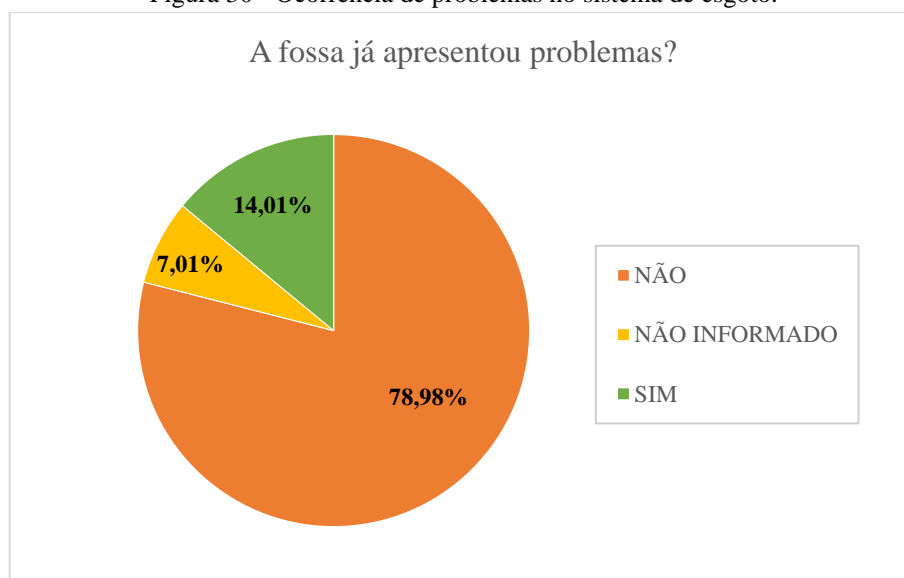
Figura 29 - Presença de tampa de inspeção.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

78,98% dos entrevistados relatou não ter tido problemas com o sistema de esgotos (entupimento ou mau odor) conforme os dados da Figura 30. 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 30 - 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 (ABNT, 1993; 1997). Observou-se que a quase a totalidade dos terrenos possui esse espaço (97,45%) e o restante pode ter a opção de sistemas coletivos entre algumas residências como alternativa (Figura 31).

Figura 31 - Disponibilidade de espaço para instalação de sistemas individuais.

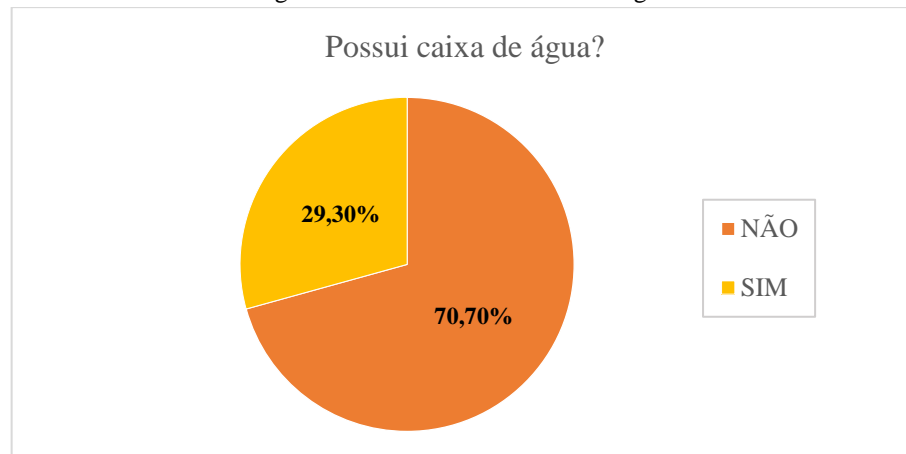


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.4 Caixa de água

Durante as entrevistas, os moradores foram questionados sobre a presença de caixa de água nas propriedades. Apenas 29,30% afirmaram possuírem o sistema de reservação de água potável (Figura 32).

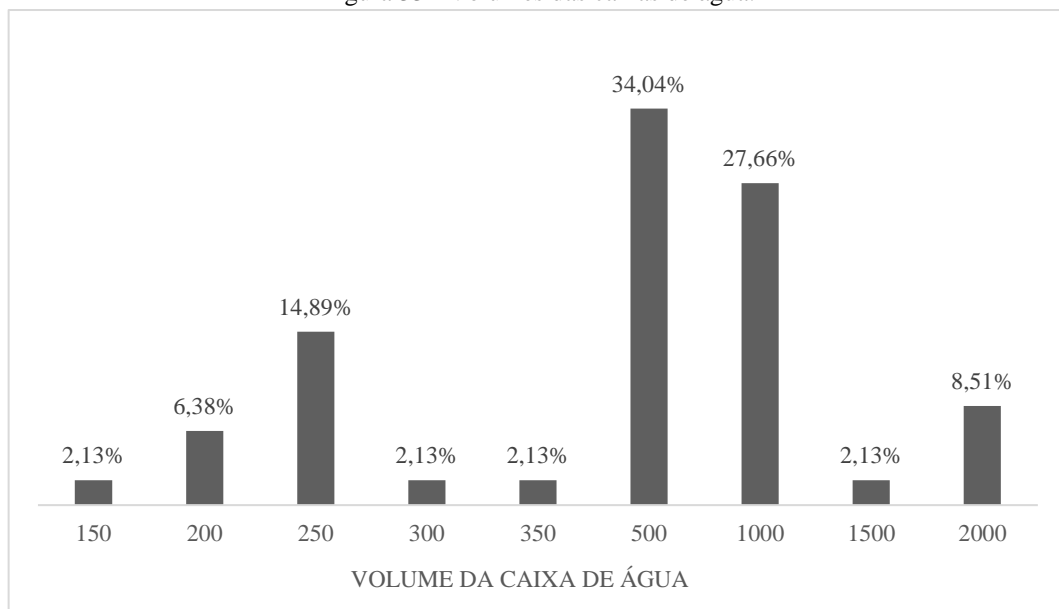
Figura 32 - Existência de caixa de água.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Segundo a NBR 5.626 (ABNT, 1998), o volume de água reservado para uso doméstico deve ser pelo menos o suficiente para 24 h de consumo. No entanto, para edificações de pequeno porte, recomenda-se que a reserva mínima seja de 500 L. Apesar desta orientação, observa-se na Figura 33 que existem caixas menores instaladas nas residências, como por exemplo a de 250 L e 200 L que responderam por 14,89% e 6,38% do total, respectivamente.

Figura 33 - 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 Nº 430/2011 - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. As condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários para o lançamento direto de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:
 - pH entre 5 e 9;
 - Temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
 - Materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone *Inmhoff*. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
 - Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.
 - Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L; e

- Ausência de materiais flutuantes.

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 Ponte Alta serão apresentadas, a seguir, as alternativas de tratamento de esgotos utilizando tanque séptico acoplado a um filtro anaeróbio e *wetlands* construídos.

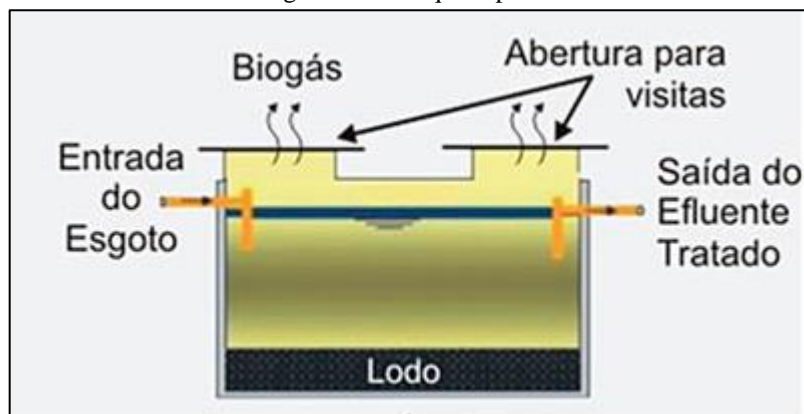
8.1 Tanques sépticos

Tanques sépticos são dispositivos destinados ao tratamento de esgotos domésticos. O

princípio de funcionamento está baseado no processo de sedimentação, seguido da digestão anaeróbia por microrganismos, promovendo a degradação da matéria orgânica (ABNT, 1993). No interior deste tanque, pode ser formada uma camada superior de espuma constituída de materiais mais leves como óleos, graxas e gases oriundos da decomposição anaeróbia (CH_4 , CO_2 , H_2S). Devido a este efeito, a saída do efluente tratado deve prever um dispositivo que evite o arraste desta espuma juntamente com o efluente tratado (NUVOLARI, 2011).

A configuração dos reatores varia entre cilíndrica ou prismática-retangular, apresentando câmara única (Figura 34), câmaras em série ou sobrepostas.

Figura 34 - Tanque séptico.



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

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

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

em corpos de água ou galerias de águas pluviais;

- A contribuição de despejo deve ser calculada a partir do número de pessoas a serem atendidas;
- Os tanques sépticos podem ser cilíndricos ou prismáticos retangulares. Os cilíndricos são empregados em situações em que se pretende minimizar a área útil em favor da profundidade; os prismáticos retangulares, nos casos em que sejam desejáveis maior área horizontal e menor profundidade.

8.1.1 Dimensionamento do tanque séptico

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

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

Onde:

V = volume útil, em litros;

N = número de pessoas ou unidades de contribuição;

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

T = período de detenção, em dias;

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

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

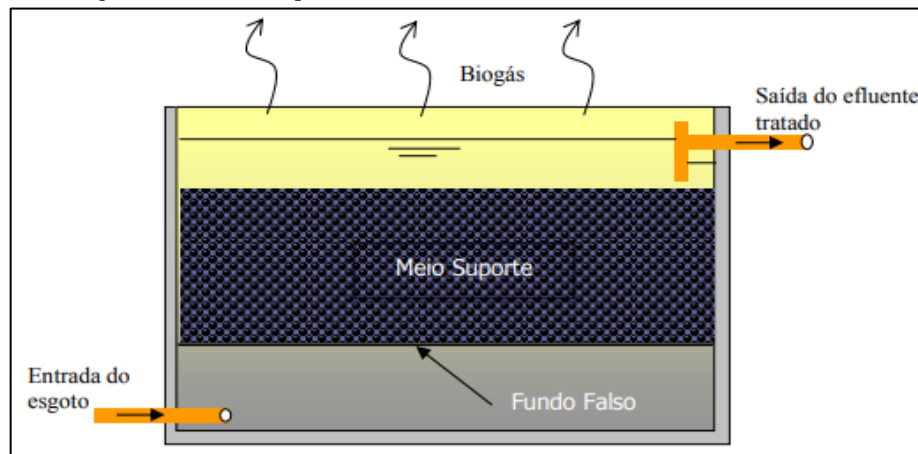
8.1.2 Limpeza dos tanques sépticos

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

8.2 Filtro anaeróbio

Os filtros anaeróbios são reatores biológicos preenchidos com material inerte com elevado grau de vazios, que permanece estacionário, e onde se forma um leito de lodo biológico fixo. O material de enchimento serve como suporte para os microrganismos facultativos e anaeróbios, que formam películas ou um biofilme na sua superfície, propiciando alta retenção de biomassa no reator (ÁVILA, 2005). Assim, como estabelece a NBR 13.969 (ABNT, 1997) o filtro é composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida com o meio filtrante submerso, onde atuam os microrganismos, como pode-se observar na Figura 35. Os microrganismos formam películas ou um biofilme na sua superfície.

Figura 35 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.



Fonte: ÁVILA (2005).

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

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

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

<ul style="list-style-type: none"> - São mais indicados para esgotos com baixa concentração; - Maiores riscos de entupimento dos interstícios. 	afogado apresentam baixa eficiência.	<ul style="list-style-type: none"> - Remoção do lodo difícil; - Deve ser usado com baixas taxas de carga orgânica.
--	--------------------------------------	--

Fonte: Adaptado de ÁVILA (2005).

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

8.2.1 Dimensionamento do filtro anaeróbio

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

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

Onde:

N = número de contribuintes;

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

T = tempo de detenção hidráulica, em dias.

Modelos comerciais de tanque séptico e filtro anaeróbio podem ser visualizados 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 anaeróbico (Figura 36) em que a combinação de diferentes processos anaeróbios pode atender as exigências menos restritivas quanto à sua eficiência e concentração do efluente final.

Figura 36 - 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_{5,20}: 40 a 75%;
- DQO: 40 a 70%;
- Sólidos suspensos 60 a 90%;
- Sólidos sedimentáveis: 70% ou mais;
- Fosfato: 20 a 50%.

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

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

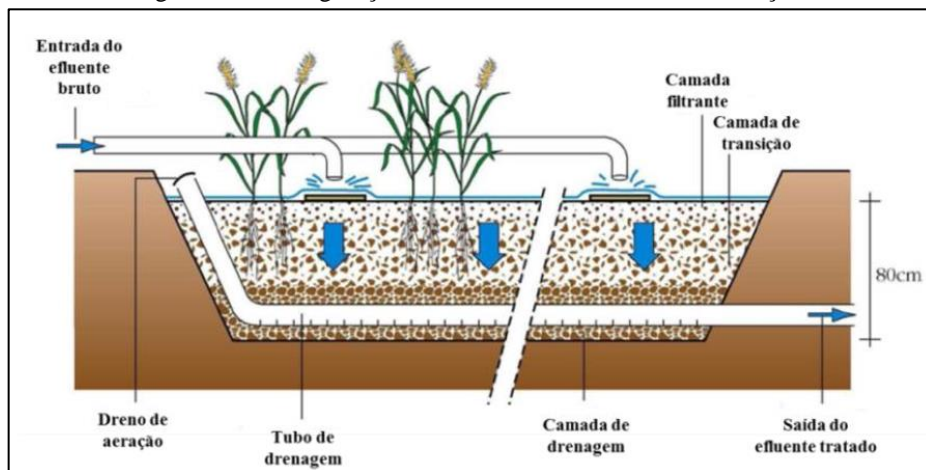
Tradicionalmente e com parâmetros de construção e operação bem definidos o *wetland* Sistema Francês (WSF) possui dois estágios de tratamento, compostos de três filtros verticais em paralelo no primeiro estágio e dois filtros verticais ou um horizontal no segundo estágio. Tem como principal característica 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 $1,2 \text{ m}^2$ por habitante para o conjunto dos três filtros, com uma carga orgânica de $300 \text{ gDQOm}^2/\text{d}$, $\approx 150 \text{ gSSTm}^2/\text{d}$, $\approx 25 - 30 \text{ gNTKm}^2/\text{d}$ e uma carga hidráulica de $0,37 \text{ m/d}$ sobre um filtro em funcionamento. A Figura 37 mostra a configuração de um sistema em perfil.

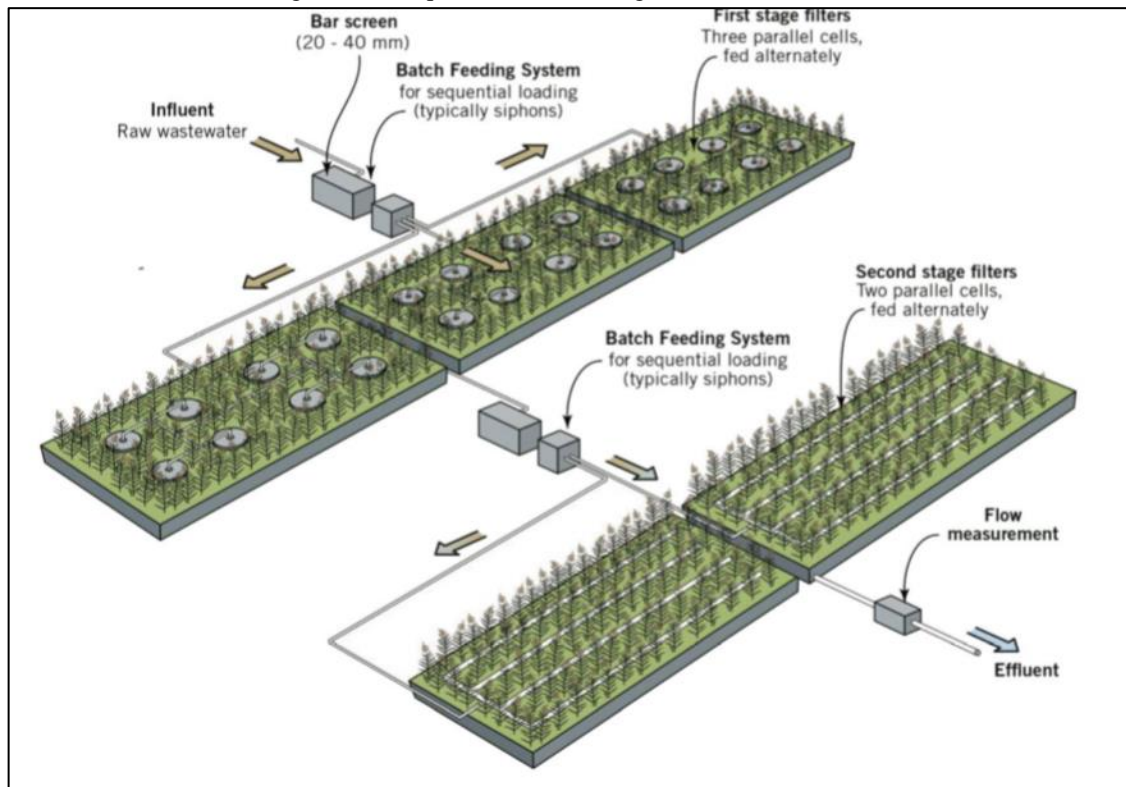
Figura 37 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.



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 38.

Figura 38 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.

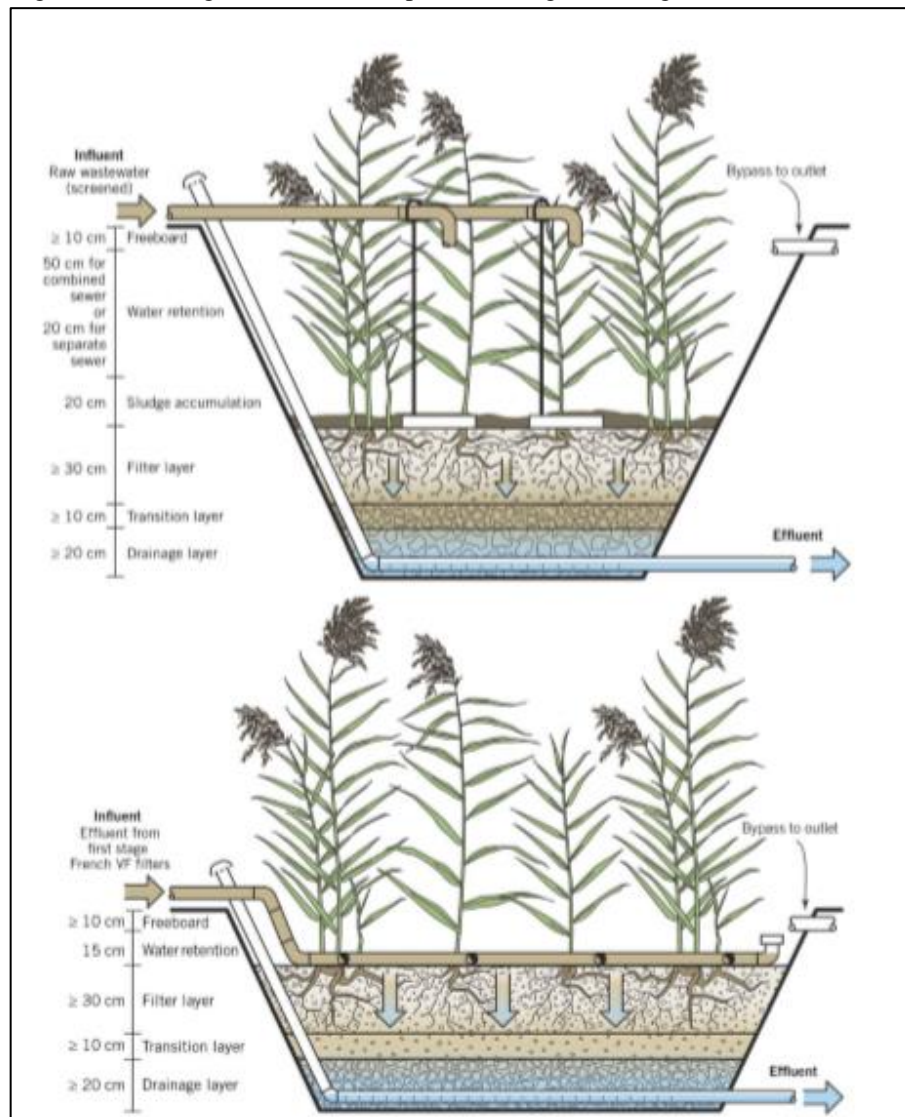


Fonte: DOTRO *et al.* (2017).

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

Figura 39 - 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 9 mostra diferentes taxas aplicadas para diferentes autores e em diferentes condições climáticas.

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

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

Fonte: Adaptado de Andrade (2015).

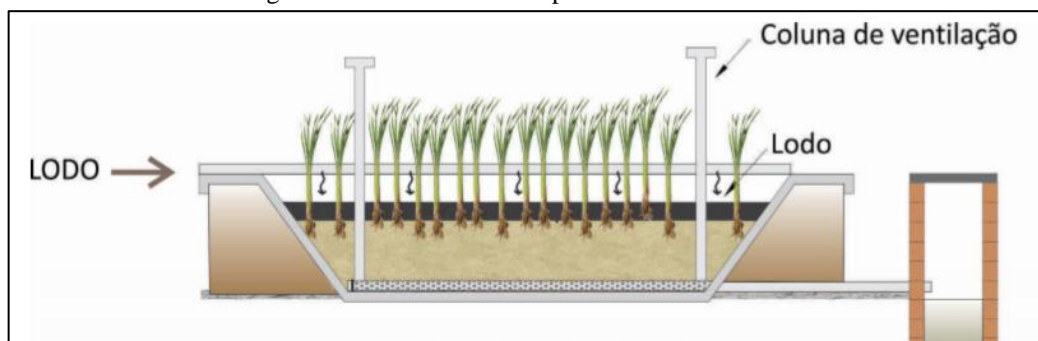
Com o passar do tempo, uma camada de lodo é acumulada na superfície do leito até um momento que se deva realizar um manejo. A taxa de acúmulo do lodo depende, obviamente, da carga de sólidos aplicada e nas condições climáticas que vão favorecer processos de desaguamento e estabilização da matéria orgânica.

Koottatep *et al.* (2005), pesquisando um sistema *wetland* para tratamento de lodo de

tanque séptico com TAS de 250 kgST/m² ano, encontraram uma taxa de acúmulo de lodo de 12 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 n° 498/2020 define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido 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 40 mostra um estereótipo padrão de um leito plantado de tratamento de lodo.

Figura 40 - *Wetland* vertical para tratamento de lodo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

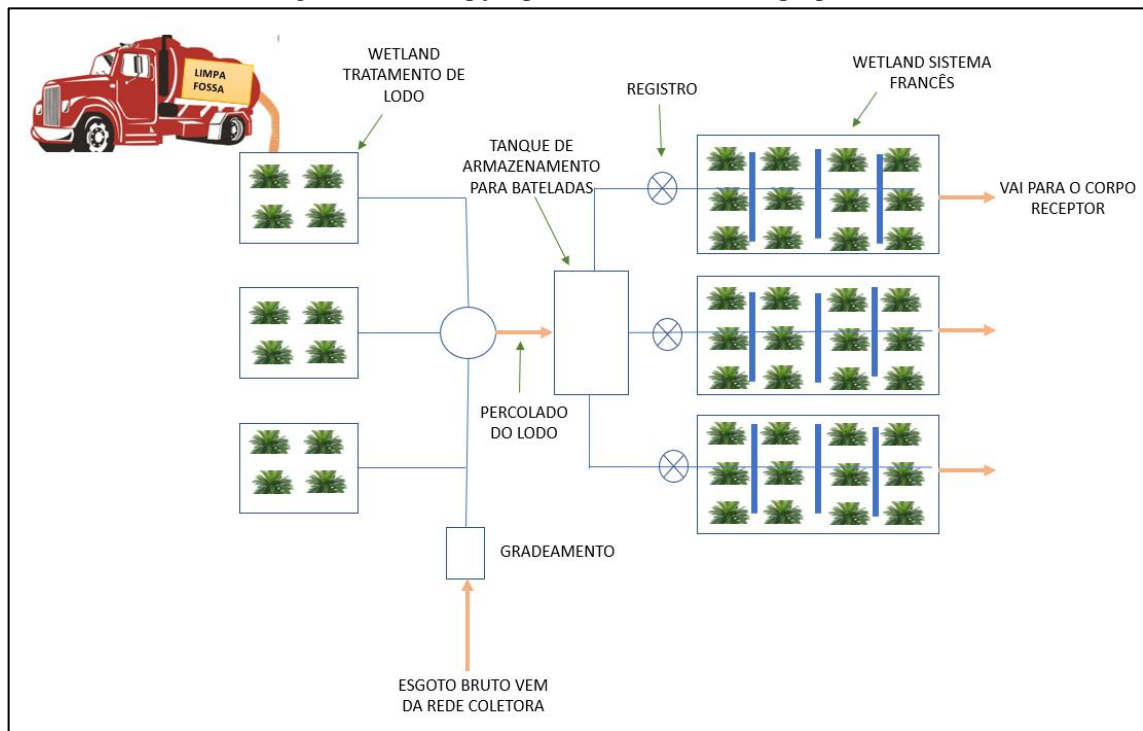
8.4.3 Dimensionamento das unidades *wetlands* para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do esgoto bruto doméstico

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 41 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 41 - Concepção padrão a ser adotada na proposta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

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

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

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

Concentração média de ST no lodo após 1 ano de acúmulo	15.000 mg/L	Calderón-Vallejo <i>et al.</i> (2015)
Massa de ST per capita/ano	94 L x 15.000 mg/L = 1,41 kgST/ano	
Parâmetros de projeto de dimensionamento		
Taxa de aplicação	100 kgST/m ² .ano	Calderón-Vallejo <i>et al.</i> (2015)
Relação alimentação:repouso	1:7 dias	Calderón-Vallejo <i>et al.</i> (2015)
Volume percolado	0,6xVol. de lodo	-
Concentração média do percolado (SST)	800 mg/L	-
Área superficial	0,014 m ² /hab	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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 Ponte Alta, uma das questões mais importantes para a viabilidade e aplicação do sistema individual, é o espaço disponível no terreno para a construção do sistema individual, formado por tanque séptico e filtro anaeróbio. A maioria dos terrenos do município de Ponte Alta possuem espaço para a implementação do sistema descentralizado de tratamento de esgoto, totalizando aproximadamente 97% das edificações. Esse valor demonstra que a maioria da população

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

9 Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Ponte Alta

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

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

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

Alternativa 01 – Edificações com solução individual de tratamento.

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

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

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

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

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

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

sistemas individuais nas áreas urbana e rural nos locais onde eles se fazem inexistentes e em substituições aos sistemas em desacordo com as normas técnicas da ABNT;

- c) Podem ser previstos o uso de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou uma alternativa para atualização periódica do cadastro dos sistemas individuais de tratamento de esgoto;
- d) Elaborar e celebrar convênio para a gestão associada de disposição do lodo coletado em sistemas individuais em ETE que possua licenciamento ambiental para a atividade;
- e) Elaborar e executar programas de manutenção dos sistemas individuais de tratamento para coleta do lodo e envio para a ETE associada;
- f) Elaborar e implementar taxa ou tarifa para a manutenção dos sistemas individuais de tratamento que cubram as despesas com esse serviço e garantam a sua sustentabilidade econômico-financeira;
- g) Elaborar projetos tipos para facilitar a concepção e execução dos sistemas pelo usuário e 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 Ponte Alta, 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 Ponte Alta, indica-se as alternativas 01 e 02 para as áreas urbana e rural do município, para curto e médio prazo. Para estas alternativas, devem ser instalados tanques sépticos seguidos de filtro anaeróbio com disposição final do esgoto tratado em sumidouros. A manutenção dos sistemas pode ser realizada sob responsabilidade e fiscalização do município. Alternativamente, a prefeitura municipal pode cobrar uma taxa dos usuários para a prestação do serviço de manutenção dos sistemas individuais por meio de caminhão limpa fossa e envio à ETE de Curitiba, que está localizada a 42 km do município, cuja viabilidade será discutida a seguir. Desta forma, a ETE de Curitiba poderia receber o lodo proveniente dos sistemas de tratamento de Ponte Alta, de forma a compor um programa de gestão associada (PGA) dos sistemas de esgotos sanitários dos dois municípios. Por questões de planejamento e proximidade para administração em termos de elaboração de um PGA, a opção envolvendo a ETE de Curitiba seria a opção mais adequada para o município de Ponte Alta. A Figura 42 apresenta a ETE de Curitiba, operada pela CASAN. O sistema é constituído por tratamento biológico do tipo aeróbio, com aeração induzida por discos giratórios contendo membranas perfuradas e sedimentador secundário. É previsto ainda o tratamento terciário de uma parcela do esgoto tratado, utilizando a tecnologia de coagulação e floculação com policloreto de alumínio (PAC), seguida de sedimentação e desinfecção com cloro gás, para posterior reuso da água. O lodo obtido no processo, será desaguado em um adensador e desidratado em uma centrífuga. Existe ainda um leito de secagem, para eventual substituição da centrífuga quando da manutenção desta. O sistema foi projetado para uma vazão de 100 L/s.

Figura 42 – ETE de Curitibaanos. a) reator aeróbio (direita) e sedimentador secundário (esquerda), b) sistema de aeração por discos e membrana perfurada, c) reservatório para o esgoto tratado por processo terciário, d) leito de secagem, e) adensador e f) centrífuga.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com base nos dados apresentados anteriormente, o volume de lodo que deverá ser coletado nas zonas urbana e rural da cidade de Ponte Alta e transportado para a ETE de Curitibaanos, pelo caminhão limpa fossa, será de 438 m³ por ano (1,20 m³/d). Multiplicando a concentração de matéria orgânica no lodo que é de 6 kg/m³ (JORDÃO; PESSÔA, 2005) pelo volume de lodo coletado e dividindo o resultado pelo volume do reator de lodos ativados da cidade de Curitibaanos (3780 m³), obtemos uma carga orgânica volumétrica de 0,002 kg/m³.d. Um reator de lodos ativados pode receber uma carga orgânica volumétrica de até 3 kg/m³.d (JORDÃO; PESSÔA, 2005), muito acima da carga orgânica volumétrica gerada pelo lodo coletado nas fossas da cidade de Ponte Alta. Portanto, o lodo das fossas instaladas nas zonas urbana e rural de Ponte Alta pode ser enviado a estação de tratamento de efluentes da cidade de Curitibaanos sem causar prejuízos ao tratamento biológico.

Pode ser previsto, a médio e longo prazo, a implementação de rede coletora no município para o recebimento do esgoto de forma condominial (alternativa 03) ou coletiva (alternativa 04) com tratamento em estação centralizada de tratamento de efluentes. Neste caso, recomenda-se considerar a tecnologia de *wetlands* construídos devido à várias características,

principalmente pela robustez do sistema, dispensando mão-de-obra qualificada para sua operação, o qual poderia ser uma limitação para o município. Além disso, outras vantagens podem ser enumeradas, entre elas:

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

10 Custos e cobrança pelos serviços

A seguir são apresentados quatro cenários possíveis para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário no município de Ponte Alta. Primeiramente foi considerada a possibilidade de universalização via implementação de sistemas individuais em todo o município com manutenção realizada via contratação de serviço especializado. Em um segundo cenário, a manutenção pode ser realizada e administrada por três prefeituras, com possibilidade de participação do CISAMA. No terceiro cenário, foi considerada a proposta apresentada no Plano Municipal de Saneamento Básico do município em 2011. Finalmente, o quarto cenário considera a tecnologia de *wetlands* construídos para o tratamento de esgoto da área urbana e disposição do lodo gerado nos sistemas da área rural. Cada cenário foi abordado com relação aos custos de implementação e manutenção, servindo como base para a avaliação da possibilidade de sustentabilidade do serviço de saneamento de acordo com a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 que estabelece em seu artigo 29:

Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de

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

O município de Ponte Alta possui aproximadamente 1.500 unidades na área urbana e 390 unidades na área rural, segundo dados informados pela ARIS e pelo PMSB. Conforme o levantamento realizado *in loco* na área urbana, somente 14% das unidades eram constituídas por sistemas de tanque séptico seguido de pós-tratamento em filtro anaeróbio, o qual constitui-se no sistema individual ideal. Entretanto, segundo a prefeitura, esse número pode ser menor devido a aleatoriedade da seleção das residências. Assim, algumas edificações contendo sistemas podem ter sido escolhidas ao acaso em detrimento às que estariam em condições mais vulneráveis. Dessa forma, definiu-se que mesmos os sistemas identificados necessitariam passar por revisão e, portanto, em um cenário conservador, foi considerado a totalidade de unidades para o orçamento. Os valores dos sistemas foram obtidos por consulta no comércio local de Lages e são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Custos dos sistemas de tratamento individual.

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

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os volumes dos tanques referem-se a unidades para o tratamento de até 5 pessoas, correspondendo aos dados majoritários obtidos no diagnóstico. Desta forma, para a instalação de sistemas individuais de esgotamento sanitário, envolvendo a área urbana e rural, os custos irão variar entre **R\$4.882.059,00** e **R\$6.837.831,00** em função dos custos unitários mínimo e máximo para aquisição dos sistemas individuais. O custo do sumidouro não foi cotado em função da possibilidade de utilização de materiais alternativos para sua construção ou, em

alguns casos, ser necessário o lançamento do efluente tratado na rede pluvial. Neste caso, em atendimento à NBR 13.969, em seu item 4.6, o efluente deverá ser clorado, sob responsabilidade do proprietário, anteriormente ao seu lançamento (ABNT, 1997).

Com relação à manutenção dos sistemas, o município de Ponte Alta não possui empresa especializada na limpeza de sistemas individuais de esgoto sanitário. Nesse sentido, os locais mais próximos para oferta do serviço seriam os municípios de Lages ou Curitiba, estando ambos a aproximadamente 42 km de distância. Em consulta a empresa do setor no município de Lages, 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\$ 544,00. Assim, os valores envolvidos na manutenção dos sistemas podem ser resumidos na Tabela 12, considerando uma limpeza anual dos sistemas.

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

Setor	Número de unidades	Custos
Urbano	1.500	R\$ 816.000,00
Rural	390	R\$ 212.160,00
Custo anual de manutenção de todas as unidades		R\$ 1.028.160,00
Custo anual por unidade		R\$ 544,00
Custo mensal por unidade		R\$ 45,33

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. A título de comparação, a concessionária responsável pela gestão da água no município cobra uma taxa fixa de disponibilização de infraestrutura no valor de R\$ 29,49, acrescido de R\$ 1,96 para cada m³ de água consumido, conforme informações levantadas com o município. Desta forma, o valor estimado para a manutenção mensal do esgoto seria equivalente ao valor cobrado pelo consumo de 8,08 m³, além da taxa fixa. Ainda, a prefeitura realiza o serviço de limpeza dos sistemas de acordo com a demanda do munícipe, cobrando uma taxa de R\$ 60,00 por limpeza. No entanto, o valor cobrado pela empresa terceirizada pela prefeitura é de R\$ 4.000,00, para a coleta e disposição de 10 m³ de resíduo obtido das operações de limpeza. Desta forma, observa-se que, embora o valor seja adequado ao morador, ele não garante a sustentabilidade econômica

da atividade, resultando em um subsídio substancial por parte da prefeitura.

Alternativamente, o município de Curitiba, situado a 42 km de Ponte Alta, possui uma estação de tratamento de esgotos (ETE) com capacidade para o recebimento do lodo gerado nos potenciais sistemas individuais, que poderiam ser implementados em Ponte Alta, 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 m³ para recolhimento de esgoto e 6 m³ para água limpa. Como referência, o SAMAE - Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Araranguá-SC, adquiriu via licitação em 2019 um caminhão com as características citadas anteriormente, no valor total de **R\$ 520.000,00** (SAMAE/ARARANGUÁ, 2019). Esses caminhões poderiam ser utilizados para a manutenção dos sistemas individuais de Ponte Alta, com a participação da ETE de Curitiba para a disposição, formando assim um Programa de Gestão Consorciada entre os dois municípios. Considerando os sistemas das áreas rural e urbana de Ponte Alta, tem-se um total de 1.890 unidades estimadas. Considerando a limpeza de 5 sistemas por dia, a aquisição de 2 caminhões envolveria o seu uso em 189 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 Curitiba para a disposição e tratamento do lodo, as distâncias de viagem de Ponte Alta até a ETE seriam de 42 km. O serviço de limpeza poderia ser realizado e administrado pelas prefeituras e/ou pelo Consórcio Intermunicipal Serra Catarinense (CISAMA).

Assim, considerando um valor de referência de R\$ 8.000,00 para o pagamento mensal de dois operadores (salário e encargos), um custo de R\$ 1,8311 por quilômetro rodado segundo a Resolução ANTT n° 5.899/2020 (ANTT, 2020), a mensalidade do sistema informatizado de cobrança da taxa (R\$ 1.134,00), foram estimados os valores da Tabela 13 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de Ponte Alta. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio de 1,0 km na área urbana e de 17,5 km na área rural.

Tabela 13 - Estimativa de custos para a limpeza considerando a gestão associada entre Ponte Alta e Curitibaanos.

Dados	Valores
Produção anual de lodo (Toneladas)	437,1
Número de viagens necessárias	44
Distância para disposição em Curitibaanos (km)	42
Distância média percorrida para coleta (km)	4,4
Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 58.786,00
Custo anual por unidade	R\$ 31,10
Custo mensal por unidade	R\$ 2,59

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 no município de Ponte Alta. Desta forma, a taxa mensal para a limpeza dos sistemas poderia ter como base o custo de manutenção de R\$ 2,59, acrescido do valor de R\$ 2,40 referente à aquisição dos caminhões (R\$ 1.088.640,00 arrecadado em 20 anos), R\$ 2,50 referente à taxa de administração do CISAMA e R\$ 2,51 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 Ponte Alta, contribuindo com esse valor ao longo de 20 anos de horizonte de plano, sendo possível equilibrar o custo de aquisição do caminhão e a manutenção dos sistemas.

Comparativamente, são apresentados os valores previstos para a universalização do serviço de esgoto sanitário previsto no plano municipal de saneamento básico de Ponte Alta (PONTE ALTA, 2011). Nesse caso, é sugerida a implementação de rede coletora e estação de tratamento de esgoto para a área urbana do município e sistemas individuais para a área rural. Foi estimado um valor de **R\$ 7.641.319,49** em 2011. Esse valor se torna **R\$ 13.087.824,87** quando corrigido para 2020 pelo INCC - Índice Nacional de Custo de Construção. Para os sistemas individuais, foi estimado um valor de R\$ 970.911,77 em 2011, o qual equivale a R\$ 1.662.948,82 em 2020 quando corrigido pelo INCC. Desta forma, considerando as 390 unidades na área rural, verifica-se que o valor previsto para cada sistema, segundo o plano, para 2020 é de R\$ 4.263,97 estando por volta de 16% acima dos maiores valores orçados para os sistemas individuais no comércio de Lages. Ainda, deve ser observado que em torno de 20% dos sistemas a serem instalados serão na área rural e, portanto, o valor previsto para a

universalização do serviço de tratamento de esgoto em Ponte Alta considerando sistema coletivo na área urbana é de 1,91 a 2,68 vezes maior que o estimado considerando apenas implementação de sistemas individuais. Considerando apenas a área urbana, o custo de implementação do sistema coletivo é de 2,11 a 2,95 vezes maior que o custo associado ao sistema individual.

Com relação aos custos de operação previstos pelo plano de saneamento, os valores foram corrigidos pelo IGPM - Índice Geral de Preços do Mercado e são apresentados na Tabela 14. Para a obtenção do custo de operação para o sistema de esgoto, foi verificada a diferença entre o valor estimado considerando a manutenção do cenário tendencial (considera apenas abastecimento água, sendo 100% na área urbana e 18% de 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.

Cenários possíveis	Valores
Cenário tendencial em 2011 – custos com água	R\$ 11.130.402,07
Cenário desejável em 2011 – custos com água e esgoto	R\$ 19.829.540,38
Custos somente com esgoto em 2011	R\$ 8.699.138,31
Cenário tendencial para 2020 – custos com água	R\$ 21.171.403,40
Cenário desejável para 2020 - custos com água e esgoto	R\$ 37.718.241,98
Custos somente com esgoto para 2020	R\$ 16.546.838,58
Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 827.341,93
Custo anual por unidade	R\$ 437,75
Custo mensal por unidade	R\$ 36,48

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os dados da Tabela 14 mostram que o custo anual de manutenção de todas as unidades de R\$ 827.341,93 menor que o previsto considerando a universalização apenas com sistemas individuais. Entretanto, apenas o atendimento da área rural, com 90 unidades, envolveria um custo anual de R\$ 212.160,00 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 Ponte Alta com valor menor que o levantado neste trabalho.

Como último cenário, é apresentada a opção de *wetlands* construídos para o tratamento de esgotos gerados na área urbana e lodo gerado na área rural. A Tabela 15 apresenta o custo de implantação do sistema de esgotamento sanitário para o município de Ponte Alta, 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\$ 5,60 por unidade para o custeio deste veículo (R\$ 524.160,00 arrecadado em 20 anos, considerando os 390 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\$ 569,40), foram estimados os valores da Tabela 15 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de Ponte Alta considerando este cenário. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio 17,5 km na área rural.

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

Custo de Implementação	Valores
Implementação dos sistemas na área urbana envolvendo rede coletora e ETE (<i>Wetland Vertical Sistema Francês</i>)	R\$ 7.156.636,00
Sistemas individuais para a área rural (mínimo e máximo)	R\$ 1.007.409,00 R\$ 1.410.981,00

Total para área urbana e rural (mínimo e máximo)	R\$ 8.164.045,00 R\$ 8.567.617,00
Custo de Manutenção	Valores
Custo anual de manutenção de todas as unidades na área urbana	R\$ 32.640,00
Custo anual por unidade na área urbana	R\$ 21,76
Custo mensal por unidade na área urbana	R\$ 1,81
Custo anual de manutenção de todas as unidades na área rural	R\$ 35.827,32
Custo anual por unidade na área rural	R\$ 91,86
Custo mensal por unidade na área rural	R\$ 7,66
Custo médio mensal por unidade na área urbana e rural	R\$ 3,02

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para este último cenário, os valores são superiores àqueles considerando a universalização somente com sistemas individuais e o valor obtido para a manutenção dos sistemas é também maior que o considerado envolvendo o programa de gestão associada e valorizando a ETE já construída no município de Curitibaanos (Tabela 13). A soma do valor base de R\$ 3,02 com a contribuição para aquisição do caminhão de 5,60 se torna R\$ 8,62. Este valor é superior àquele estimado na Tabela 13, de R\$ 4,99 (R\$ 2,59 + R\$ 2,40), considerando os mesmos fatores, já que neste último cenário as prefeituras administrariam isoladamente os sistemas. Por outro lado, essa alternativa possui um custo de implementação menor que o apresentado no plano de saneamento do município e com um valor para manutenção competitiva, podendo ser uma opção alternativa para a gestão dos sistemas de esgotos de Ponte Alta.

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

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

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

Meta 1.3	Aquisição de sistema informatizado para emissão de taxa e impressão de fatura para as ligações.
Prazo	06 meses
Investimentos	R\$ 17.350,00
Fontes de Recursos	Funserra
Responsáveis	Secretaria de Administração e Finanças - Secretaria de Meio Ambiente - CISAMA

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

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

Meta 2.1	Instalação e/ou substituição de sistemas individuais de tratamento de esgoto em 100% da área urbana e rural, baseados em tanque séptico,
-----------------	--

	filtro anaeróbio e sumidouro, dimensionados segundo critérios da ABNT.
Prazo	60 meses
Investimentos	Entre R\$ 4.882.059,00 e R\$ 6.837.831,00
Fontes de Recursos	- Funasa - Funserra - Prefeitura Municipal de Ponte Alta
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito - Secretaria de Administração e Finanças - Secretaria de Meio Ambiente - Secretaria de Obras e Transportes - CISAMA

Meta 2.2	Implantação do sistema de tratamento coletivo na área urbana do município de Ponte Alta.
Prazo	120 meses
Investimentos	R\$ 11.424.876,05
Fontes de Recursos	Funasa
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito - Secretaria de Administração e Finanças - Secretaria de Meio Ambiente - Secretaria de Obras e Transportes - CISAMA

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

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

	<ul style="list-style-type: none"> - CISAMA - Prefeitura de Curitiba
--	--

Meta 3.2	Elaboração, divulgação e realização de edital de licitação para aquisição de caminhão limpa fossa.
Prazo	12 meses
Investimentos	R\$ 1.040.000,00 para aquisição de dois caminhões e R\$ 500,00 para elaboração, divulgação e realização do edital
Fontes de Recursos	Funasa Fundo para Recuperação de Bens Lesados (Ministério Público de Santa Catarina)
Responsáveis	<ul style="list-style-type: none"> - Gabinete do Prefeito - Secretaria de Administração e Finanças - Secretaria de Meio Ambiente - Secretaria de Obras e Transportes - Procuradoria Jurídica - CISAMA

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

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

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

12 Considerações finais

O diagnóstico realizado no município de Ponte Alta identificou que a ampla maioria das residências não possui sistema de esgotamento sanitário adequado, sendo a disposição realizada diretamente na rede pluvial, no solo ou mesmo resultado da ineficiência de sistemas mal projetados de tratamento. No que pese a instalação e manutenção de sistemas individuais, a necessidade de contratação de serviço em outro município acaba onerando os custos, tornando impraticável para os munícipes custearem esse serviço. Neste sentido, a alternativa baseada na gestão associada, com serviço de limpeza administrado pelo poder público apresenta-se como uma alternativa mais acessível à realidade socioeconômica de Ponte Alta.

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

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-PONTEALTA-002/2018.** Florianópolis: [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.aris.sc.gov.br/uploads/edital/4533/GVXEbfosEzK99K2xbF15I4SCs4PoFWyY.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.

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.

CASAN. **Relatório anual de qualidade da água distribuída.** Ponte Alta: [s.n.], 2018. Disponível em:

<https://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/files/rel_anu_qual_agua_2018/SRN/Curitiba>

s/ponte alta.pdf>. Acesso em: 01/set./20.

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

DOTRO, G. *et al.* **Treatment Wetlands**. *Water Intelligence Online*, [s.l.], v. 16, p. 9781780408774, 2017. ISBN: 9781780408774, ISSN: 1476-1777, DOI: 10.2166/wst.2018.355.

EMBRAPA. **Clima**. *Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.*, Brasília, p. 334, 2012.

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. **Ponte Alta/Santa Catarina/Brasil**. *Cidades*. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/ponte-alta/panorama>>. Acesso em: 06/maio/20.

IMA. **Mapa Interativo - GeoSEUC**. 2020. Disponível em: <<http://geoseuc.ima.sc.gov.br/#/>>. Acesso em: 20/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.

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.

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, nº 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, nº 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.

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, nº 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.

PONTE ALTA. **Lei nº 0527 de 29/12/1986:Dispõe sobre os parcelamentos do solo urbano no município de Ponte Alta**. [s.l.]: [s.n.], 1986. Disponível em: <<http://www.legislacaomunicipal.com/gedocnet/imagens/83755850000127/Lei00427.pdf>>. Acesso em: 16/set./20.

_____. **Lei nº 1251 de 03/09/2010:Dispõe sobre a política municipal de saneamento básico e estabelece as diretrizes para a prestação de serviço que lhe são inerentes**. [s.l.]: [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.legislacaomunicipal.com/gedocnet/imagens/83755850000127/Lei01366.pdf>>. Acesso em: 16/set./20.

_____. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Ponte Alta- Volume I - Consolidação do Plano Municipal de Saneamento Básico**. Prefeitura Municipal de Ponte Alta: [s.n.], 2011.

_____. **Lei nº1303 de 20/04/2012: Aprova plano de saneamento básico do município de Ponte Alta**. [s.l.]: [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://www.legislacaomunicipal.com/gedocnet/imagens/83755850000127/Lei01442.pdf>>. Acesso em: 16/set./20.

_____. **Lei Complementar 088/14 de 27/08/2014: Institui o código de vigilância sanitária do município de Ponte Alta**. [s.l.]: [s.n.], 2014. Disponível em: <<http://www.legislacaomunicipal.com/gedocnet/imagens/83755850000127/Lei01515.pdf>>. Acesso em: 16/set./20.

POTTER, R. O. *et al.* **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E) nº 46**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/964417>>.

PRESIDENTE PRUDENTE. **Lei nº 297 - Dispondo sobre: a proibição de construção de fossas negras nas zonas urbana e suburbana**. 1954. Disponível em: <<http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=35>>. Acesso em: 01/abr./20.

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.

SANTA CATARINA. **Conheça SC/Municípios/Ponte Alta**. *Municípios de SC*. 2020. Disponível em: <<https://www.sc.gov.br/conhecasc/municipios-de-sc/ponte-alta>>. Acesso em:

25/nov./20.

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

SAVIAN, M. **A sucessão geracional na agricultura familiar de Ponte Alta-SC**. 118 p. - Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

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

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

SNIS. **Sistema nacional de informações sobre saneamento**. 2019. Disponível em: <<http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/>>. Acesso em: 03/set./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.

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

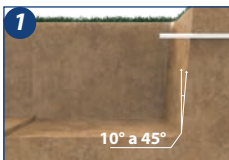
POSSUI SUMIDORO?	() sim	() não
POSSUI FILTRO VALA DE FILTRAÇÃO?	() sim	() não
POSSUI FILTRO VALA DE INFILTRAÇÃO?	() sim	() não
POSSUI TANQUE COM CLORADOR?	() sim	() não
POSSUI TUBULAÇÃO DE DRENAGEM NA RUA EM FRENTE A EDIFICAÇÃO?	() sim	() não
POSSUI LIGAÇÃO NA DRENAGEM PLUVIAL?	() sim	() não
HÁ QUANTOS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

Anexo B - Questionário aplicado à prefeitura municipal.

DADOS MUNICIPAIS	
DADOS ADMINISTRATIVOS	
MUNICÍPIO	
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.

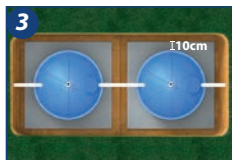
INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO



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



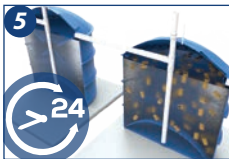
2. Construir uma base nivelada e lisa em concreto armado que servirá como apoio para os Retator e Biofiltro Bakof Tec.



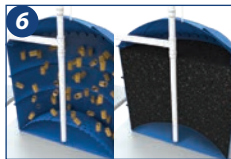
3. A base deve apoiar todo o fundo do equipamento e ser pelo menos 10cm maior que o diâmetro do mesmo.



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.

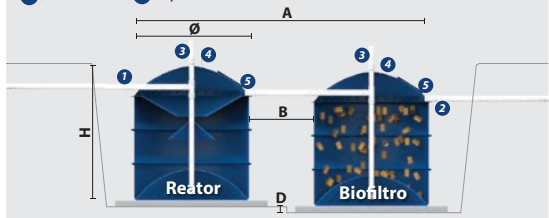
Em caso de dúvidas relativas ao produto ou instalação, contate a Área Técnica da Bakof.

Dimensões do Reator e Biofiltro Bakof[®]

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

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

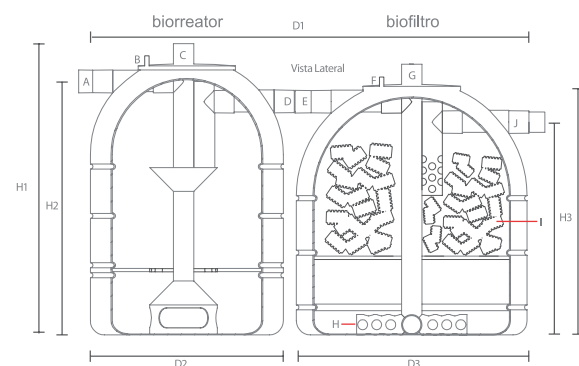


- Grande redução da carga orgânica (fossa e fossa-filtro reduzem no máximo em 50%);
- Não requer colocação de brita (fossa e fossa-filtro requerem);
- Não requer retrolavagem (sistemas com brita requerem);
- Feito com material estanque, evita infiltração no solo e no lençol freático;
- O lodo gerado 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



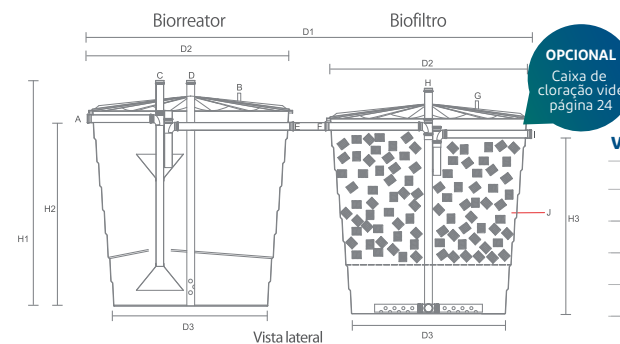
	VOLUMES	1.000 L	2.000 L
A - Entrada do Biorreator - PVC 100 mm	D1	2177 mm	2715 mm
B - Saída de gases do Biorreator - PVC 20 mm	D2	962 mm	1300 mm
C - Entrada para limpeza - PVC 100 mm	D3	1150 mm	1350 mm
D - Saída do Biorreator - PVC 100 mm	H1	1450 mm	1845 mm
E - Entrada do Biofiltro - PVC 100 mm	H2	1260 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

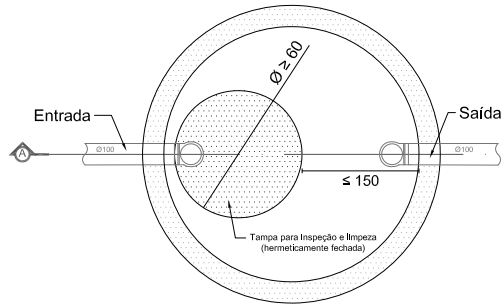
PRFV - em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV). Para sistemas com capacidade acima de 50.000 litros, consultar fábrica.
*Contribuição referente ao Padrão Médio (130 litros/dia por pessoa)

TANQUE SÉPTICO + FILTRO ANAERÓBIO + SUMIDOURO

Configuração cilíndrica

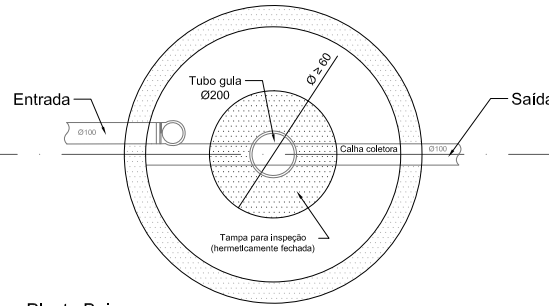
Obs.: medidas em cm

Tanque séptico



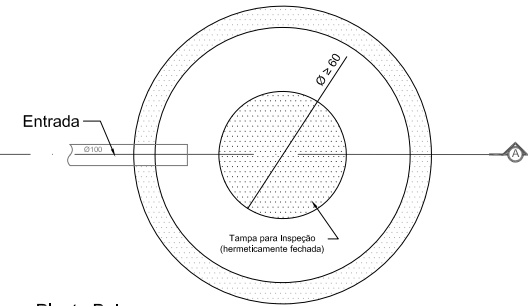
Planta Baixa
Escala 1:35

Filtro anaeróbico

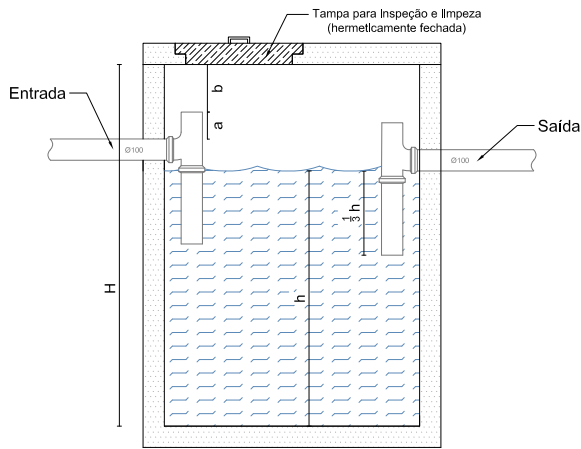


Planta Baixa
Escala 1:35

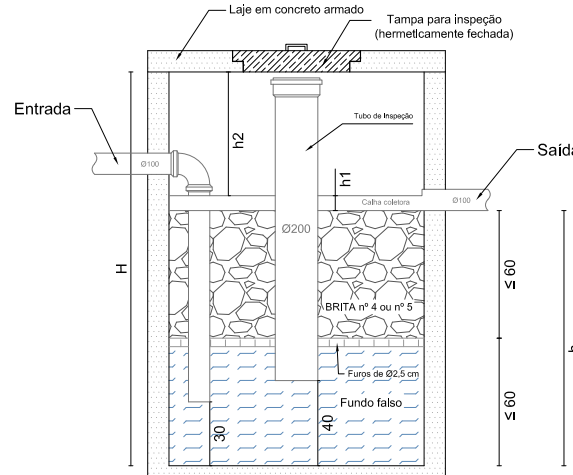
Sumidouro



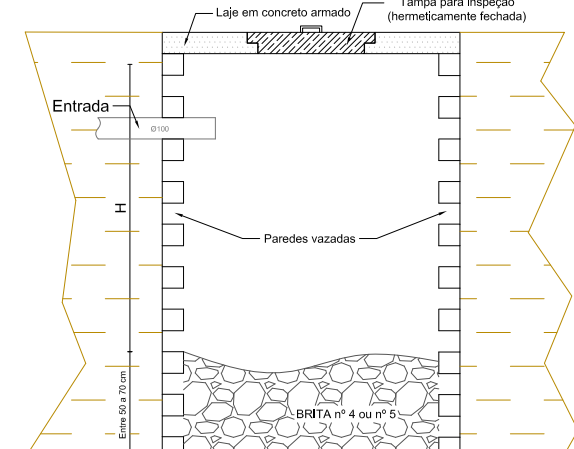
Planta Baixa
Escala 1:35



CorteAA
Escala 1:35



CorteAA
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 ≤ 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)

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



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA DE PONTE ALTA
CAPITAL DA MORANGA

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº002/2019

Convênio de cooperação técnica celebrado entre o Município de Ponte Alta 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 2019, 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 a Lei Municipal nº 1.251/2010, que dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento, nos termos do artigo 9º da Lei federal nº 11.445/2007;

Fone/Fax: (49) 3248-0141

Rua Geremias Alves da Rocha, 130 - Centro - CEP 88550-000 - Ponte Alta - SC



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA DE PONTE ALTA
CAPITAL DA MORANGA

Considerando a Lei Municipal nº 1.303/2012, que aprovou o Plano Municipal de Saneamento Básico;

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 :

- **MUNICÍPIO DE PONTE ALTA**, pessoa jurídica de direito público interno, CNPJ nº 83.755.850/0001-27, com sede na Rua Geremias Alves da Rocha, nº 130, Centro, Ponte Alta/SC, neste ato representado por seu Prefeito Municipal, Sr. Luiz Paulo Farias 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, 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.

Fone/Fax: (49) 3248-0141

Rua Geremias Alves da Rocha, 130 - Centro - CEP 88550-000 - Ponte Alta - SC



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA DE PONTE ALTA
CAPITAL DA MORANGA

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) Regulamentar, por lei, a obrigatoriedade de, não havendo rede de coleta de esgoto sanitário, ser implantada solução individual de esgotamento sanitário, especificando-a (conforme normas técnicas), conferindo prazos de adequação, se for o caso, prevendo subsídios para implantação, além da obrigatoriedade da manutenção (periodicidade de limpeza pelo particular), da forma da realização do serviço de extração do lodo (se público ou privado) e o local para a destinação final do lodo devidamente licenciado;
- b) Promover a realização e/ou atualização contínua de um cadastro com todas as edificações que disponham de soluções individuais de esgotamento sanitário, ou coletiva, por meio de um levantamento a ser realizado tanto por ocasião do “habite-se”, quanto por ocasião da fiscalização, estabelecendo, por consequência, uma rotina sobre a instalação e manutenção de todas as soluções individuais de esgotamento sanitário, de forma a garantir-lhes eficácia;
- c) Promover a realização do cadastro das empresas prestadoras dos serviços de limpeza das soluções individuais de esgotamento sanitário, bem como realizar a fiscalização do destino do lodo coletado das soluções individuais;
- d) Exigir do particular, quando não houver rede coletora de esgoto sanitário, a instalação adequada de solução individual de tratamento e destinação final de esgotos domésticos mediante prévia aprovação do respectivo projeto técnico, bem como realizar a vistoria do sistema de tratamento para concessão do “habite-se”;
- e) Fiscalizar as edificações para que as soluções individuais de tratamento sejam instaladas adequadamente, nos termos das normas técnicas e projeto respectivo, exigindo do particular a comprovação da respectiva limpeza periódica e controlando a destinação final do lodo extraído das fossas sépticas;
- f) Incorporar, quando da sua elaboração e/ou revisão, do Plano Municipal de Saneamento, como solução de esgotamento sanitário as soluções individuais de tratamento e disposição final de esgotos domésticos para todas as edificações que não disponham e não venham a dispor a curto prazo de rede de coleta de esgoto sanitário para garantir a proteção do meio ambiente e da saúde pública durante toda execução do plano;
- g) Em caso de optar por realizar diretamente ou por delegação o serviço de limpeza de fossas e transporte do lodo, cabível a cobrança de remuneração pelo serviço realizado, por meio de tarifa ou preço público, a fim de garantir a sustentabilidade da ação de saneamento;
- h) Licitar o serviço de tratamento e disposição final quando se der em estação de tratamento de esgoto (ETE) privada.

Fone/Fax: (49) 3248-0141

Rua Geremias Alves da Rocha, 130 - Centro - CEP 88550-000 - Ponte Alta - SC



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA DE PONTE ALTA
CAPITAL DA MORANGA

- 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 entrará em vigor na data de sua assinatura e sua vigência se dará até o dia 31 de dezembro de 2019, podendo ser renovado ou prorrogado nos exercícios financeiros seguintes, por interesse público e se necessário, com previsão na Lei de Diretrizes Orçamentárias e na Lei do Orçamento.

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;

Fone/Fax: (49) 3248-0141

Rua Geremias Alves da Rocha, 130 - Centro - CEP 88550-000 - Ponte Alta - SC



ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA DE PONTE ALTA
CAPITAL DA MORANGA

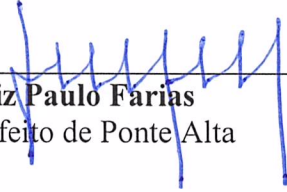
CLÁUSULA OITAVA – DO FORO

As partes elegem o foro da Comarca do Município de Correia Pinto/SC, 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.

Ponte Alta, 12 de abril de 2019.

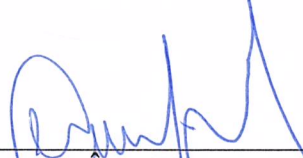


Luiz Paulo Farias
Prefeito de Ponte Alta

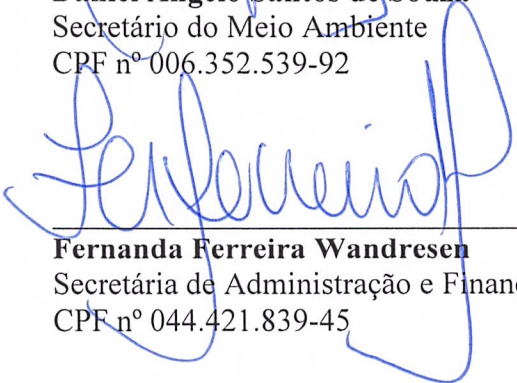


Adir Faccio
Diretor-geral da ARIS

Testemunhas:



Daniel Angelo Santos de Souza
Secretário do Meio Ambiente
CPF nº 006.352.539-92



Fernanda Ferreira Wandresen
Secretária de Administração e Finanças
CPF nº 044.421.839-45

Fone/Fax: (49) 3248-0141

Rua Geremias Alves da Rocha, 130 - Centro - CEP 88550-000 - Ponte Alta - SC