

Projeto  
**TRATAS**  **N**

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/2019

# **ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL**

Diagnóstico de situação e proposição de alternativas

Bocaina do Sul - Santa Catarina



Maio de 2021

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

**ORGANIZAÇÃO**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE BOCAINA DO SUL**

**João Eduardo Della Justina** Prefeito Municipal

**Alice Pessoa Córdova** 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

**Larissa Roberta de Jesus Oliveira**  
Acadêmica de Engenharia Ambiental e  
Sanitária – CAV/UDESC

**Equipe Técnica Municipal**

**Adriany Luciano**  
Secretária de Saúde

**Márcio José Gamba Coelho**  
Secretário de Administração e Finanças

**Márcio Heleno da Costa Melo**  
Secretário de Educação, Cultura e  
Esportes

**Edson José Sutil de Figueiredo**  
Secretário de Agricultura

**Cláudio Rogério Schmoeller**  
Secretário de Assistência Social

**Alcione Cruz Lehmann**  
Secretário de Transportes, Obras e  
Serviços Públicos

**Leujane Pereira Sutil**  
Secretária de Turismo e Desenvolvimento  
Sustentável

**Selênio Sartori**  
Diretor Executivo do CISAMA

**Katynara Goedert**  
Coordenadora de Projetos de  
Saneamento Básico do CISAMA

## Sumário

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Apresentação .....   | 9  |
| 2     | Aspectos gerais do município.....  | 10 |
| 2.1   | Características físicas.....   | 11 |
| 2.1.1 | Solo.....  | 11 |
| 2.1.2 | Recursos Hídricos.....   | 12 |
| 2.1.3 | Uso e ocupação do solo .....   | 13 |
| 2.1.4 | 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.....   | 21 |
| 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.....   | 23 |
| 5.3   | Esgoto na área rural .....   | 24 |
| 5.4   | Lodo na área rural .....   | 25 |
| 6     | Diagnóstico.....   | 26 |
| 6.1   | Informações do município sobre a gestão do sistema de esgotos sanitários.... | 26 |
| 6.2   | Sistemas individuais na área urbana .....                                    | 26 |
| 6.2.1 | Metodologia de aplicação dos questionários .....                             | 26 |
| 6.3   | Resultados.....  | 28 |
| 6.3.1 | Característica das edificações .....   | 28 |
| 6.3.2 | Características dos sistemas de tratamento.....                              | 29 |
| 6.3.3 | Sistemas de disposição .....   | 34 |
| 6.3.4 | Idade dos sistemas .....   | 36 |
| 6.3.5 | Limpeza dos sistemas .....   | 36 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 6.3.6 | Espaço no terreno para instalação .....   | 40 |
| 6.4   | Caixa de água.....  | 41 |
| 7     | Legislação.....   | 42 |
| 8     | Soluções para o tratamento de esgoto sanitário.....   | 43 |
| 8.1   | Tanques sépticos .....  | 44 |
| 8.1.1 | Dimensionamento do tanque séptico.....  | 45 |
| 8.1.2 | Limpeza dos tanques sépticos .....  | 46 |
| 8.2   | Filtro anaeróbio.....   | 46 |
| 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 Bocaina do Sul .....  | 58 |
| 10    | Custos e cobrança pelos serviços .....  | 66 |
| 11    | Plano de ação .....   | 74 |
| 12    | Considerações finais .....  | 79 |
| 13    | Referências .....   | 80 |
| 14    | Anexos.....   | 84 |

## Lista de Tabelas

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Características da produção das lavouras permanentes em Bocaina do Sul em 2019.....   | 14 |
| Tabela 2 - Características da produção das lavouras temporárias de Bocaina do Sul em 2019.....   | 14 |
| Tabela 3 - Evolução da população de Bocaina do Sul entre os anos de 1996 e 2020....  | 15 |
| Tabela 4 - Projeção da população urbana de Bocaina do Sul para o período de 2021-2042, utilizando vários modelos.....  | 16 |
| Tabela 5 - Projeção da população no município de Bocaina do Sul.....   | 18 |
| Tabela 6 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área urbana de Bocaina do Sul.....   | 22 |
| Tabela 7 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Bocaina do Sul.....  | 23 |
| Tabela 8 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área rural de Bocaina do Sul..   | 25 |
| Tabela 9 - Projeção de produção de lodo na área rural de Bocaina do Sul.....   | 25 |
| Tabela 10 - Referências de taxas de sólidos aplicados em <i>wetlands</i> .....   | 54 |
| Tabela 11 - Parâmetros de dimensionamento para tratamento de lodo de TS.....   | 56 |
| Tabela 12 – Características do sistema de tratamento de esgoto sanitário de Bom Retiro. CO: carga orgânica, COV: carga orgânica volumétrica, TDH: tempo de detenção hidráulico, v: velocidade ascensional, TAS: taxa de aplicação superficial..... | 64 |
| Tabela 13 - Estimativa de ligações na área urbana de Bocaina do Sul.....   | 67 |
| Tabela 14 - Custos dos sistemas de tratamento individual.....  | 68 |
| Tabela 15 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Lages.....   | 68 |
| Tabela 16 - Estimativa de custos para a limpeza considerando a gestão associada entre Bocaina do Sul e.....  | 70 |
| Tabela 17 - 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.....  | 71 |
| Tabela 18 - Custos de implementação e manutenção considerando a tecnologia de <i>wetlands</i> construídos na área urbana.....  | 73 |

## Lista de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Mapa de localização do município de Bocaina do Sul .....  | 11 |
| Figura 2 - Mapa Geológico de Santa Catarina com destaque para a área do município de Bocaina do Sul.....   | 12 |
| Figura 3 - Bacia Hidrográfica do Rio Canoas. ....  | 13 |
| Figura 4 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de Bocaina do Sul.....   | 17 |
| Figura 5- Dados da população total de Bocaina do Sul entre 1996 e 2020 e evolução populacional entre 2021 e 2042.....                                | 19 |
| Figura 6 - Estação de tratamento de água de Bocaina do Sul (circulada em vermelho). 20   |    |
| Figura 7 – Equipe responsável pelo treinamento das Agentes Comunitárias de Saúde. 27   |    |
| Figura 8 - Número médio de pessoas nas edificações entrevistadas. Esses números representam a quantidade mais provável de pessoas na edificação..... | 28 |
| Figura 9 - Número máximo de pessoas nas edificações.....   | 29 |
| Figura 10 - Distribuição das propriedades entre sistemas coletivos e individuais. ....   | 30 |
| Figura 11 - Porcentagem de caixas de gordura instaladas.....   | 31 |
| Figura 12 - Presença ou não de fossa rudimentar nas residências.....   | 32 |
| Figura 13 - Presença de tanque séptico nas edificações entrevistadas. ....   | 33 |
| Figura 14 - Presença de filtro anaeróbio nas edificações entrevistadas. ....   | 33 |
| Figura 15 - Presença de sumidouro nas propriedades entrevistadas. ....   | 34 |
| Figura 16 - Presença de tubulação de drenagem na rua. ....   | 35 |
| Figura 17 - Porcentagem de entrevistados que afirmaram estarem ligados ou não à rede de drenagem pluvial.....  | 36 |
| Figura 18 - Realização de limpeza nos sistemas de tratamento. ....   | 37 |
| Figura 19 - Distribuição da frequência de limpeza dos sistemas. ....   | 38 |
| Figura 20 - Acesso ao sistema de esgoto.....   | 39 |
| Figura 21 - Presença de tampa de inspeção.....   | 39 |
| Figura 22 - Ocorrência de problemas no sistema de esgoto.....  | 40 |
| Figura 23 - Disponibilidade de espaço para instalação de sistemas individuais. ....  | 41 |
| Figura 24 - Existência de caixa de água. ....  | 41 |
| Figura 25 - Volumes das caixas de água. ....   | 42 |
| Figura 26 - Tanque séptico.....  | 45 |
| Figura 27 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente. ....   | 47 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 28 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbio. ....   | 49 |
| Figura 29 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.....   | 51 |
| Figura 30 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.....  | 52 |
| Figura 31 - Perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio do Sistema Francês..  | 53 |
| Figura 32 - <i>Wetland</i> vertical para tratamento de lodo. ....   | 55 |
| Figura 33 - Concepção padrão a ser adotada na proposta. ....  | 56 |
| Figura 34 – Diagrama da proposta do programa de gestão associada (PGA) sugerido para os municípios de Bocaina do Sul e Bom Retiro. ....   | 63 |
| Figura 35 – Vista panorâmica da ETE de Bom Retiro, indicando as principais operações unitárias envolvidas no sistema de tratamento. ....  | 63 |
| Figura 36 - ETE de Bom Retiro. a) caixa de areia e medição de vazão, b) estrutura superior do reator UASB, c) tanque de aeração, d) sedimentador secundário, e) tanque de contato. .... | 64 |

## Lista de Quadros

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 - Bairros visitados para aplicação do diagnóstico do tratamento individual de esgoto no município de Bocaina do Sul. ....  | 28 |
| 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. .... | 74 |
| Quadro 4 - Objetivo 2: regularizar as edificações do município de Bocaina do Sul com relação aos sistemas de esgotos sanitários. ....   | 76 |
| Quadro 5 - Objetivo 3: implantar o serviço de manutenção dos sistemas individuais. ...  | 77 |
| Quadro 6 - Objetivo 4: realizar campanhas de educação ambiental. ....   | 78 |



## 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

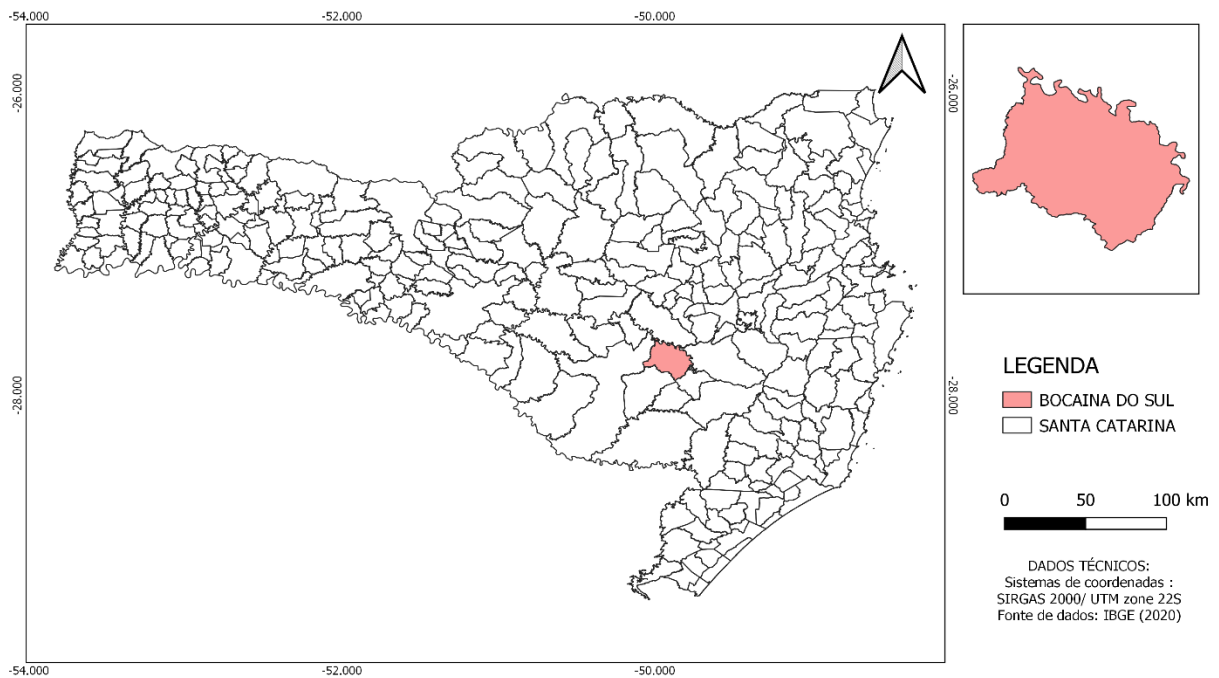
constitui-se em uma importante ferramenta para tomada de decisões por parte dos órgãos responsáveis pela infraestrutura urbana e rural, pelo controle ambiental e pela saúde da população. O presente trabalho destina-se a analisar o estado atual do esgotamento sanitário no município de Bocaina do Sul, 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 município de Bocaina do Sul fica localizado na região serrana de Santa Catarina e ocupa uma área de 510,673 km<sup>2</sup>, apresentando uma estimativa de população para 2020 de 3.488 habitantes e uma densidade demográfica de 6,42 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2020) O município faz divisa com as cidades de Rio Rufino, Bom Retiro, Otacílio Costa e Lages. Localiza-se a uma latitude 27° 44'40" sul, a uma longitude 49°56'40" oeste, possui altitude de 860 metros e está situada a uma distância de 183 km de Florianópolis (BOCAINA DO SUL, 2011). O IDH – Índice de desenvolvimento humano do município é de 0,647 (IBGE, 2020). A Figura 1 apresenta um mapa de localização do município no estado de Santa Catarina.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Bocaina do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

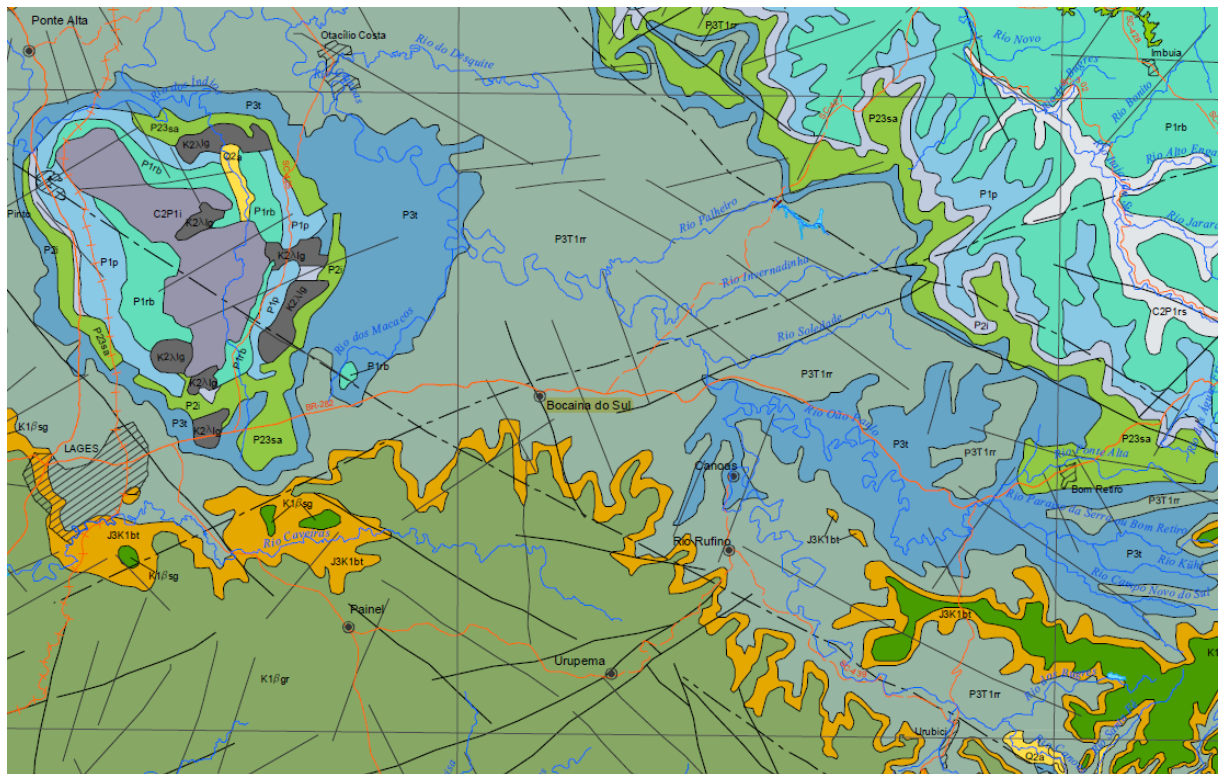
## 2.1 Características físicas

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

### 2.1.1 Solo

O município de Bocaina do Sul está localizado na Formação Rio do Rastro, que é do período Permiano Superior, apresentando em sua parte inferior camadas finas de calcário intervalado com siltitos cinza-esverdeados (EMBRAPA, 2004). Segundo o Serviço Geológico do Brasil a formação Rio do Rastro é composta por “pelito e arenito com dominância de camadas tubulares ou lenticulares muito estendidas, ambiente lacustre (Mb. Serrinha); silito tabular, arenito fino tabular ou lenticular, ambiente lacustre, deltaico, eólico e raros depósitos fluviais (Mb. Morro Pelado)” (CPRM, 2014). Na Figura 2 é apresentada a seção do mapa onde está inserido o município de Bocaina do Sul.

Figura 2 - Mapa Geológico de Santa Catarina com destaque para a área do município de Bocaina do Sul.



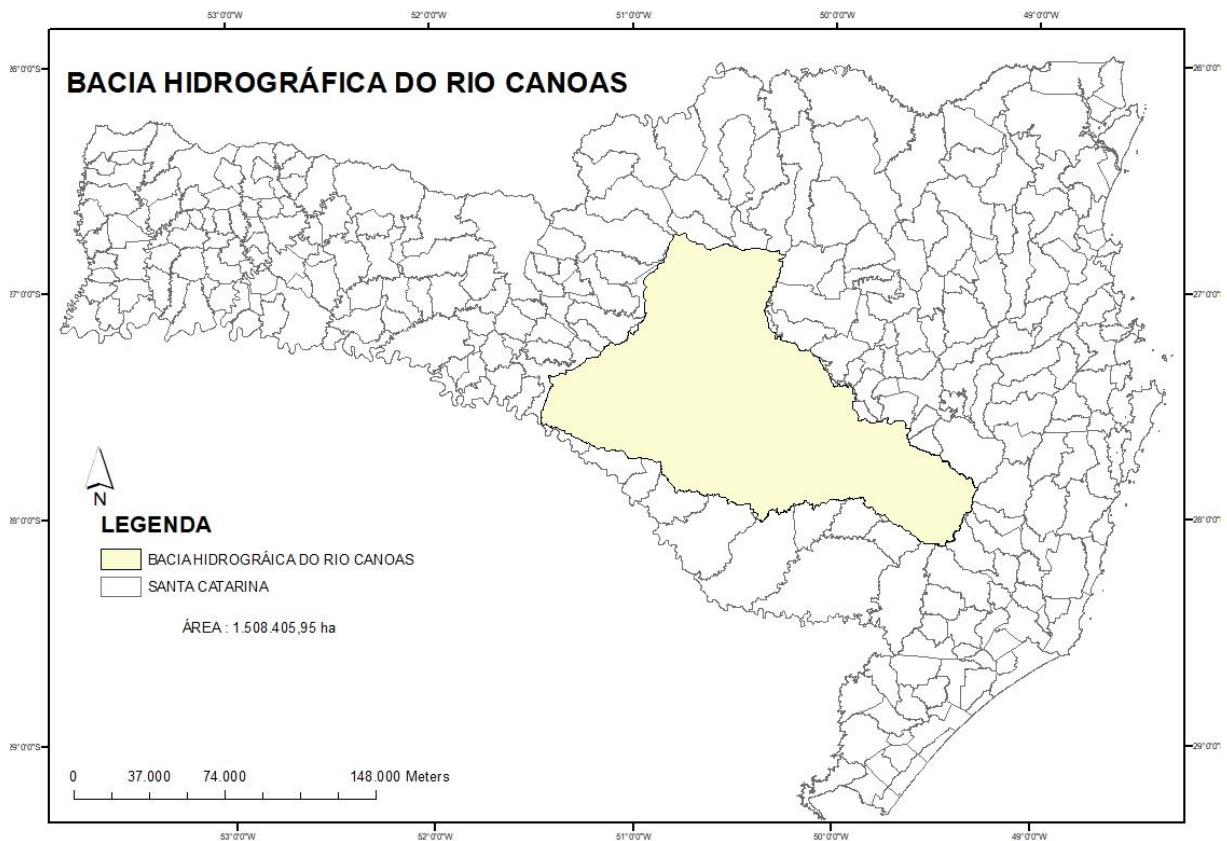
**P3T1rr** Formação Rio do Rasto: pelito e arenito com dominância de camadas tabulares ou lenticulares muito estendidas, ambiente lacustre (Mb. Serrinha); siltito tabular, arenito fino tabular ou lenticular, ambiente lacustre, deltaico, eólico e raros depósitos fluviais (Mb. Morro Pelado).

Fonte: Adaptado de (CPRM, 2014)

### 2.1.2 Recursos Hídricos

O município de Bocaina do Sul está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Canoas, o qual está inserida em sua integralidade em Santa Catarina, na Região Hidrográfica RH4, conhecida como Planalto de Lages. A Figura 3 apresenta o mapa da bacia hidrográfica do Rio Canoas. O principal rio que corta o município de Bocaina do Sul é o rio Canoas. Outro corpo hídrico de destaque na área urbana é o Rio Bonito, responsável pela drenagem deste setor do município.

Figura 3 - Bacia Hidrográfica do Rio Canoas.



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

### 2.1.3 Uso e ocupação do solo

O uso e ocupação do solo no município de Bocaina do Sul é um item contemplado pela Lei Orgânica do município, estando presente nos artigos 35 e inciso 5º - *Código de Zoneamento Urbano e direitos suplementares de uso e ocupação do solo* e no artigo 108 *Compete ao Município, observadas, no que couber, as normas e diretrizes federais e estaduais, elaborar planos e leis de uso e ocupação do solo contendo, entre outras, normas sobre zoneamento e parcelamento do solo urbano* (BOCAINA DO SUL, 1998). Em termos de atividades relacionadas ao uso e ocupação do solo, a atividade econômica que merece destaque é a agropecuária. De fato, em 2018 esta atividade respondeu por aproximadamente R\$ 34,5 milhões do total do produto interno bruto do município, que no ano indicado foi de R\$ 75,78 milhões (IBGE, 2018). Em comparação, as atividades industriais respondem por R\$ 3,22 milhões do PIB de Bocaina do Sul. Assim, com base nos dados de produção agrícola apresentados pelo

IBGE, para o ano de 2019, o desempenho das lavouras permanentes em Bocaina do Sul, em relação à área colhida, foi de 31 hectares e o valor da produção envolvido foi de R\$ 440 mil. O desempenho das lavouras permanentes é sintetizado na Tabela 1.

Tabela 1 - Características da produção das lavouras permanentes em Bocaina do Sul em 2019.

| <b>Produtos das Lavouras Permanentes</b> | <b>Áreas destinadas a colheita (ha)</b> | <b>Áreas colhidas (ha)</b> | <b>Quantidade produzida em toneladas</b> | <b>Rendimento médio (Kg/ha)</b> | <b>Valor da produção (Mil Reais)</b> |
|--|---|----------------------------|--|---------------------------------|--------------------------------------|
| Caqui                                    | 2                                       | 2                          | 40                                       | 20.000                          | 80                                   |
| Erva – mate                              | 24                                      | 24                         | 112                                      | 5.083                           | 110                                  |
| Uva                                      | 5                                       | 5                          | 100                                      | 20.000                          | 250                                  |

Fonte: Adaptado de (IBGE, 2019a).

Em relação a lavouras temporárias, a área total destinada a colheita em 2019 foi de 2.850 hectares e as áreas colhidas representaram 100% deste valor, e o valor da produção foi de, R\$ 14.649 mil. Neste mesmo ano, o município teve o desempenho das lavouras permanentes mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Características da produção das lavouras temporárias de Bocaina do Sul em 2019.

| <b>Produtos das Lavouras Temporárias</b> | <b>Áreas destinadas a colheita (ha)</b> | <b>Áreas colhidas (ha)</b> | <b>Quantidade produzida em toneladas</b> | <b>Rendimento médio (Kg/ha)</b> | <b>Valor da produção (Mil Reais)</b> |
|--|---|----------------------------|--|---------------------------------|--------------------------------------|
| Batata inglesa                           | 15                                      | 15                         | 375                                      | 25.000                          | 675                                  |
| Cebola                                   | 40                                      | 40                         | 680                                      | 17.000                          | 884                                  |
| Feijão (em grão)                         | 100                                     | 100                        | 240                                      | 2.400                           | 600                                  |
| Fumo (em folha)                          | 30                                      | 30                         | 66                                       | 2.200                           | 528                                  |
| Melancia                                 | 10                                      | 10                         | 300                                      | 30.000                          | 225                                  |
| Milho (em grão)                          | 1.300                                   | 1.300                      | 9.360                                    | 7.200                           | 4.867                                |
| Soja (em grão)                           | 1.300                                   | 1.300                      | 4.680                                    | 3.600                           | 5.616                                |
| Tomate                                   | 10                                      | 10                         | 600                                      | 60.000                          | 1.200                                |
| Trigo (em grão)                          | 45                                      | 45                         | 90                                       | 2.000                           | 54                                   |

Fonte: adaptado de (IBGE, 2019a).

Em termos de silvicultura, no ano de 2019 o cultivo de Eucalipto e Pinus ocorreram em uma área de 9.450 ha. Foram produzidos 691.000 m<sup>3</sup> de lenha e madeira e tora, resultando em um valor de produção de R\$ 35,81 milhões (IBGE, 2019b). Por fim, em relação à pecuária, recebe destaque as criações de carpa, truta, gado leiteiro, galináceos, abelha para produção de mel, ovinos e suínos (IBGE, 2019c).

#### 2.1.4 Diagnóstico socioambiental

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico, Bocaina do Sul localiza-se na Mesorregião Serrana e na Microrregião Geográfica dos Campos de Lages, a uma altitude de 860 m, e pertence a Associação dos Municípios da Região Serrana (AMURES). Seu clima é definido segundo Koeppen, como mesotérmico úmido, com verão seco e temperatura média de 15,6° C. O município faz parte da formação Serra Geral, o qual possui derrames constituídos por basaltos e basalto-andesitos, formado por rochas básicas, até rochas com alto teor de sílica e baixos teores de ferro e magnésio. A cobertura vegetal é caracterizada por Floresta Ombrófila Mista ou Floresta de Araucária e vegetação de Campos ou Savana. A economia é baseada na agropecuária com destaque para culturas de fumo, milho, feijão e soja. Na pecuária destaca-se o gado de corte, com rebanho total de 9.000 cabeças em 422 propriedades (BOCAINA DO SUL, 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 Bocaina do Sul ao longo do tempo. Com base nos dados da Tabela 3, 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 3 - Evolução da população de Bocaina do Sul entre os anos de 1996 e 2020.

| Ano  | População (hab.) |       |       |
|------|------------------|-------|-------|
|      | Urbana           | Rural | Total |
| 1996 | 406              | 2.510 | 2.916 |
| 2000 | 415              | 2.565 | 2.980 |
| 2007 | 896              | 2.151 | 3.047 |
| 2010 | 967              | 2.323 | 3.290 |
| 2020 | 1.025            | 2.463 | 3.488 |

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 Bocaina do Sul são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Projeção da população urbana de Bocaina do Sul para o período de 2021-2042, utilizando vários modelos.

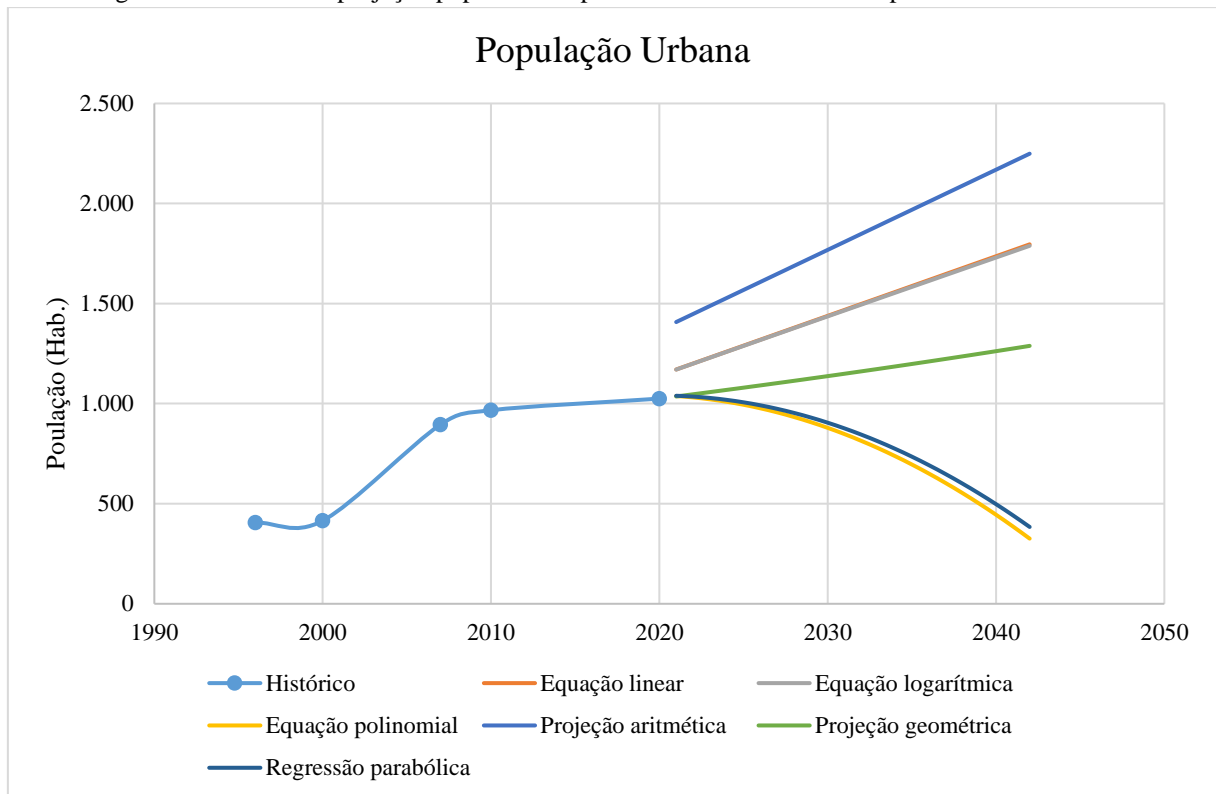
| <b>Ano</b>  | <b>Equação Linear</b> | <b>Equação Logarítmica</b> | <b>Equação Polinomial</b> | <b>Projeção Aritmética</b> | <b>Projeção Geométrica</b> | <b>Regressão Parabólica</b> |
|-------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>2021</b> | 1.171                 | 1.170                      | 1.038                     | 1.408                      | 1.036                      | 1.039                       |
| <b>2022</b> | 1.200                 | 1.200                      | 1.031                     | 1.448                      | 1.047                      | 1.035                       |
| <b>2023</b> | 1.230                 | 1.229                      | 1.022                     | 1.488                      | 1.058                      | 1.028                       |
| <b>2024</b> | 1.260                 | 1.259                      | 1.009                     | 1.528                      | 1.069                      | 1.019                       |
| <b>2025</b> | 1.290                 | 1.288                      | 995                       | 1.568                      | 1.080                      | 1.007                       |
| <b>2026</b> | 1.320                 | 1.318                      | 977                       | 1.608                      | 1.091                      | 992                         |
| <b>2027</b> | 1.349                 | 1.348                      | 956                       | 1.648                      | 1.103                      | 974                         |
| <b>2028</b> | 1.379                 | 1.377                      | 933                       | 1.688                      | 1.114                      | 954                         |
| <b>2029</b> | 1.409                 | 1.407                      | 908                       | 1.728                      | 1.126                      | 931                         |
| <b>2030</b> | 1.439                 | 1.436                      | 879                       | 1.768                      | 1.138                      | 905                         |
| <b>2031</b> | 1.468                 | 1.466                      | 848                       | 1.808                      | 1.149                      | 876                         |
| <b>2032</b> | 1.498                 | 1.495                      | 814                       | 1.848                      | 1.161                      | 845                         |
| <b>2033</b> | 1.528                 | 1.524                      | 777                       | 1.888                      | 1.174                      | 811                         |
| <b>2034</b> | 1.558                 | 1.554                      | 738                       | 1.929                      | 1.186                      | 775                         |
| <b>2035</b> | 1.588                 | 1.583                      | 696                       | 1.969                      | 1.198                      | 735                         |
| <b>2036</b> | 1.617                 | 1.613                      | 651                       | 2.009                      | 1.211                      | 693                         |
| <b>2037</b> | 1.647                 | 1.642                      | 604                       | 2.049                      | 1.223                      | 648                         |
| <b>2038</b> | 1.677                 | 1.671                      | 554                       | 2.089                      | 1.236                      | 601                         |
| <b>2039</b> | 1.707                 | 1.701                      | 501                       | 2.129                      | 1.249                      | 551                         |
| <b>2040</b> | 1.736                 | 1.730                      | 445                       | 2.169                      | 1.262                      | 498                         |
| <b>2041</b> | 1.766                 | 1.759                      | 387                       | 2.209                      | 1.275                      | 442                         |
| <b>2042</b> | 1.796                 | 1.789                      | 236                       | 2.249                      | 1.289                      | 384                         |

Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Os valores obtidos foram utilizados para a construção de curvas de projeção populacional (Figura 4), incluindo os dados do IBGE entre 1996 e 2020 e os valores estimados pelos diversos modelos matemáticos.



Figura 4 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de Bocaina do Sul.



Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Desta forma, é possível observar que o modelo de progressão geométrica é o que melhor representa a tendência à evolução da população que vem ocorrendo a partir de 2010. Desta forma, a projeção populacional estimada pela projeção geométrica foi definida para representar a evolução populacional do município de Bocaina do Sul entre 2021 e 2042 (Tabela 5).

Em que pese a área rural, os modelos matemáticos aplicados não geraram dados representativos da evolução populacional, resultando em estimativas muito acima da tendência ou mesmo redução da população. Neste sentido, os dados do IBGE indicam uma tendência de estagnação quando se observam os dados entre 1996 e 2020 (Tabela 3). Assim, os autores decidiram fixar a população rural ao longo do horizonte do plano, resultando em uma população de referência igual a 2.463 habitantes entre 2021 e 2042. Em resumo, foi definido uma população de final de plano igual a 3.752 habitantes, sendo 1.289 na área urbana do município e 2.463 na área rural. A Tabela 5 resume a projeção da população total do município de Bocaina do Sul e as populações urbana e rural.

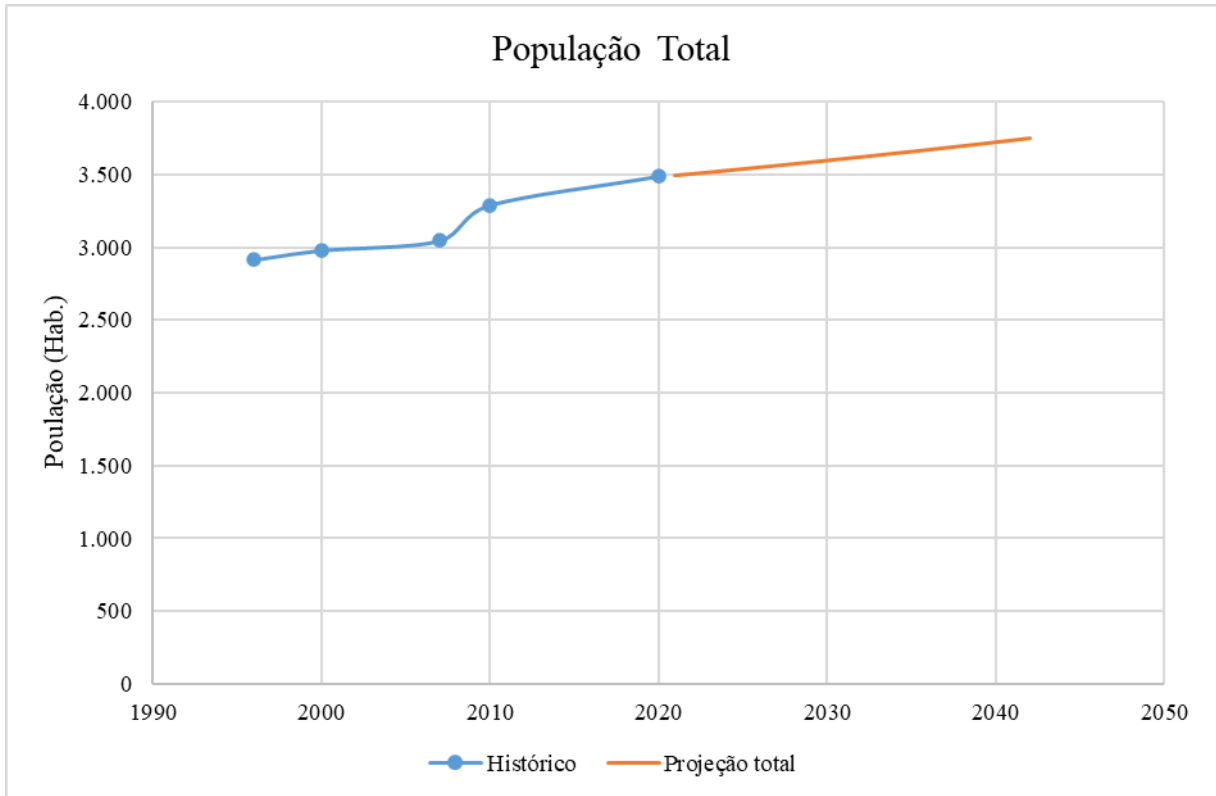
Tabela 5 - Projeção da população no município de Bocaina do Sul.

| <b>Ano</b> | <b>Projeção Urbana</b> | <b>Projeção Rural</b> | <b>Projeção População Total</b> |
|------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 2021       | 1.036                  | 2.463                 | 3.499                           |
| 2022       | 1.047                  | 2.463                 | 3.510                           |
| 2023       | 1.058                  | 2.463                 | 3.520                           |
| 2024       | 1.069                  | 2.463                 | 3.532                           |
| 2025       | 1.080                  | 2.463                 | 3.543                           |
| 2026       | 1.091                  | 2.463                 | 3.554                           |
| 2027       | 1.103                  | 2.463                 | 3.565                           |
| 2028       | 1.114                  | 2.463                 | 3.577                           |
| 2029       | 1.126                  | 2.463                 | 3.589                           |
| 2030       | 1.138                  | 2.463                 | 3.600                           |
| 2031       | 1.149                  | 2.463                 | 3.612                           |
| 2032       | 1.161                  | 2.463                 | 3.624                           |
| 2033       | 1.174                  | 2.463                 | 3.636                           |
| 2034       | 1.186                  | 2.463                 | 3.649                           |
| 2035       | 1.198                  | 2.463                 | 3.661                           |
| 2036       | 1.211                  | 2.463                 | 3.674                           |
| 2037       | 1.223                  | 2.463                 | 3.686                           |
| 2038       | 1.236                  | 2.463                 | 3.699                           |
| 2039       | 1.249                  | 2.463                 | 3.712                           |
| 2040       | 1.262                  | 2.463                 | 3.725                           |
| 2041       | 1.275                  | 2.463                 | 3.738                           |
| 2042       | 1.289                  | 2.463                 | 3.752                           |

Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

A Figura 5 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. Assim, esses dados populacionais foram considerados para a realização do plano de ação a ser apresentado na sequência do relatório.

Figura 5- Dados da população total de Bocaina do Sul entre 1996 e 2020 e evolução populacional entre 2021 e 2042.



Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

## 4 Cenário atual do saneamento básico

### 4.1 Sistema de abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água (SAA) do município de Bocaina do Sul é operado e administrado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). Com base nas informações atualizadas obtidas, após consulta à CASAN, em 2021 o sistema abasteceu 100% da área urbana (IN023), totalizando uma população de 1.226 pessoas, por meio de 503 ligações, em uma rede de abastecimento com extensão de 8.316 m. O consumo per capita informado para o mês de fevereiro de 2021 foi igual a 146,19 L/hab.dia (IN022). Todas as ligações são micro medidas (AG004) e a perda de água na distribuição (IN049) em fevereiro de 2021 foi de 12,47% (CASAN, 2021). Esse valor demonstra que as melhorias implementadas pela companhia em 2020, resultaram em uma diminuição deste índice, visto que os dados informados no SNIS apontavam para uma perda de água na distribuição de 36,24% em 2019 (SNIS, 2019). Este valor já representava um aumento em relação aos valores observados nos três anos anteriores

que foram 8,7% em 2016, 18,13% em 2017 e 17,39% em 2018 (SNIS, 2019).

Em que pese o sistema de tratamento de água, os dados fornecidos pela Casan indicaram que os mananciais utilizados para o abastecimento de águas consistem no Córrego Assink com vazão de 2,20 L/s e um poço profundo com vazão de 2,50 L/s, totalizando 4,70 L/s. O tratamento da água captada superficialmente consiste em um sistema convencional formado por coagulação, floculação, decantação, filtração rápida, desinfecção e fluoretação. A ETA é do tipo compacta e fabricada em metal. Para o manancial subterrâneo, o tratamento consiste na desinfecção e fluoretação. Existe ainda um reservatório com capacidade de 50 m<sup>3</sup> no sistema de abastecimento de água, o qual possui previsão para ser ampliado para 90 m<sup>3</sup> (CASAN, 2021). A Figura 6 apresenta a localização geográfica da Estação de Tratamento de água (ETA) de Bocaina do Sul.

Figura 6 - Estação de tratamento de água de Bocaina do Sul (circulada em vermelho).



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

## 4.2 Esgotamento sanitário

O município de Bocaina do Sul não possui rede coletora de esgotos e estação de tratamento de efluentes. A seguir, no capítulo 6, será apresentado o diagnóstico dos sistemas individuais de tratamento.

## 4.3 Drenagem e manejo de águas pluviais

O município de Bocaina do Sul possui um sistema de drenagem urbana composto por drenagem superficial e subterrânea que são captados por bocas de lobo e caixas com grelhas na sarjeta (BOCAINA DO SUL, 2011). A água é captada pela macrodrenagem do município é encaminhada no sentido Rancho Sanga do Lagoão, afluente do Rio Bonito. Não possui sistema de amortecimento ou detenção da vazão de águas pluviais, possuindo apenas bueiros e pontes. (BOCAINA DO SUL, 2011). No ano de 2011, o município contava com aproximadamente 5.625 metros de vias urbanas, sendo 3.375 metros pavimentados (BOCAINA DO SUL, 2011). Em 2019 a taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município (IN020) declarada foi de 53,6% e a taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana (IN021) foi de 36,1% (SNIS, 2019). Foi informado ainda que 1% dos municípios estavam sujeitos a risco de inundação na área urbana (IN040) no ano de 2019 (SNIS, 2019).

## 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 Bocaina do Sul foi considerada a população estimada em 1.289 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

$$Q_{med} = 1.289 \text{ hab} \times \frac{120 \text{ L}}{\text{hab.d}} \times 0,8 = 123.744 \frac{\text{L}}{\text{d}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1.000 \text{ L}} = 123,74 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 123,74 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,2 = 148,48 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 123,74 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,5 = 185,61 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 123,74 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 0,5 = 61,87 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 123,74 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,5 \times 1,2 = 222,73 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

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

Tabela 6 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área urbana de Bocaina do Sul.

| Ano  | Projeção Urbana | Q esgoto (m³/d) | Q máx diária (m³/d) | Q máx horária (m³/d) | Q mín horária (m³/d) | Q máx final de projeto (m³/d) |
|------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| 2021 | 1.036           | 99,45           | 119,34              | 149,17               | 49,72                | 179,01                        |
| 2022 | 1.047           | 100,49          | 120,58              | 150,73               | 50,24                | 180,88                        |
| 2023 | 1.058           | 101,54          | 121,84              | 152,31               | 50,77                | 182,77                        |
| 2024 | 1.069           | 102,60          | 123,12              | 153,90               | 51,30                | 184,68                        |
| 2025 | 1.080           | 103,67          | 124,41              | 155,51               | 51,84                | 186,61                        |
| 2026 | 1.091           | 104,75          | 125,71              | 157,13               | 52,38                | 188,56                        |
| 2027 | 1.103           | 105,85          | 127,02              | 158,77               | 52,92                | 190,53                        |
| 2028 | 1.114           | 106,96          | 128,35              | 160,43               | 53,48                | 192,52                        |
| 2029 | 1.126           | 108,07          | 129,69              | 162,11               | 54,04                | 194,53                        |
| 2030 | 1.138           | 109,20          | 131,04              | 163,80               | 54,60                | 196,57                        |
| 2031 | 1.149           | 110,34          | 132,41              | 165,52               | 55,17                | 198,62                        |
| 2032 | 1.161           | 111,50          | 133,80              | 167,25               | 55,75                | 200,70                        |
| 2033 | 1.174           | 112,66          | 135,20              | 168,99               | 56,33                | 202,79                        |
| 2034 | 1.186           | 113,84          | 136,61              | 170,76               | 56,92                | 204,91                        |

| Ano  | Projeção Urbana | Q esgoto (m <sup>3</sup> /d) | Q máx diária (m <sup>3</sup> /d) | Q máx horária (m <sup>3</sup> /d) | Q mín horária (m <sup>3</sup> /d) | Q máx final de projeto (m <sup>3</sup> /d) |
|------|-----------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| 2035 | 1.198           | 115,03                       | 138,04                           | 172,55                            | 57,52                             | 207,06                                     |
| 2036 | 1.211           | 116,23                       | 139,48                           | 174,35                            | 58,12                             | 209,22                                     |
| 2037 | 1.223           | 117,45                       | 140,94                           | 176,17                            | 58,72                             | 211,41                                     |
| 2038 | 1.236           | 118,68                       | 142,41                           | 178,01                            | 59,34                             | 213,62                                     |
| 2039 | 1.249           | 119,92                       | 143,90                           | 179,87                            | 59,96                             | 215,85                                     |
| 2040 | 1.262           | 121,17                       | 145,40                           | 181,75                            | 60,58                             | 218,10                                     |
| 2041 | 1.275           | 122,44                       | 146,92                           | 183,65                            | 61,22                             | 220,38                                     |
| 2042 | 1.289           | 123,72                       | 148,46                           | 185,57                            | 61,86                             | 222,69                                     |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

## 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 Bocaina do Sul. Nesse estudo foram avaliados apenas sistemas individuais. Os sistemas coletivos não foram analisados, pois o volume de lodo gerado apresenta variação de acordo com o sistema de tratamento utilizado. Os dados da projeção de produção de lodo são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Bocaina do Sul

| Ano  | Produção de lodo    |                       |                       |
|------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|      | (m <sup>3</sup> /d) | (m <sup>3</sup> /mês) | (m <sup>3</sup> /ano) |
| 2021 | 0,27                | 8,11                  | 97,38                 |
| 2022 | 0,27                | 8,20                  | 98,39                 |
| 2023 | 0,27                | 8,29                  | 99,42                 |
| 2024 | 0,28                | 8,37                  | 100,46                |
| 2025 | 0,28                | 8,46                  | 101,51                |
| 2026 | 0,28                | 8,55                  | 102,57                |
| 2027 | 0,28                | 8,64                  | 103,64                |
| 2028 | 0,29                | 8,73                  | 104,73                |

| Ano  | Produção de lodo    |                       |                       |
|------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|      | (m <sup>3</sup> /d) | (m <sup>3</sup> /mês) | (m <sup>3</sup> /ano) |
| 2029 | 0,29                | 8,82                  | 105,82                |
| 2030 | 0,29                | 8,91                  | 106,93                |
| 2031 | 0,30                | 9,00                  | 108,05                |
| 2032 | 0,30                | 9,10                  | 109,18                |
| 2033 | 0,30                | 9,19                  | 110,32                |
| 2034 | 0,31                | 9,29                  | 111,47                |
| 2035 | 0,31                | 9,39                  | 112,63                |
| 2036 | 0,31                | 9,48                  | 113,81                |
| 2037 | 0,32                | 9,58                  | 115,00                |
| 2038 | 0,32                | 9,68                  | 116,20                |
| 2039 | 0,32                | 9,78                  | 117,42                |
| 2040 | 0,33                | 9,89                  | 118,64                |
| 2041 | 0,33                | 9,99                  | 119,88                |
| 2042 | 0,33                | 10,09                 | 121,14                |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

### 5.3 Esgoto na área rural

A população da área rural foi definida como 2.463 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

$$Q_{med} = 2463 \text{ hab} \times \frac{120L}{\text{hab.d}} \times 0,8 = 236,44 \frac{L}{d} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 236,44 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 236,44 \frac{m^3}{d} \times 1,2 = 283,72 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 236,44 \frac{m^3}{d} \times 1,5 = 354,66 \frac{m^3}{d}$$



Vazão mínima horária

$$Q = 236,44 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 118,22 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 236,44 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 425,59 \frac{m^3}{d}$$

No que pese a projeção da população rural do município de Bocaina do Sul foi considerada uma população fixa, conforme apresentado no estudo populacional. Dessa forma, os dados de projeção de esgoto para a área rural são resumidos na Tabela 8.

Tabela 8 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área rural de Bocaina do Sul.

| Ano  | Projeção Rural | Q esgoto (m <sup>3</sup> /d) | Q máx diária (m <sup>3</sup> /d) | Q máx horária (m <sup>3</sup> /d) | Q mín horária (m <sup>3</sup> /d) | Q máx final de projeto (m <sup>3</sup> /d) |
|------|----------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| 2021 | 2.463          | 236,45                       | 283,74                           | 354,67                            | 118,22                            | 425,61                                     |
| 2042 | 2.463          | 236,45                       | 283,74                           | 354,67                            | 118,22                            | 425,61                                     |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

#### 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 Bocaina do Sul, sendo os dados resumidos na Tabela 9.

Tabela 9 - Projeção de produção de lodo na área rural de Bocaina do Sul.

| Ano  | Produção de lodo    |                       |                       |
|------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|      | (m <sup>3</sup> /d) | (m <sup>3</sup> /mês) | (m <sup>3</sup> /ano) |
| 2021 | 0,63                | 19,29                 | 231,52                |
| 2042 | 0,63                | 19,29                 | 231,52                |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

## 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 Bocaina do Sul (Anexo A). Essas informações foram gentilmente apresentadas pelo Engenheiro Cível da prefeitura, sr. Thiago Rocha Karnopp. Entre os aspectos avaliados, foi identificado que não há legislação que estabeleça os procedimentos para instalação de projetos hidrossanitário de acordo com as NBR 13969/97 e 7229/93. Além disso, também não há fiscalização da execução e operação dos sistemas de esgotos e não existe emissão de habite-se sanitário. Por outro lado, o município emite alvará de construção e é realizada a análise de projeto de conjunto fossa e filtro, ou fossa, filtro e sumidouro nos locais onde não há drenagem pluvial. Assim, existe fiscalização do projeto do sistema de esgoto de forma parcial, apenas para a aprovação de novos loteamentos, no que compete à própria prefeitura. Por fim, não existe sistema de limpeza dos sistemas individuais de tratamento. Entretanto, informalmente, sabe-se que alguns particulares contratam serviços de caminhão de esgotamento para limpeza de fossa e filtro.

### 6.2 Sistemas individuais na área urbana

#### 6.2.1 Metodologia de aplicação dos questionários

O diagnóstico dos sistemas individuais foi realizado ao longo dos meses de março e abril de 2021, 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 Bocaina do Sul.

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 137 localidades, sendo 128 residências, 3 estabelecimentos comerciais, 22 propriedades mistas (residência e comércio na mesma edificação) e 1 edificação pública (creche), correspondendo a uma amostragem das residências pertencentes ao município. Observa-se que em alguns questionários foi assinalado pelo entrevistador,

simultaneamente, a caracterização da edificação como residência e propriedade mista.

O questionário foi aplicado por 3 Agentes Comunitárias de Saúde (ACS) do município de Bocaina do Sul. As agentes receberam treinamento no dia 18 de fevereiro pelo professor Everton Skoronski, por uma aluna do curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária (CAV/UEDESC) e uma aluna do curso de mestrado em Ciências Ambientais (CAV/UEDESC) (Figura 7) (AMURES, 2021).

Figura 7 – Equipe responsável pelo treinamento das Agentes Comunitárias de Saúde.



Fonte: (AMURES, 2021).

O documento utilizado para o treinamento encontra-se disponível no Anexo C. Além disto, as agentes apresentaram dificuldade em compreender e utilizar o aplicativo para a obtenção das coordenadas de cada edificação. Desta forma, em comum acordo com a equipe técnica da ARIS, essa informação não foi registrada pelas ACS. Foi realizada uma tentativa para a disponibilização de chip de celular para a alimentação da plataforma Sisaris. No entanto, o rápido consumo de dados, a localização de algumas edificações e as dificuldades das ACS em utilizar o dispositivo móvel para inserção dos dados, tornou inviável essa opção. Desta forma, foi disponibilizado um formulário (Anexo D) para a obtenção dos dados em um documento físico e posterior inserção na plataforma Sisaris. Desta forma, os bairros entrevistados para a obtenção dos dados são apresentados no Quadro 1.

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

| Bairros                 | Porcentagem    |
|-------------------------|----------------|
| Centro                  | 63,24%         |
| Nossa Senhora Aparecida | 26,47%         |
| Areião                  | 2,21%          |
| Não informado           | 8,09%          |
| <b>Total</b>            | <b>100,00%</b> |

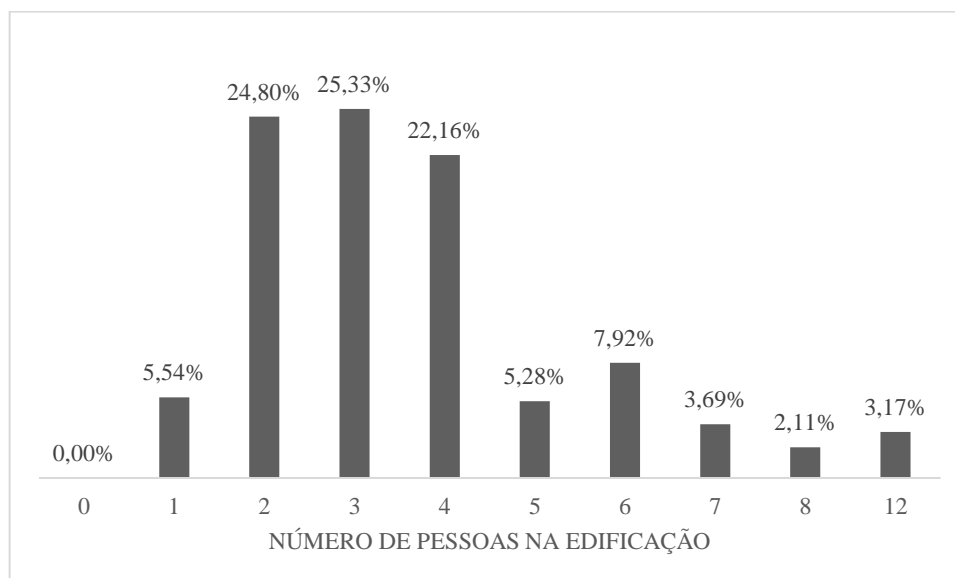
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

### 6.3 Resultados

#### 6.3.1 Característica das edificações

Os entrevistados foram questionados sobre o número de pessoas que residem na propriedade ou estabelecimento comercial (Figura 8) e o número máximo de pessoas que pode eventualmente frequentar o local (Figura 9). Os dados mostraram que a presença até 6 pessoas são os resultados mais frequentes, representando 91,03% das respostas. A menor parte dos dados foi associada a residências ou estabelecimentos que são frequentadas por mais de 6 pessoas.

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

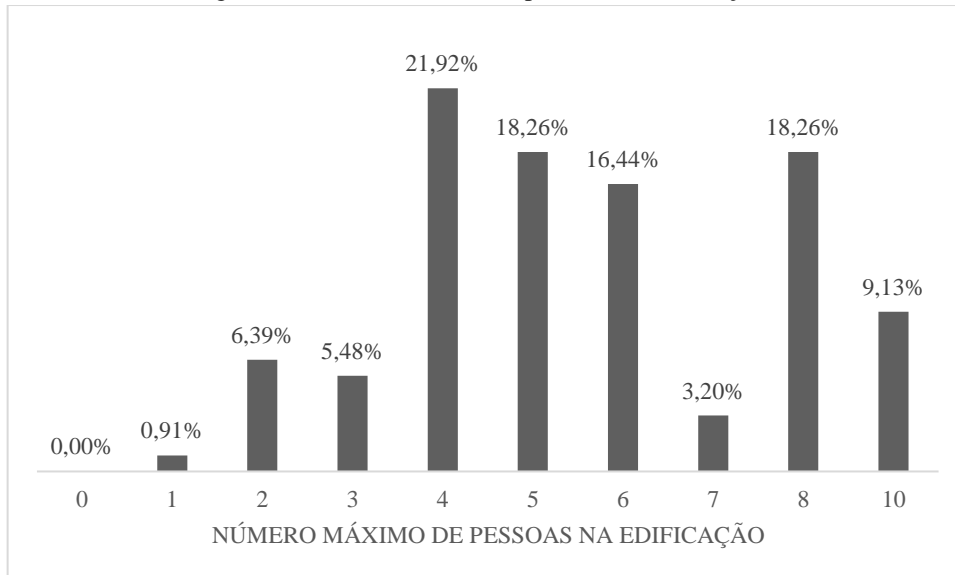


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com relação ao número máximo de pessoas na residência, a maior parte das respostas

indicou a presença entre 4 e 10 pessoas na residência ou estabelecimento, correspondendo a 87,21%. Esse número está relacionado ao recebimento de visitas e reuniões em residências ou lotações máximas nos estabelecimentos entrevistados.

Figura 9 - Número máximo de pessoas nas edificações.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

### 6.3.2 Características dos sistemas de tratamento

#### 6.3.2.1 Concepção dos sistemas

O município de Bocaina do Sul 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, 2,19% dos moradores responderam que o sistema de tratamento não é individual (Figura 10). Nesse caso, são utilizados sistemas associados com outras residências próximas, o que foi interpretado como sistemas coletivos. A maioria dos entrevistados, 97,81% dos, apontaram a utilização do sistema individual.

Figura 10 - Distribuição das propriedades entre sistemas coletivos e individuais.

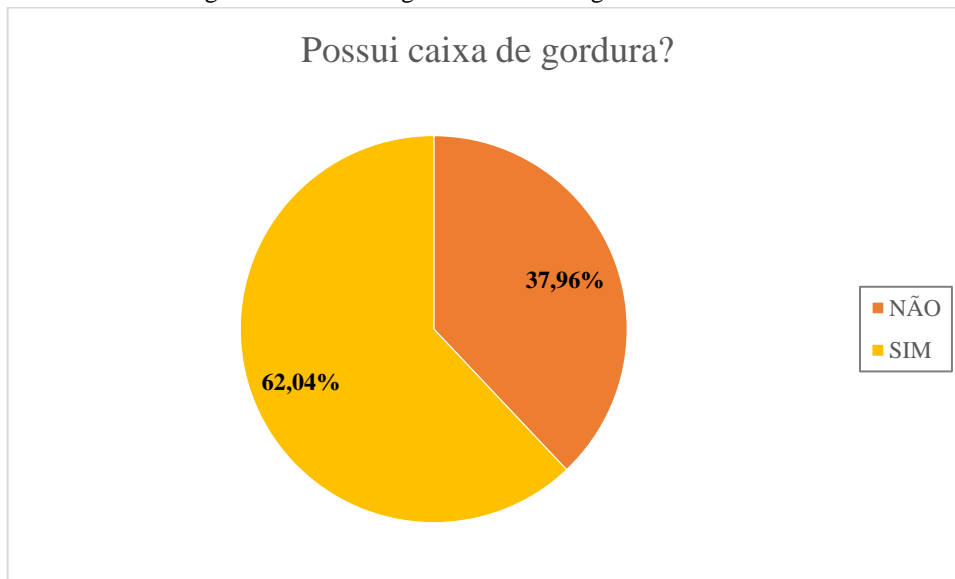


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

#### 6.3.2.2 Caixa de gordura

Com relação às caixas de gordura, 37,96% dos munícipes afirmaram não possuir este dispositivo na residência (Figura 11). Cerca de 62 % dos munícipes afirmaram possuir caixa de gordura instalada. No entanto, devido à ausência de fiscalização, esses dispositivos podem estar funcionando de forma precária. Neste caso, mesmo existindo eventual presença do dispositivo, ele não será eficiente por necessitar manutenção periódica para remoção do excesso de óleos e gorduras (limpeza da caixa de gordura).

Figura 11 - Porcentagem de caixas de gordura instaladas.



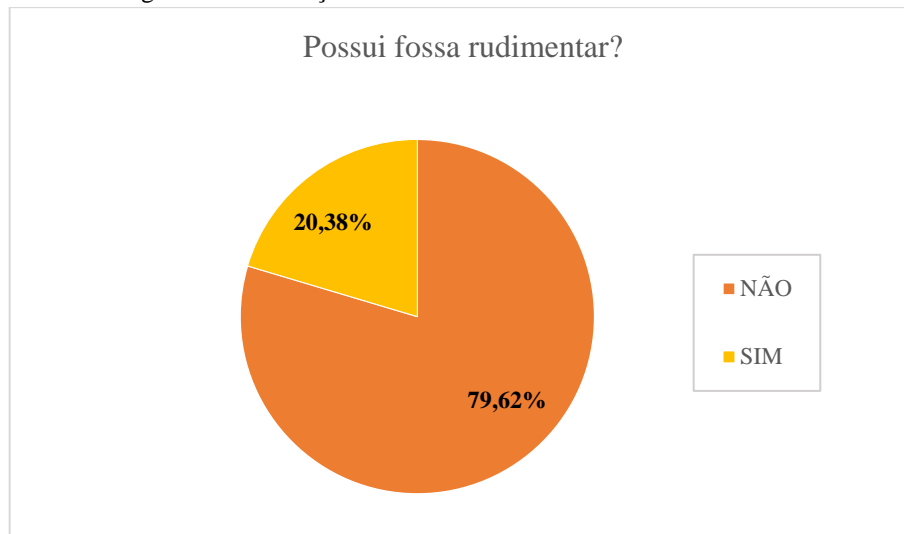
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

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 Bocaina do Sul, 44,53% dos locais entrevistados apontaram a presença de fossa rudimentar (Figura 12). Em torno de 55% afirmaram não possuir esse sistema de tratamento.

Figura 12 - Presença ou não de fossa rudimentar nas residências.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

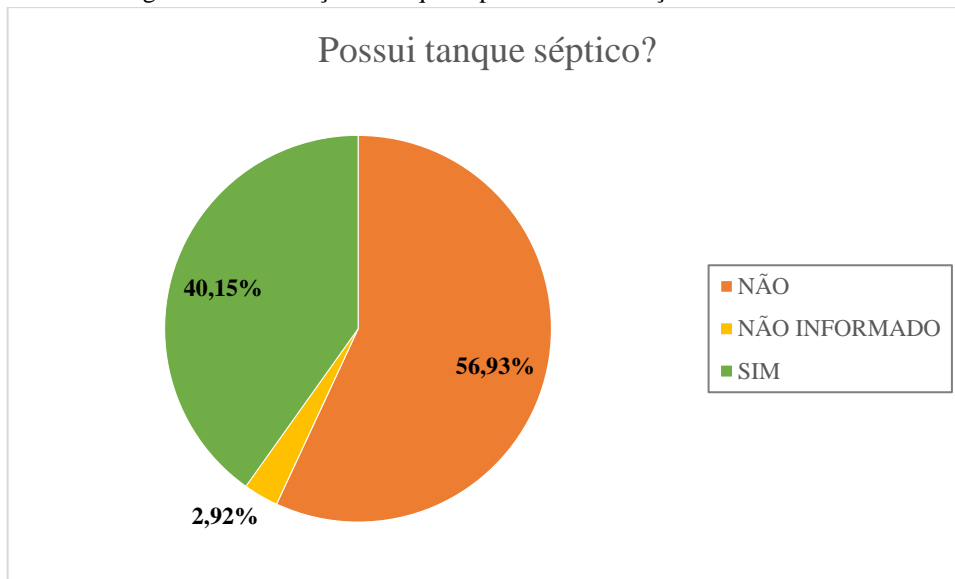
Segundo o manual do saneamento básico do Instituto Trata Brasil, a fossa rudimentar consiste em uma escavação no solo, sem revestimento, onde o esgoto é aplicado, sendo uma fração decomposta na base e o restante dos contaminantes transportado pela água via infiltração (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012). 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. Pouco mais de 40% das edificações visitadas indicaram a sua presença (Figura 13). 56,93% afirmaram não possuir. 2,92% dos entrevistados não souberam responder com certeza acerca da presença ou não deste dispositivo na sua edificação.



Figura 13 - Presença de tanque séptico nas edificações entrevistadas.

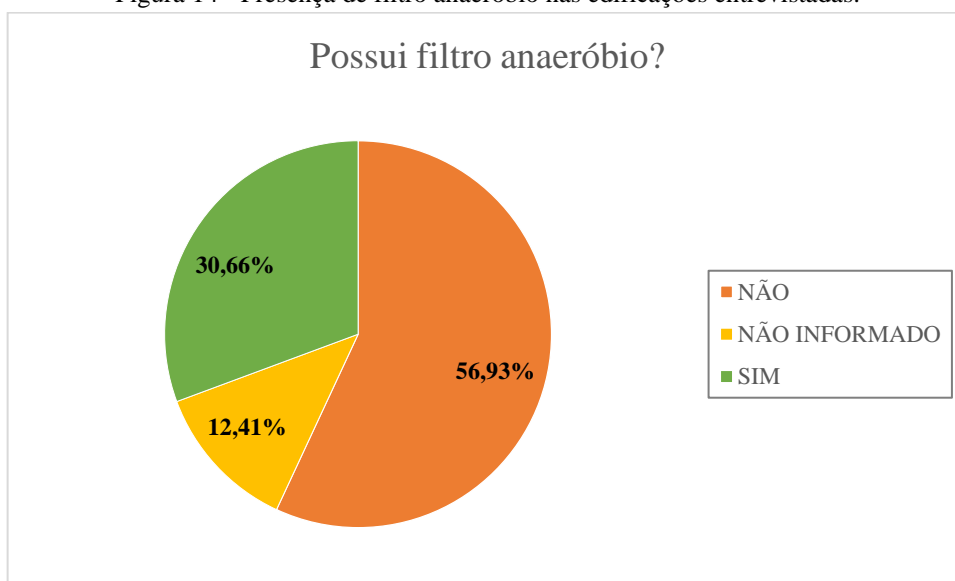


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

#### 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 30,66% afirmaram possuir este dispositivo instalado como unidade complementar de tratamento, associada ao tanque séptico (Figura 14) e 69,34% das propriedades não possuem ou não souberam informar sobre a sua presença.

Figura 14 - Presença de filtro anaeróbio nas edificações entrevistadas.



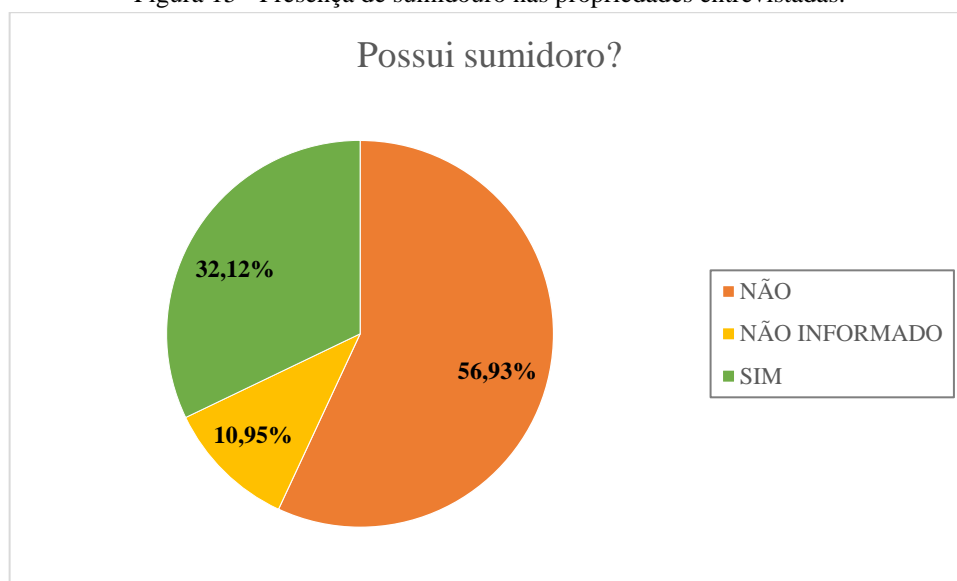
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

### 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 32,12% das propriedades entrevistadas (Figura 15).

Figura 15 - Presença de sumidouro nas propriedades entrevistadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

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.

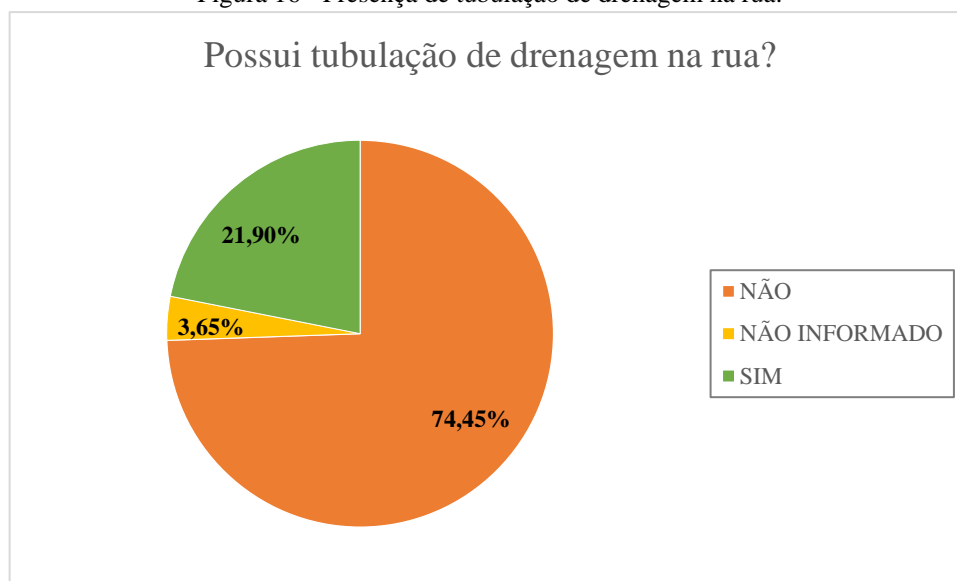
### 6.3.3.3 Tanque com clorador

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, 21,90% estão situadas em rua com tubulação de drenagem pluvial e 78,10% não possuem esta estrutura à disposição ou não souberam identificar a presença desta estrutura (Figura 16).

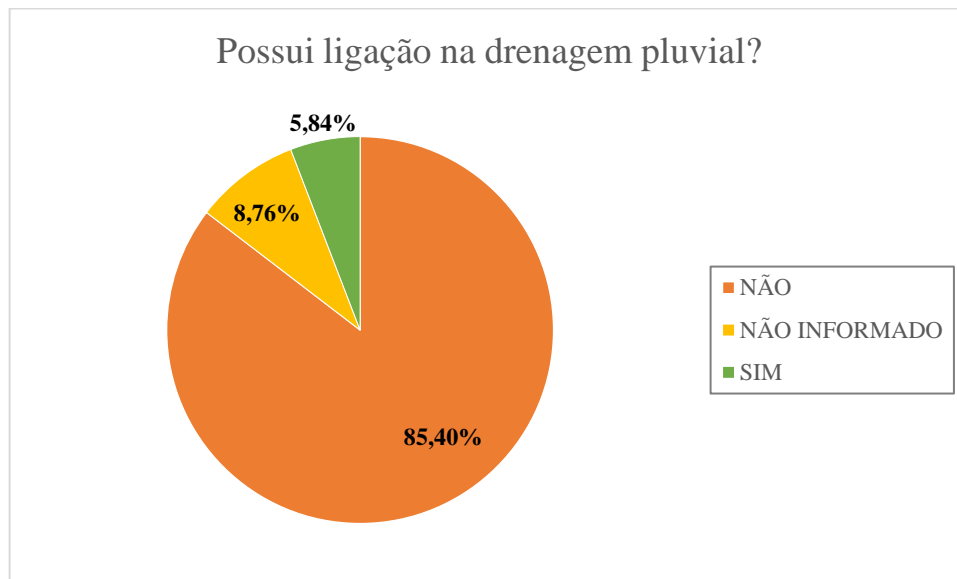
Figura 16 - Presença de tubulação de drenagem na rua.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Poucos entrevistados, 5,84%, informaram estarem ligados na rede de drenagem pluvial (Figura 17). 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.

Figura 17 - Porcentagem de entrevistados que afirmaram estarem ligados ou não à rede de drenagem pluvial.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A ampla maioria dos moradores respondeu que sua edificação não estava próxima a poços de água (136 em 137 questionários) e não estava próxima a rio ou açude (135 em 137 questionários).

#### 6.3.4 Idade dos sistemas

A idade dos sistemas de tratamento de esgotos também foi objeto de investigação. Como existem poucos sistemas instalados no município, considerou-se o tempo de construção da edificação como referência. Foi observado que 88,02% das propriedades têm menos de 20 anos de construção.

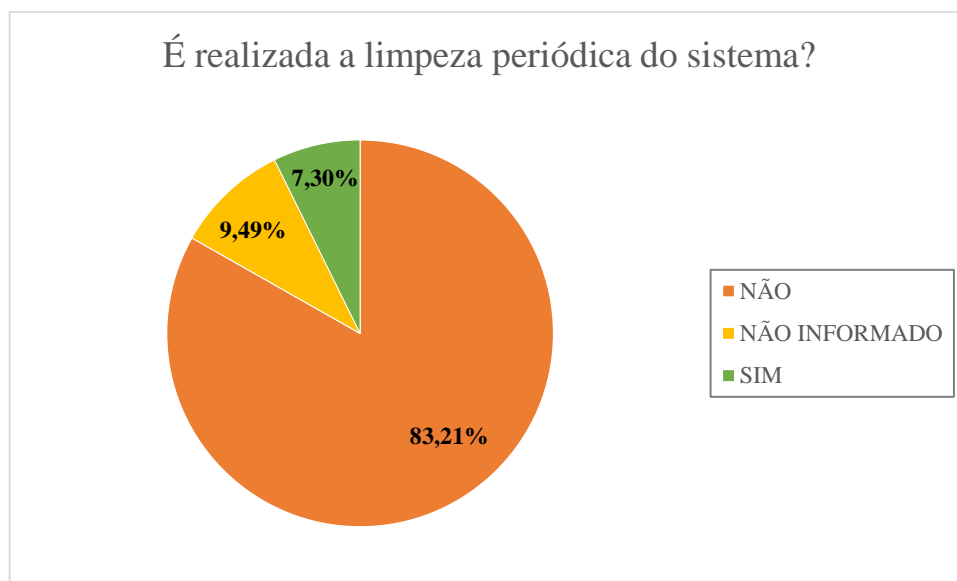
#### 6.3.5 Limpeza dos sistemas

O tempo para limpeza dos sistemas, tendo como base a NBR 7.229 (ABNT, 1993), é um parâmetro de projeto que varia entre 1 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, 7,30% informaram realizar a limpeza, enfatizando principalmente a

limpeza da caixa de gordura (Figura 18). Além disso, 9,49% não souberam informar por não ter informações mais detalhadas sobre o sistema. O restante, 83,21% informaram 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 necessário contratar o serviço disponível no município de Lages, situado a 42 Km de Bocaina do Sul.

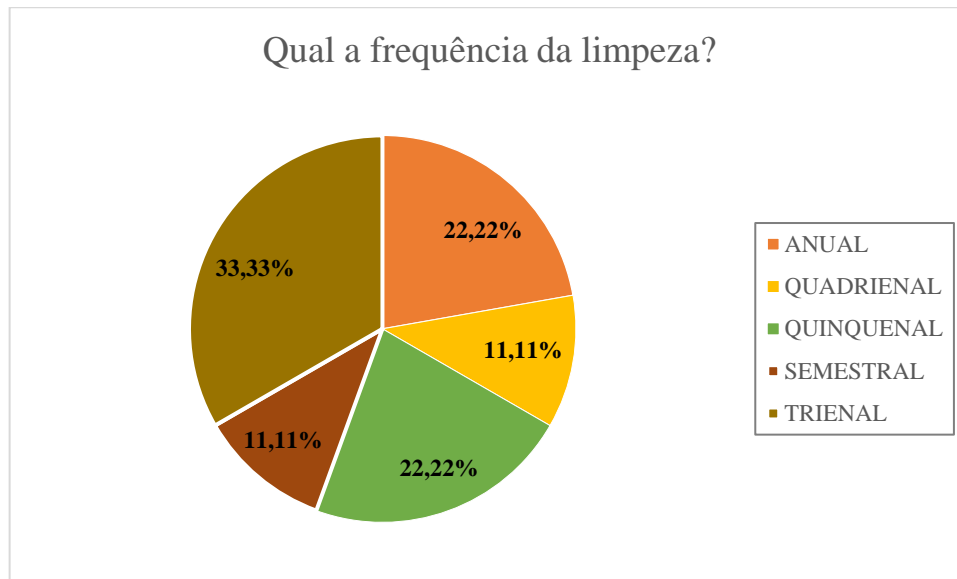
Figura 18 - Realização de limpeza nos sistemas de tratamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Entre os que realizam a limpeza, foram apresentadas respostas relacionadas à frequência de manutenção de forma semestral, anual, trienal, quadrienal ou quinquenal (Figura 19). Com relação ao ano da última limpeza, as respostas variaram desde 2011 (10 anos atrás) até o ano de 2020.

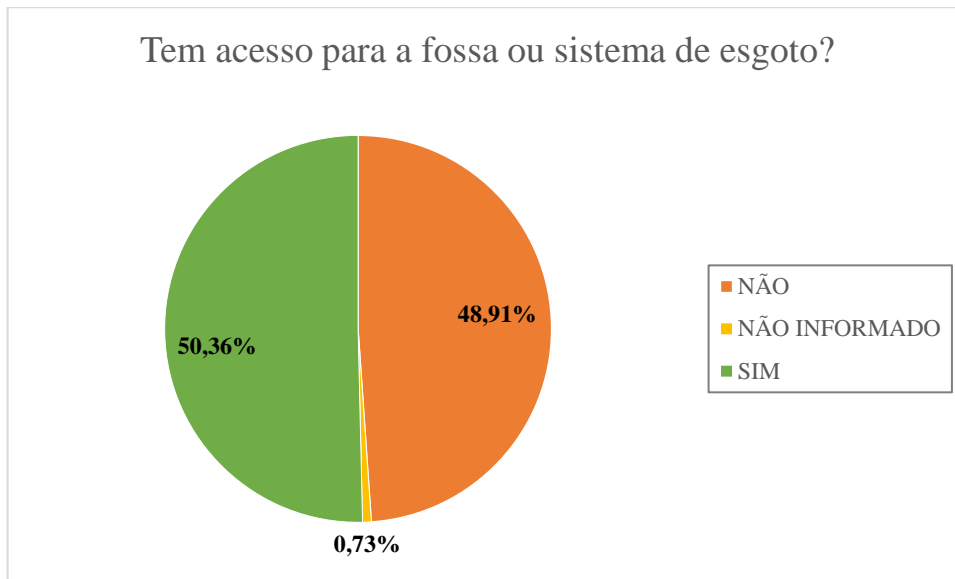
Figura 19 - Distribuição da frequência de limpeza dos sistemas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

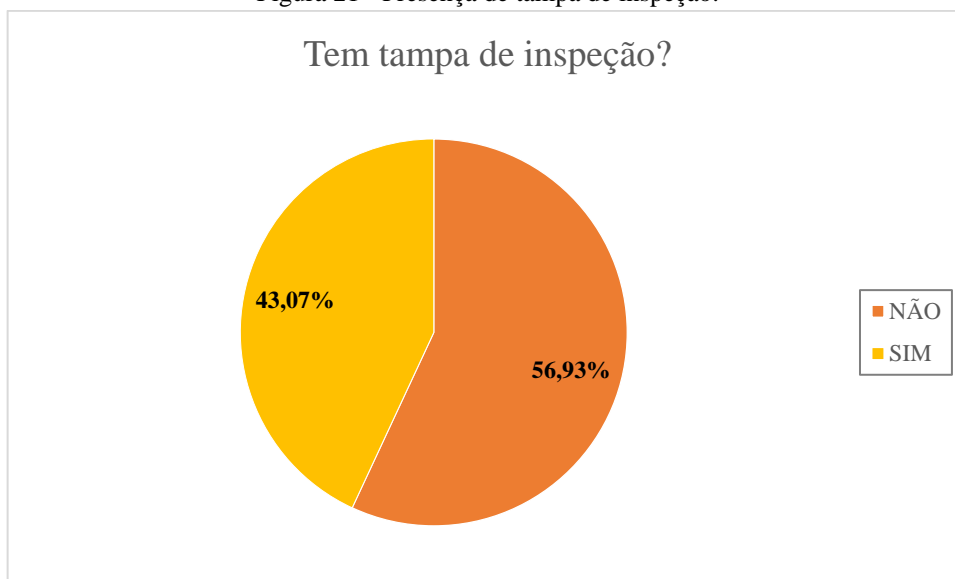
Para a manutenção dos sistemas (limpeza), é necessário que exista acesso ao mesmo para manobra de equipamentos de sucção do lodo. Além disso, deve existir uma tampa de acesso para remoção do excesso de sólidos. As Figuras 20 e 21 apresentam o cenário relacionado à disponibilidade de acesso ao sistema de esgoto e presença de tampa para limpeza, respectivamente. Observou-se que aproximadamente metade dos sistemas apresenta acesso ao sistema de tratamento (50,36%) e 43,07% possuem 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 20 - Acesso ao sistema de esgoto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

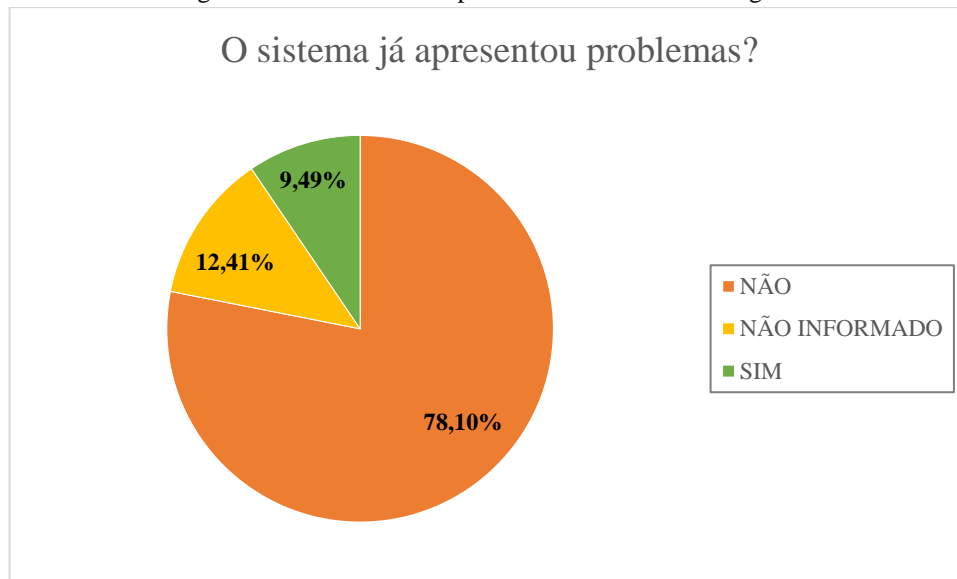
Figura 21 - Presença de tampa de inspeção.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Pouco mais de 78% dos entrevistados relataram não ter tido problemas com o sistema de esgotos (entupimento ou mau odor) conforme os dados da Figura 22.

Figura 22 - Ocorrência de problemas no sistema de esgoto.



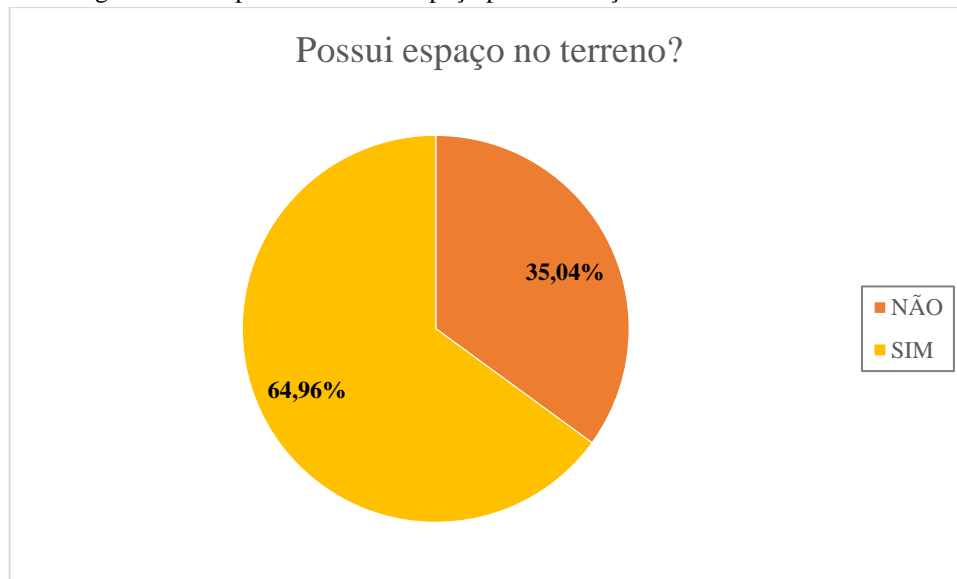
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

### 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 64,96% dos terrenos possui esse espaço e o restante pode ter a opção de sistemas coletivos entre algumas residências como alternativa (Figura 23).



Figura 23 - Disponibilidade de espaço para instalação de sistemas individuais.

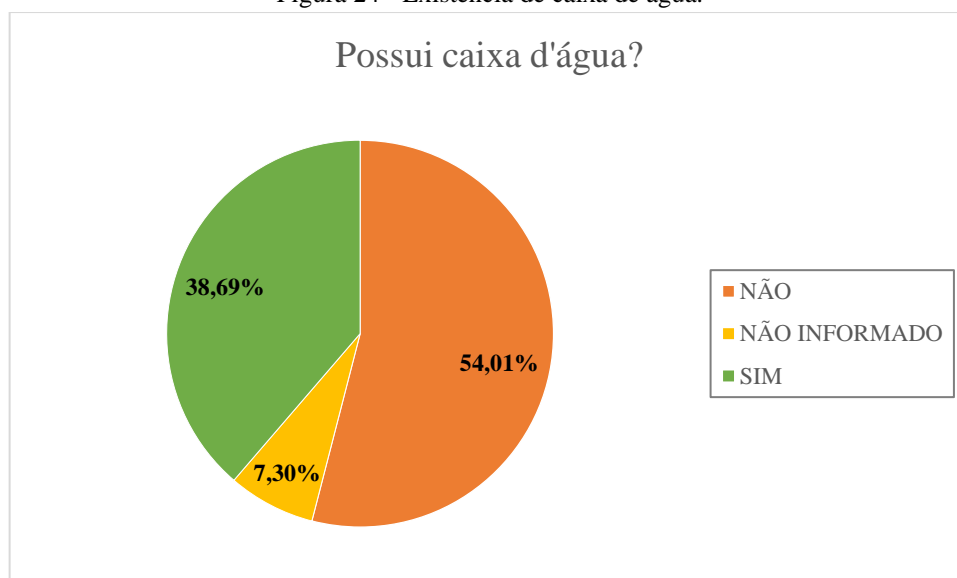


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

#### 6.4 Caixa de água

Durante as entrevistas, os moradores foram questionados sobre a presença de caixa de água nas propriedades. Apenas 38,69% afirmaram possuírem o sistema de reservação de água potável (Figura 24).

Figura 24 - Existência de caixa de água.

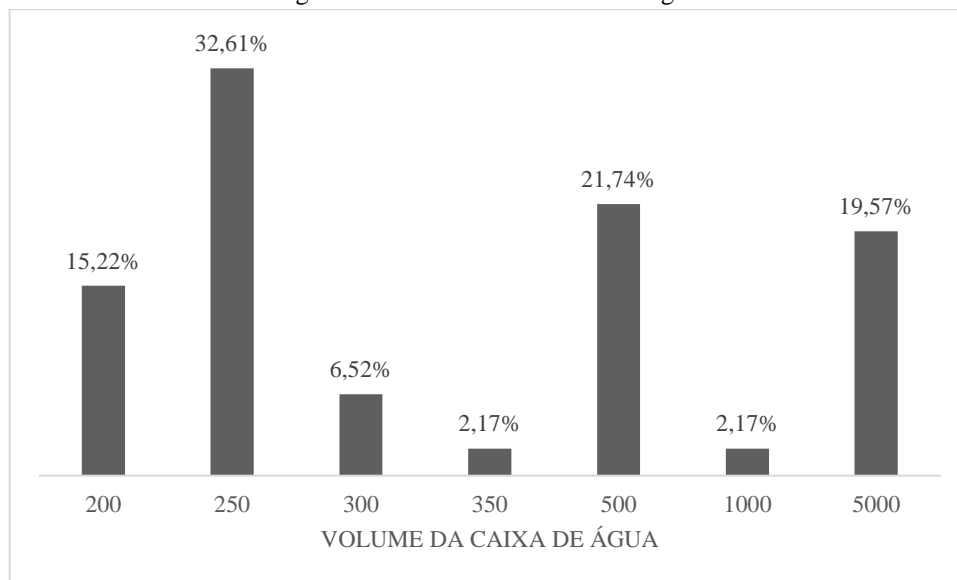


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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 25 que existem caixas menores instaladas nas residências, variando de 200 a 350 L, que responderam por 56,52% do total.

Figura 25 - Volumes das caixas de água.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

## 7 Legislação

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

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

- b) O Lançamento do Programa de Aceleração de Crescimento - PAC, em janeiro de 2007, com previsão de grandes investimentos em infraestrutura urbana;
- c) Resolução CONAMA N° 430/2011 - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. As condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários para o lançamento direto de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:
- pH entre 5 e 9;
  - Temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
  - Materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone *Inmhoff*. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
  - Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.
  - Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L; e
  - Ausência de materiais flutuantes.

## 8 Soluções para o tratamento de esgoto sanitário

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

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

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

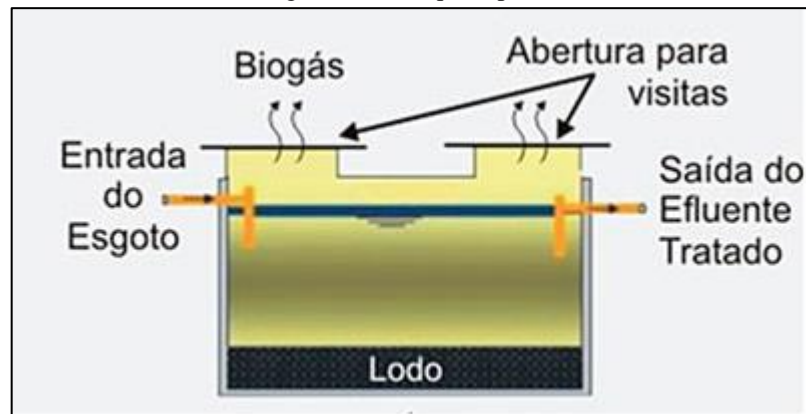
Alguns fatores que influenciam a seleção da tecnologia de tratamento para determinadas circunstâncias, são as exigências de desempenho (o que se espera do tratamento), as condições locais e a caracterização do esgoto (vazão média diária, tipo de efluente, e variabilidade sazonal). As condições de gerenciamento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

## 8.1 Tanques sépticos

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

A configuração dos reatores varia entre cilíndrica ou prismática-retangular, apresentando câmara única (Figura 26), câmaras em série ou sobrepostas.

Figura 26 - 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 Bocaina do Sul 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

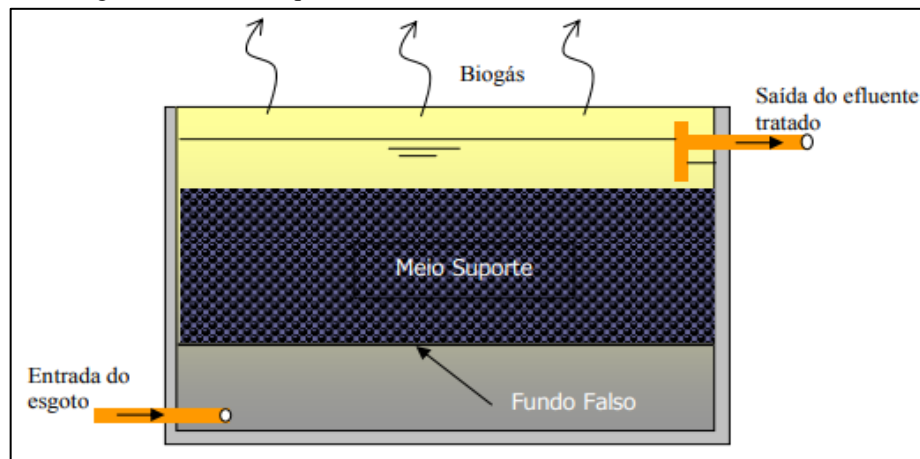
O lodo e a espuma acumulados nos tanques devem ser removidos a intervalos equivalentes ao período de limpeza do projeto (ABNT, 1993). O período utilizado para os cálculos de dimensionamento do tanque séptico foi de uma vez ao ano, sendo necessário uma empresa especializada para realizar esse serviço 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 27. Os microrganismos formam películas ou um biofilme na sua superfície.

Figura 27 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.



Fonte: ÁVILA (2005).

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

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

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

Fonte: Adaptado de ÁVILA (2005).

Dentre algumas das vantagens da utilização de filtros anaeróbios estão a dispensabilidade de fonte de energia externa e recirculação de lodo, liberdade de projeto e configurações de dimensionamento, baixa produção de lodo e relevante remoção de material

orgânico dissolvido. As desvantagens desse sistema são poucas, efluentes podem estar ricos em sais minerais, excesso de microrganismos patogênicos, entupimentos, entre outros (ÁVILA, 2005).

### 8.2.1 Dimensionamento do filtro anaeróbio

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

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

Onde:

$N$ = número de contribuintes;

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

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

Modelos comerciais de tanque séptico e filtro anaeróbio podem ser visualizados nos Anexos E e F.

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



Figura 28 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbio.



Fonte: Acervo do LABTRAT/CAV/UDESC.

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

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

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

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

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

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

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

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

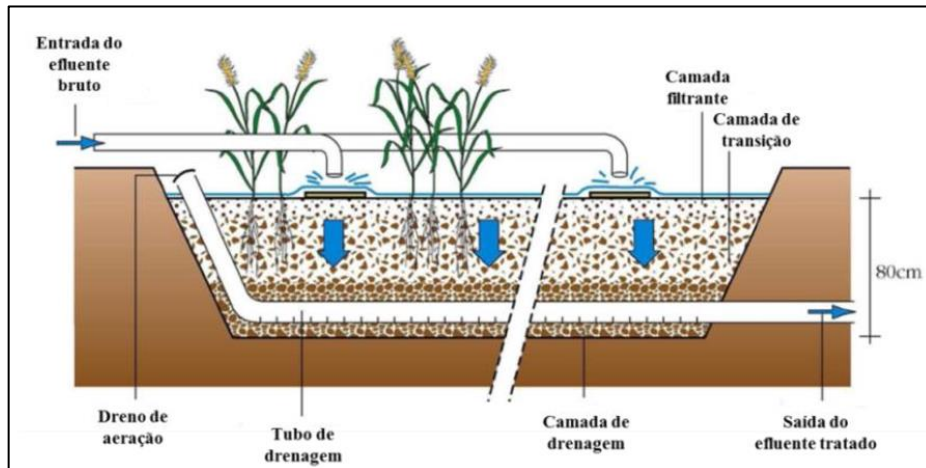
Tradicionalmente e com parâmetros de construção e operação bem definidos o *wetland* Sistema Francês (WSF) possui dois estágios de tratamento, compostos de três filtros verticais em paralelo no primeiro estágio e dois filtros verticais ou um horizontal no segundo estágio. Tem como principal característica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

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

O dimensionamento e regime operacional é adaptado de acordo com alguns fatores,

como o clima, o nível de remoção de poluentes exigido pelas autoridades, a carga orgânica recebida no verão, a carga hidráulica, entre outros. Para o primeiro estágio, é indicado uma superfície de 1,2 m<sup>2</sup> por habitante para o conjunto dos três filtros, com uma carga orgânica de 300 gDQOm<sup>2</sup>/d,  $\approx$  150 gSSTm<sup>2</sup>/d,  $\approx$  25 – 30 gNTKm<sup>2</sup>/d e uma carga hidráulica de 0,37 m/d sobre um filtro em funcionamento. A Figura 29 mostra a configuração de um sistema em perfil.

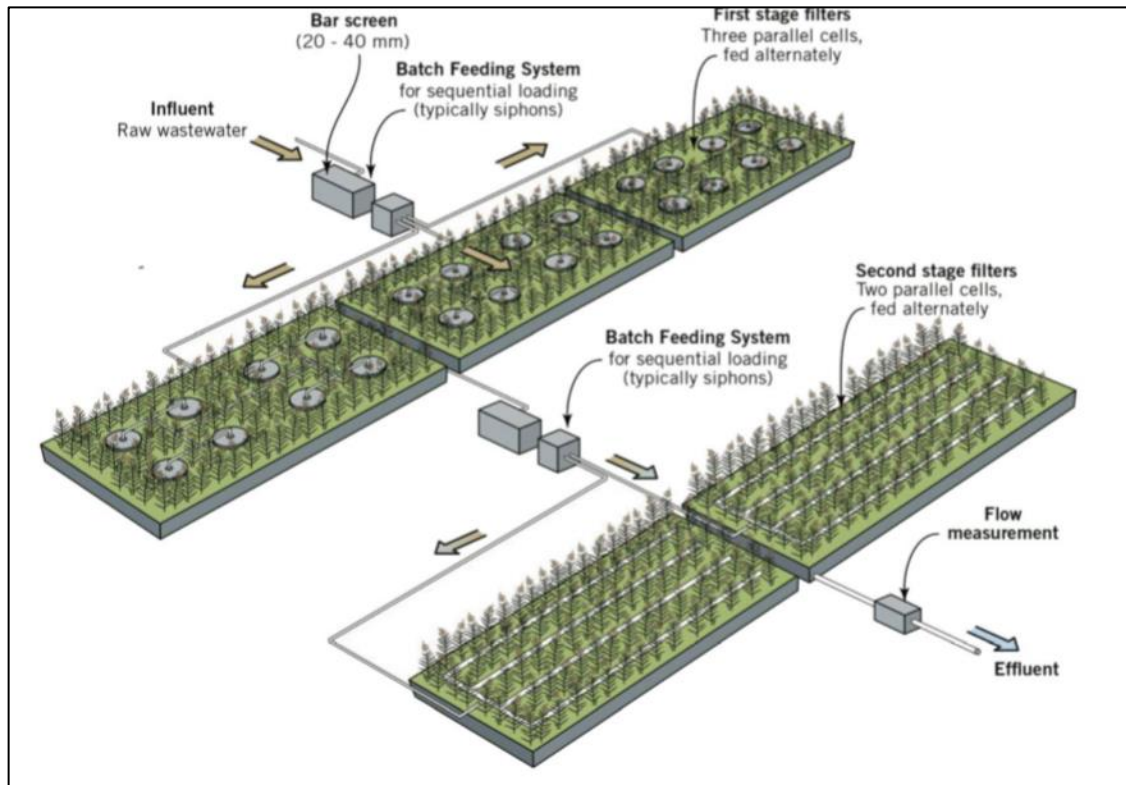
Figura 29 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.



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 30.

Figura 30 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.

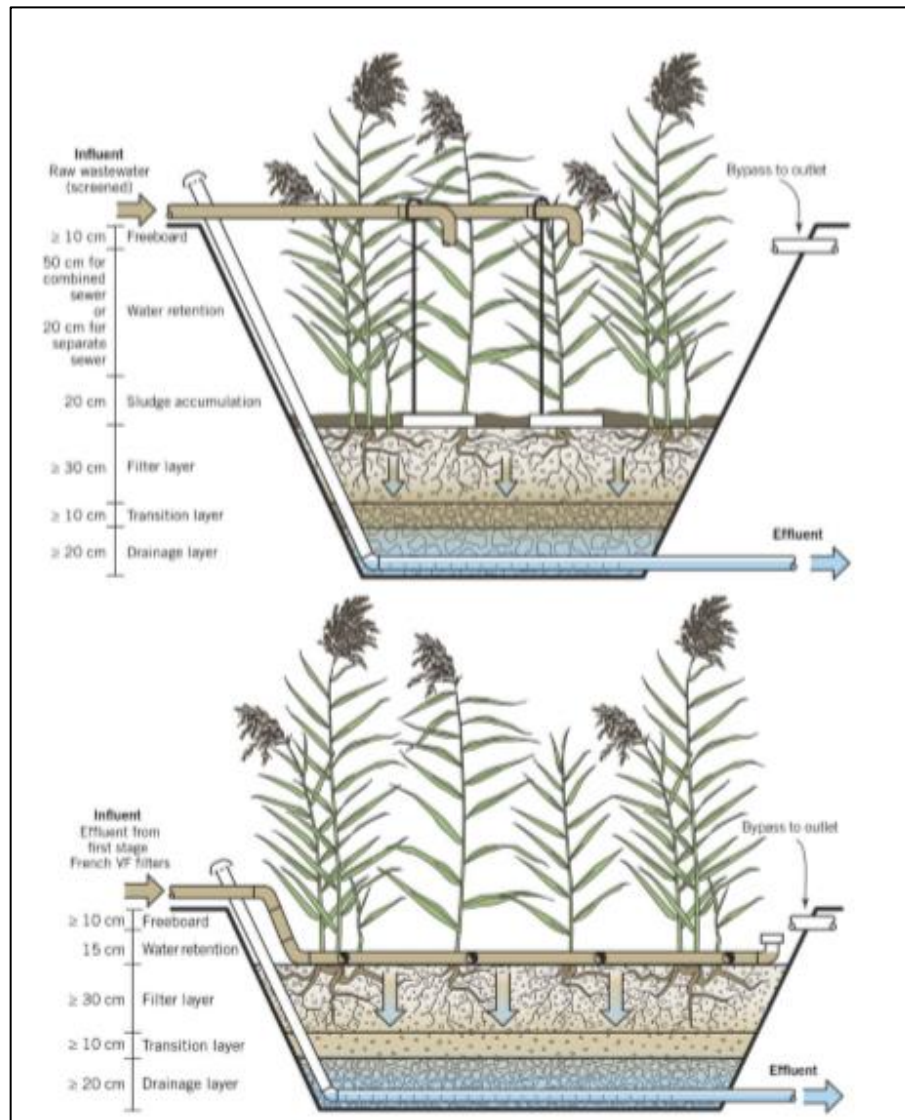


Fonte: DOTRO *et al.* (2017).

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

Figura 31 - Perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio do Sistema Francês.



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

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

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

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

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

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

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

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

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

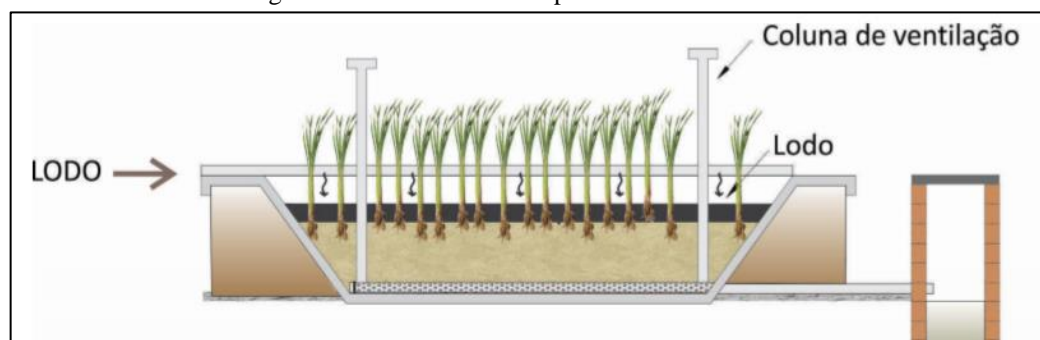
Fonte: Adaptado de Andrade (2015).

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

Koottatep *et al.* (2005), pesquisando um sistema *wetland* para tratamento de lodo de tanque séptico com TAS de 250 kgST/m<sup>2</sup> ano, encontraram uma taxa de acúmulo de lodo de 12 cm ao ano. Comparado a outras tecnologias convencionais, como os leitos de secagem, centrífugas e filtros prensa, os sistemas plantados possibilitam um maior armazenamento de lodo ao longo do tempo. Geralmente, a camada de lodo pode ser removida do leito depois de 2 a 3 anos, podendo ser utilizada na agricultura, a depender do grau de higienização do lodo. De acordo com Suntti (2010), o lodo acumulado, após seco e estabilizado, pode ser aplicado no solo diretamente ou após uma compostagem, levando em consideração as normas e legislações específicas para tais disposições. No Brasil, a Resolução CONAMA nº 498/2020 define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências (BRASIL, 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 32 mostra um estereótipo padrão de um leito plantado de tratamento de lodo.

Figura 32 - *Wetland* vertical para tratamento de lodo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

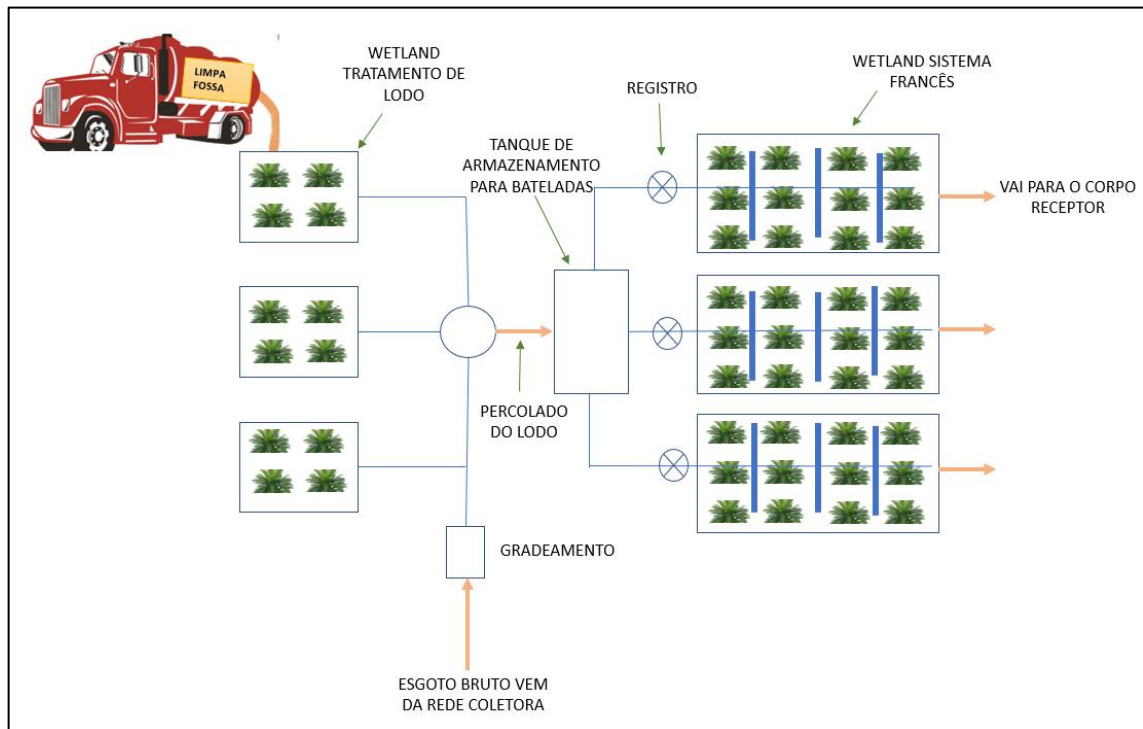
#### 8.4.3 Dimensionamento das unidades *wetlands* para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do esgoto bruto doméstico

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 33 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 33 - 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 11 refere-se aos parâmetros de dimensionamento para o sistema *wetland* para tratamento de lodo de TS, onde define-se a área superficial por indivíduo.

Tabela 11 - Parâmetros de dimensionamento para tratamento de lodo de TS.

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



|  |                                       |                                       |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Volume de lodo gerado per capita em um ano             | 94 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 =<br>1,41 kgST/ano |                                       |
| <b>Parâmetros de projeto de dimensionamento</b>        |                                       |                                       |
| Taxa de aplicação                                      | 100 kgST/m <sup>2</sup> .ano          | Calderón-Vallejo <i>et al.</i> (2015) |
| Relação alimentação:repouso                            | 1:7 dias                              | Calderón-Vallejo <i>et al.</i> (2015) |
| Volume percolado                                       | 0,6xVol. de lodo                      | -                                     |
| Concentração média do percolado (SST)                  | 800 mg/L                              | -                                     |
| Área superficial                                       | 0,014 m <sup>2</sup> /hab             | -                                     |

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

## 8.5 Alternativas de disposição do esgoto tratado

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

## 8.6 Edificações sem espaço útil

Conforme os dados obtidos nos questionários aplicados no município de Bocaina do Sul, 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. Pouco mais da metade dos terrenos do município de Bocaina do Sul possuem espaço para a implementação do sistema descentralizado de tratamento de esgoto,

totalizando aproximadamente 65% das edificações. Assim, para os 35%, uma maneira de contornar o problema relacionado à falta de espaço é a ligação do esgoto para a residência mais próxima que possui o espaço necessário, garantindo então o seu tratamento.

## **9 Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Bocaina do Sul**

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

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

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

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

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

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

sistemas pela prefeitura. Para a operação, devem ser considerados dispositivos que assegurem a limpeza periódica de acordo com a base de dados utilizada para o dimensionamento dos sistemas individuais de esgotamento sanitário;

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

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

d) Elaborar projetos tipos para facilitar a concepção e execução dos sistemas pelo usuário e consequentemente a aprovação por parte do órgão responsável na prefeitura;

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

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

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

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

individuais de esgotamento sanitário;

- b) A prefeitura deve buscar fontes de investimentos e/ou subsídios para a implementação de sistemas individuais nas áreas urbana e rural nos locais onde eles se fazem inexistentes e em substituições aos sistemas em desacordo com as normas técnicas da ABNT;
- c) Podem ser previstos o uso de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou uma alternativa para atualização periódica do cadastro dos sistemas individuais de tratamento de esgoto;
- d) Elaborar e celebrar convênio para a gestão associada de disposição do lodo coletado em sistemas individuais em ETE que possua licenciamento ambiental para a atividade;
- e) Elaborar e executar programas de manutenção dos sistemas individuais de tratamento para coleta do lodo e envio para a ETE associada;
- f) Elaborar e implementar taxa ou tarifa para a manutenção dos sistemas individuais de tratamento que cubram as despesas com esse serviço e garantam a sua sustentabilidade econômico-financeira;
- g) Elaborar projetos tipos para facilitar a concepção e execução dos sistemas pelo usuário e 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 Bocaina do Sul, 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;

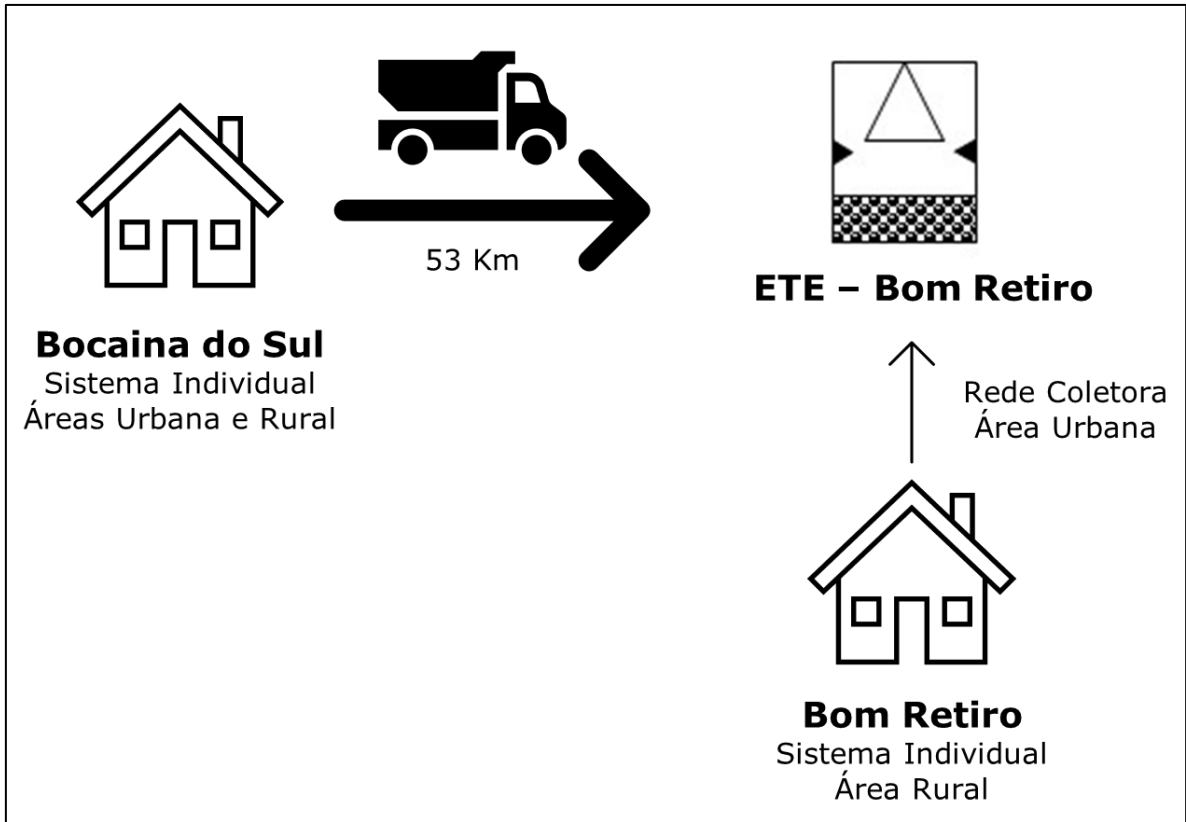
b) Elaborar plano de ação, com prazos para a prospecção de recursos para implementação da rede coletora na área urbana do município e da estação de tratamento de efluentes, conforme previsto no plano municipal de saneamento;

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 Bocaina do Sul, 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 Bom Retiro, que está localizada a 53 km do município, cuja viabilidade será discutida a seguir. Desta forma, a ETE de Bom Retiro poderia receber o lodo proveniente dos sistemas de tratamento de Bocaina do Sul, de forma a compor um programa de gestão associada (PGA) dos sistemas de esgotos sanitários dos dois municípios (Figura 34). Por questões de planejamento e proximidade para administração em termos de elaboração de um PGA, a opção envolvendo a ETE de Bom Retiro seria a opção mais adequada para o município de Bocaina do Sul.

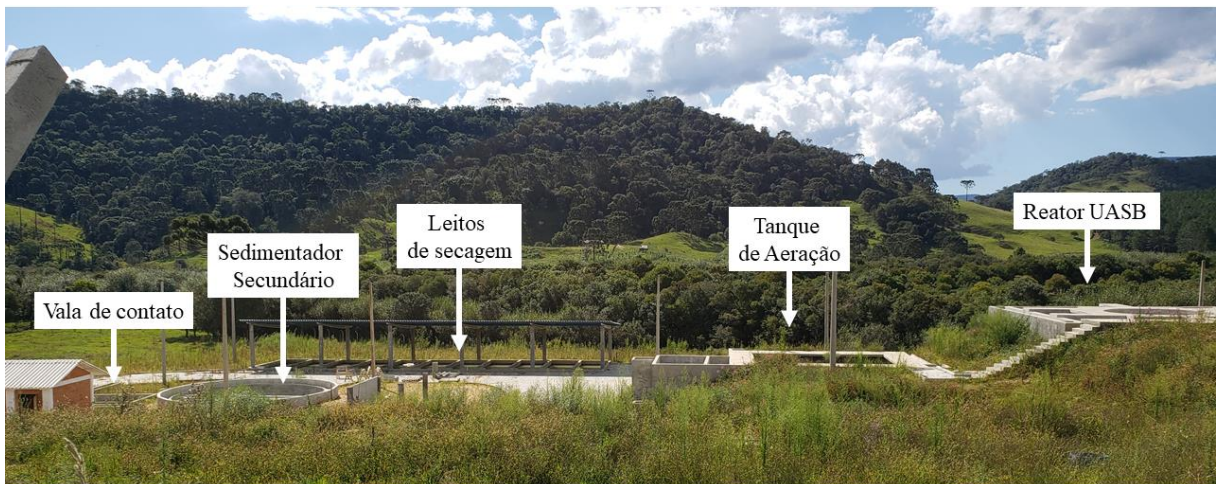
As Figuras 35 e 36 apresentam a ETE de Bom Retiro. O sistema é constituído por tratamento biológico do tipo anaeróbio (reator UASB) e aeróbio (sistema de lodos ativados). Existe ainda um tanque de contato para a desinfecção do efluente imediatamente antes do seu lançamento. O lodo obtido no processo, será desaguado em um leito de secagem. O sistema foi projetado para uma vazão de 10,77 L/s.

Figura 34 – Diagrama da proposta do programa de gestão associada (PGA) sugerido para os municípios de Bocaina do Sul e Bom Retiro.



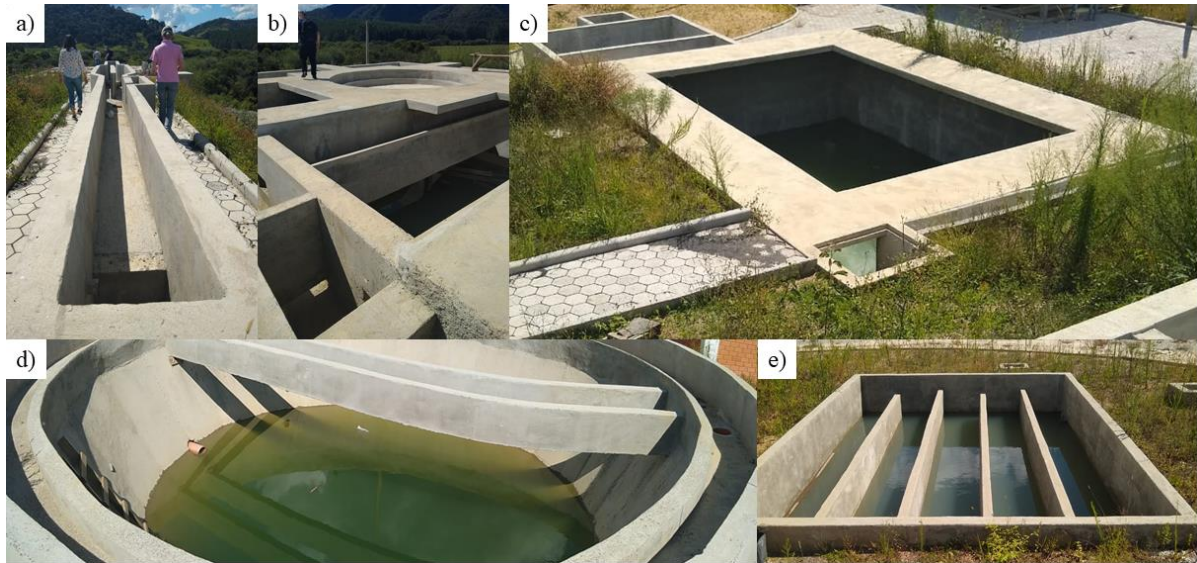
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 35 – Vista panorâmica da ETE de Bom Retiro, indicando as principais operações unitárias envolvidas no sistema de tratamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 36 - ETE de Bom Retiro. a) caixa de areia e medição de vazão, b) estrutura superior do reator UASB, c) tanque de aeração, d) sedimentador secundário, e) tanque de contato.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

As características de projeto e operação do sistema de tratamento de esgotos de Bom Retiro pode ser resumida na Tabela 12. A projeção da população urbana atual (2020) em Bom Retiro é de 7.219 e para 2041 é de 9.565 habitantes. Desta forma, foram realizadas simulações do funcionamento da ETE para uma população 2, 3 e 4 vezes maior que a atual, resultando em 14.438, 21.657 e 28.876 habitantes, respectivamente. Para os cálculos apresentados na Tabela 12, foi considerado ainda um consumo de água declarado pelo município de 114,15 L/hab.dia, bem como uma situação conservadora com coeficiente de retorno de esgoto de 100%. Ainda, foram assumidos os valores médios de DQO igual a 468 mg/L e DBO de 271 mg/L, determinados pelos autores no município de Capão Alto (BOCASANTA; SKORONSKI, 2020).

Tabela 12 – Características do sistema de tratamento de esgoto sanitário de Bom Retiro. CO: carga orgânica, COV: carga orgânica volumétrica, TDH: tempo de detenção hidráulico, v: velocidade ascensional, TAS: taxa de aplicação superficial.

| Dados                       | População urbana |         |         |         |         | Valores de Referência* |
|-----------------------------|------------------|---------|---------|---------|---------|------------------------|
|                             | 7.219            | 9.565   | 14.438  | 21.657  | 28.876  |                        |
| População                   | 7.219            | 9.565   | 14.438  | 21.657  | 28.876  | -                      |
| Vazão (m <sup>3</sup> /dia) | 824,05           | 1091,84 | 1648,10 | 2472,15 | 3296,20 | -                      |
| CO (KgDQO/dia)              | 385,65           | 510,98  | 771,31  | 1156,96 | 1542,62 | -                      |
| CO (KgDBO/dia)              | 223,32           | 295,89  | 446,63  | 669,95  | 893,27  | -                      |



|                         |   |       |       |       |       |       |           |
|-------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Reator UASB             | COV (KgDQO/m <sup>3</sup> .dia)           | 0,82  | 1,09  | 1,65  | 2,47  | 13,65 | 1 a 2     |
|                         | TDH (h)                                   | 13,63 | 10,29 | 6,82  | 4,54  | 0,82  | 4 a 8     |
|                         | v (m/h)                                   | 0,38  | 0,51  | 0,76  | 1,14  | 4,23  | 0,8 a 1,0 |
| Tanque de aeração       | COV (KgDBO/m <sup>3</sup> .dia)           | 0,73  | 0,97  | 1,46  | 2,19  | 2,92  | 0,3 a 1,6 |
|                         | TDH (h)                                   | 4,46  | 3,36  | 2,23  | 1,49  | 1,11  | 3 a 6     |
| Sedimentador secundário | TAS (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .dia) | 25,44 | 33,71 | 50,89 | 76,33 | 72,70 | 16 a 33   |

\*(METCALF & EDDY; AECON, 2016)

Com base na Tabela 12, observa-se que é possível operar o reator UASB para uma população de pelo menos 14.438 pessoas, ou seja, o dobro da população atual no município de Bom Retiro. Por outro lado, considerando uma remoção de pelo menos 50% da carga orgânica no reator UASB, a capacidade do tanque de aeração e do sedimentador secundário é suficiente para atender a população projetada para 2042.

Levando em conta a análise anterior e as características do sistema de tratamento de Bom Retiro, foi avaliada a possibilidade de disposição do lodo coletado em Bocaina do Sul e o lodo coletado na área rural de Bom Retiro na ETE em questão. Desta forma, considerando somente o volume de lodo que deverá ser coletado nas zonas urbana e rural da cidade de Bocaina do Sul e transportado para a ETE de Bom Retiro, pelo caminhão limpa fossa, será de 328,93 m<sup>3</sup> em 2021 e 352,66 m<sup>3</sup> em 2042. Já o lodo coletado na área urbana de Bom Retiro, considerando a projeção populacional para 2042 é de 284,4 m<sup>3</sup>. Os reatores apresentados nas Figuras 35 e 36 possuem volumes de 468 m<sup>3</sup> (reator UASB) e 153 m<sup>3</sup> (tanque de aeração). Considerado que a concentração de referência para matéria orgânica no lodo do esgoto é de 6 kg/m<sup>3</sup> (JORDÃO; PESSÔA, 2005), são obtidas cargas orgânicas volumétricas entre 0,011 e 0,012 kg/m<sup>3</sup>.d para o reator UASB, e 0,017 e 0,019 kg/m<sup>3</sup>.d para o tanque de aeração, considerando os sistemas de Bocaina do Sul. Para o lodo gerado em Bom Retiro, as cargas projetadas são 0,010 kg/m<sup>3</sup>.d para o reator UASB e 0,015 0,010 kg/m<sup>3</sup>.d para o sistema de lodos ativados. Para o cálculo da carga no sistema de lodos ativados foi estimada uma remoção mínima de 50% da carga no reator anaeróbico. Neste sentido, um reator UASB pode receber uma carga orgânica volumétrica de até 15 kgDQO/m<sup>3</sup>.d e o tanque de aeração no sistema de lodos ativados pode receber uma carga orgânica volumétrica de até 3 kgDQO/m<sup>3</sup>.d (JORDÃO; PESSÔA, 2005) ou 1,6 KgDBO/m<sup>3</sup>.dia. Portanto, levando em conta estes fatores e a análise apresentada na Tabela 12, pode concluir que o lodo das fossas instaladas nas zonas urbana e

rural de Bocaina do Sul e da zona rural de Bom Retiro pode ser enviado a estação de tratamento de efluentes desta cidade, 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 Bocaina do Sul. Primeiramente foi considerada a possibilidade de universalização via implementação de sistemas individuais em todo o município com manutenção realizada via contratação de serviço especializado. Em um segundo cenário, a manutenção pode ser realizada e administrada por duas prefeituras, com possibilidade de participação do CISAMA. No terceiro cenário, foi considerada a proposta apresentada no Plano Municipal de Saneamento Básico do município em 2011. Finalmente, o quarto cenário considera a tecnologia de *wetlands* construídos para o tratamento de esgoto da área urbana e

disposição do lodo gerado nos sistemas da área rural. Cada cenário foi abordado com relação aos custos de implementação e manutenção, servindo como base para a avaliação da possibilidade de sustentabilidade do serviço de saneamento de acordo com a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 que estabelece em seu artigo 29:

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

Para a estimativa do número de sistemas na área urbana, foram considerados como base os dados de projeção da população apresentados na seção 3 e o número de ligações informado pela Casan (CASAN, 2021). Desta forma, foi utilizado como critério a manutenção do número de pessoas por ligação existente, resultando em uma estimativa de 626 ligações para a área urbana em 2042 (Tabela 13), o qual é o horizonte de plano considerado. Além disso, com base no PMSB, o município de Bocaina do Sul possui aproximadamente 988 famílias na área rural do município.

Tabela 13 - Estimativa de ligações na área urbana de Bocaina do Sul

| <b>Ano</b> | <b>Número de ligações</b> | <b>População</b> | <b>Pessoas por ligação</b> |
|------------|---------------------------|------------------|----------------------------|
| 2021       | 503                       | 1.036            | 2,06                       |
| 2042       | 626                       | 1.289            | 2,06                       |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Conforme o levantamento realizado *in loco* na área urbana, pouco mais de 30% das unidades eram constituídas por sistemas de tanque séptico seguido de pós-tratamento em filtro anaeróbio, o qual constitui-se no sistema individual ideal. Dessa forma, definiu-se que 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 14.

Tabela 14 - Custos dos sistemas de tratamento individual.

| Sistema                                | Orçamentos          |                     |                     |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
|  | A                   | B                   | C                   |
| Tanque séptico (2 m <sup>3</sup> )     | R\$ 1.211,00        | R\$ 1.185,00        | R\$ 1.125,00        |
| Filtro anaeróbio (1,1 m <sup>3</sup> ) | R\$ 1.486,00        | R\$ 1.455,00        | R\$ 1.125,00        |
| <b>Total</b>                           | <b>R\$ 2.697,00</b> | <b>R\$ 2.640,00</b> | <b>R\$ 2.250,00</b> |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

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\$ 3.631.500,00** e **R\$ 4.352.958,00** 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 Bocaina do Sul não possui empresa especializada na limpeza de sistemas individuais de esgoto sanitário. Nesse sentido, os locais mais próximos para oferta do serviço seria o município de Lages, estando 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 15, considerando uma limpeza anual dos sistemas.

Tabela 15 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Lages.

| Setor  | Número de unidades | Custos         |
|--------|--------------------|----------------|
| Urbano | 626                | R\$ 340.544,00 |

|  |     |                |
|--|-----|----------------|
| Rural  | 988 | R\$ 537.472,00 |
| Custo anual de manutenção de todas as unidades |     | R\$ 878.016,00 |
| Custo anual por unidade                        |     | R\$ 544,00     |
| Custo mensal por unidade                       |     | R\$ 45,33      |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

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\$ 30,24, acrescido de R\$ 4,45 para cada m<sup>3</sup> de água consumido, conforme informações levantadas com o município. Desta forma, o valor estimado para a manutenção mensal do esgoto seria equivalente ao valor cobrado pelo consumo de 10,18 m<sup>3</sup>, além da taxa fixa.

Alternativamente, o município de Bom Retiro, situado a 53 km de Bocaina do Sul, 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 Bocaina do Sul, conforme demonstrado anteriormente. Neste sentido, um cenário alternativo para a manutenção dos sistemas individuais envolveria a aquisição de caminhões equipados com tanque contendo hidrojato e sistema de vácuo para sucção, além de tanque com volume de 10 m<sup>3</sup> para recolhimento de esgoto e 5 m<sup>3</sup> para água limpa. Como referência, a Prefeitura de Paranaguá-PR, adquiriu via licitação em 2021 um caminhão com as características citadas anteriormente, no valor total de **R\$ 625.000,00** (PARANAGUÁ, 2021), por meio do edital de licitação do tipo pregão eletrônico nº011/2020 (PARANAGUÁ, 2020). Esses caminhões poderiam ser utilizados para a manutenção dos sistemas individuais de Bocaina do Sul e da área rural de Bom Retiro, com a participação da ETE de Bom Retiro para a disposição, formando assim um Programa de Gestão Consorciada entre os dois municípios. Considerando os sistemas das áreas rural e urbana de Bocaina do Sul e da área rural de Bom Retiro, tem-se um total de 2.503 unidades estimadas. Considerando a limpeza de 5 sistemas por dia, a aquisição de 2 caminhões envolveria o seu uso em 252 dias no ano. Desta forma, observa-se que não existiria um período a ser considerado para manutenções preventivas ou corretivas dos caminhões e/ou do equipamento durante o ano. Assim, optou-se pela indicação de 3 caminhões, resultando em um uso previsto de 167 dias no ano. No que pese a existência da ETE no município de Bom

Retiro para a disposição e tratamento do lodo, as distâncias de viagem de Bocaina do Sul até a ETE seriam de 53 km. O serviço de limpeza poderia ser realizado e administrado pelas prefeituras e/ou pelo Consórcio Intermunicipal Serra Catarinense (CISAMA).

Assim, considerando um valor de referência de R\$ 12.000,00 para o pagamento mensal de três operadores (salário e encargos), um custo de R\$ 1,9920 por quilômetro rodado segundo a Resolução ANTT n° 5.923/2021 (ANTT, 2021), a mensalidade do sistema informatizado de cobrança da taxa (R\$ 645,60), foram estimados os valores da Tabela 16 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de Bocaina do Sul. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio de 1,0 km na área urbana e de 10 km na área rural.

Tabela 16 - Estimativa de custos para a limpeza considerando a gestão associada entre Bocaina do Sul e Bom Retiro.

| <b>Dados</b>                                   | <b>Valores</b> |
|--|----------------|
| Produção anual de lodo (Toneladas)             | 352,66         |
| Número de viagens necessárias                  | 35             |
| Distância para disposição em Curitibanos (km)  | 53             |
| Distância média percorrida para coleta (km)    | 6,51           |
| Custo anual de manutenção de todas as unidades | R\$ 64.788,74  |
| Custo anual por unidade                        | R\$ 40,14      |
| Custo mensal por unidade                       | R\$ 3,35       |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

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 Bocaina do Sul. Desta forma, a taxa mensal para a limpeza dos sistemas poderia ter como base o custo de manutenção de R\$ 3,35, acrescido do valor de R\$ 3,15 referente à aquisição dos caminhões (R\$ 1.891.965,00 arrecadado em 20 anos), R\$ 1,75 referente à taxa de administração do CISAMA e R\$ 1,75 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 Bom Retiro, 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 Bocaina do Sul (BOCAINA DO SUL, 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\$ 3.476.016,72** em 2011. Esse valor se torna **R\$ 6.607.910,32** quando corrigido para 2021 pelo INCC - Índice Nacional de Custo de Construção. Para os sistemas individuais, foi estimado um valor de R\$ 1.353.377,45 em 2011, o qual equivale a R\$ 2.572.711,52 em 2021 quando corrigido pelo INCC. Desta forma, considerando as 988 unidades na área rural, verifica-se que o valor previsto para cada sistema, segundo o plano, para 2021 é de R\$ 2.603,95 estando compatível aos valores orçados para os sistemas individuais no comércio de Lages. Ainda, deve ser observado que em torno de 61% dos sistemas a serem instalados serão na área rural e, portanto, o valor previsto para a universalização do serviço de tratamento de esgoto em Bocaina do Sul considerando sistema coletivo na área urbana é de 1,52 a 1,82 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 2,39 a 2,86 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 17. 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 35% 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 17 - Custos para a implementação e operação de sistema coletivo de esgoto na área urbana e individual na área rural. Nos cenários são previstos custos para um horizonte de 20 anos.

| <b>Cenários possíveis</b>                              | <b>Valores</b>   |
|--|------------------|
| Cenário tendencial em 2011 – custos com água           | R\$ 2.715.927,56 |
| Cenário desejável em 2011 – custos com água e esgoto   | R\$ 4.491.064,66 |
| Custos somente com esgoto em 2011                      | R\$ 1.775.137,10 |
| Cenário tendencial para 2021 – custos com água         | R\$ 5.827.015,61 |
| Cenário desejável para 2021 - custos com água e esgoto | R\$ 9.635.567,00 |
| Custos somente com esgoto para 2021                    | R\$ 3.808.551,39 |
| Custo anual de manutenção de todas as unidades         | R\$ 190.427,57   |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| Custo anual por unidade  | R\$ 117,98 |
| Custo mensal por unidade | R\$ 9,83   |

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os dados da Tabela 17 mostram que o custo anual de manutenção de todas as unidades de R\$ 190.427,57 é menor que o previsto considerando a universalização apenas com sistemas individuais. Entretanto, apenas o atendimento da área rural, com 988 unidades, envolveria um custo anual de R\$ 537.472,00 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 Bocaina do Sul 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 18 apresenta o custo de implantação do sistema de esgotamento sanitário para o município de Bocaina do Sul, 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\$ 2,65 por unidade para o custeio deste veículo (R\$ 628.368,00 arrecadado em 20 anos, considerando os 988 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\$ 1,9292 por quilômetro rodado segundo a



Resolução ANTT n° 5.923/2021 (ANTT, 2021), a mensalidade do sistema informatizado de cobrança da taxa (R\$ 849,68), foram estimados os valores da Tabela 18 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de Bocaina do Sul considerando este cenário. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio 10 km na área rural.

Tabela 18 - Custos de implementação e manutenção considerando a tecnologia de *wetlands* construídos na área urbana.

| <b>Custo de Implementação</b>  | <b>Valores</b>                       |
|--|--------------------------------------|
| Implementação dos sistemas na área urbana envolvendo rede coletora e ETE ( <i>Wetland Vertical Sistema Francês</i> ) | R\$ 4.538.340,64                     |
| Sistemas individuais para a área rural (mínimo e máximo)   | R\$ 2.223.000,00<br>R\$ 2.664.636,00 |
| Total para área urbana e rural (mínimo e máximo)   | R\$ 6.761.340,64<br>R\$ 7.202.976,64 |
| <b>Custo de Manutenção</b>   | <b>Valores</b>                       |
| Custo anual de manutenção de todas as unidades na área urbana  | R\$ 36.019,00                        |
| Custo anual por unidade na área urbana   | R\$ 57,54                            |
| Custo mensal por unidade na área urbana  | R\$ 4,79                             |
| Custo anual de manutenção de todas as unidades na área rural   | R\$ 53.558,08                        |
| Custo anual por unidade na área rural  | R\$ 54,21                            |
| Custo mensal por unidade na área rural   | R\$ 4,52                             |
| Custo médio mensal por unidade na área urbana e rural  | R\$ 4,63                             |

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 Bom Retiro (Tabela 16). A soma do valor base de R\$ 4,63 com a contribuição para aquisição do caminhão de 2,65 se torna R\$ 7,28. Este valor é superior àquele estimado na Tabela 16, de R\$ 6,50 (R\$ 3,35 + R\$ 3,15), 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 similar ao 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 Bocaina do Sul.

## 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 Bocaina do Sul. 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 Bocaina do Sul. 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.

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

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

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Meta 1.3</b>           | Aquisição de sistema informatizado para emissão de taxa e impressão de fatura para as ligações.                                       |
| <b>Prazo</b>              | 06 meses  |
| <b>Investimentos</b>      | R\$ 17.350,00   |
| <b>Fontes de Recursos</b> | Funserra  |
| <b>Responsáveis</b>       | - Secretaria Municipal de Administração e Finanças<br>- Secretaria de Municipal de Transportes, Obras e Serviços Públicos<br>- CISAMA |

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

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ministério Público de Santa Catarina (13ª Promotoria de Justiça da Comarca de Lages-SC)</li> <li>- Prefeitura Municipal de Bocaina do Sul</li> </ul>  |
| <b>Responsáveis</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Secretaria Municipal de Administração e Finanças</li> <li>- Secretaria de Municipal de Transportes, Obras e Serviços Públicos</li> <li>- Secretaria Municipal de Saúde</li> <li>- Vigilância sanitária</li> <li>- CISAMA</li> </ul> |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

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

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Meta 2.1</b>           | Instalação e/ou substituição de sistemas individuais de tratamento de esgoto em 100% da área urbana e rural, baseados em tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, dimensionados segundo critérios da ABNT.                     |
| <b>Prazo</b>              | 60 meses  |
| <b>Investimentos</b>      | Entre R\$ 3.631.500,00 e R\$ 4.352.958,00   |
| <b>Fontes de Recursos</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funasa</li> <li>- Funserra</li> <li>- Prefeitura Municipal de Bocaina do Sul</li> </ul>  |
| <b>Responsáveis</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gabinete do Prefeito</li> <li>- Secretaria Municipal de Administração e Finanças</li> <li>- Secretaria de Municipal de Transportes, Obras e Serviços Públicos</li> <li>- CISAMA</li> </ul> |

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Meta 2.2</b>      | Implantação do sistema de tratamento coletivo na área urbana do município de Bocaina do Sul. |
| <b>Prazo</b>         | 120 meses  |
| <b>Investimentos</b> | R\$ 4.035.198,00   |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Fontes de Recursos</b> | Funasa  |
| <b>Responsáveis</b>       | - Gabinete do Prefeito<br>- Secretaria Municipal de Administração e Finanças<br>- Secretaria de Municipal de Transportes, Obras e Serviços Públicos<br>- CISAMA |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

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

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Meta 3.1</b>     | Celebração de contrato de programa via CISAMA com o município de BOM RETIRO para a disposição de lodo na ETE municipal.                 |
| <b>Prazo</b>        | 12 meses  |
| <b>Responsáveis</b> | - Gabinete do Prefeito<br>- Secretaria de Municipal de Transportes, Obras e Serviços Públicos<br>- CISAMA<br>- Prefeitura de Bom Retiro |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Meta 3.2</b>           | Elaboração, divulgação e realização de edital de licitação para aquisição de caminhão limpa fossa.  |
| <b>Prazo</b>              | 12 meses  |
| <b>Investimentos</b>      | R\$ 1.875.000,00 para aquisição de três caminhões e R\$ 500,00 para elaboração, divulgação e realização do edital                                   |
| <b>Fontes de Recursos</b> | Funasa<br>Fundo para Recuperação de Bens Lesados (Ministério Público de Santa Catarina)   |
| <b>Responsáveis</b>       | - Gabinete do Prefeito<br>- Secretaria Municipal de Administração e Finanças<br>- Secretaria de Municipal de Transportes, Obras e Serviços Públicos |

|  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Procuradoria Jurídica</li> <li>- CISAMA</li> </ul> |
|--|---|

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

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

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

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

## 12 Considerações finais

O diagnóstico realizado no município de Bocaina do Sul identificou que a ampla maioria das residências não possui sistema de esgotamento sanitário adequado. 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 Bocaina do Sul.

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.

AMURES. **BOCAINA DO SUL: Secretaria de Saúde capacita agentes.** 2021. Disponível em: <<https://amures.org.br/noticias/ver/2021/02/secretaria-de-saude-capacita-agentes>>. Acesso em: 01/maio/21.

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. 5.923 de 18 de janeiro de 2021.** 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-5.923-de-18-de-janeiro-de-2021-299561209>>.

ARIS. **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.

BOCAINA DO SUL. **Lei Orgânica do Município de Bocaina do Sul de 5 de janeiro de 1998.** 1998. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/dnjau>>. Acesso em: 23/abr./21.

\_\_\_\_\_. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Bocaina do Sul - VOLUME I - Consolidação do Plano Municipal de Saneamento Básico.** Prefeitura Municipal de Bocaina do Sul: [s.n.], 2011.

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

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



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

CASAN. **Ofício SRS/GOPS n° 018/2021 - SAA Bocaina do Sul.** Criciúma: [s.n.], 2021.

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

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

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

EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/964417/solos-do-estado-de-santa-catarina>>.

GARCÍA ZUMALACARREGUI, J. A.; SPERLING, M. VON. **Performance of the first stage of the French system of vertical flow constructed wetlands with only two units in parallel: influence of pulse time and instantaneous hydraulic loading rate.** *Water Science and Technology*, [s.l.], v. 78, n° 4, p. 848–859, 2018. ISSN: 0273-1223, DOI: 10.2166/wst.2018.355.

IBGE. **Bocaina do Sul/Santa Catarina/Brasil.** *Pesquisas - Produto Interno Bruto dos Municípios.* 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/bocaina-do-sul/pesquisa/38/46996>>. Acesso em: 23/abr./21.

\_\_\_\_\_. **Bocaina do Sul/Santa Catarina/Brasil.** *Pesquisas - Produção Agrícola.* 2019a. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/bocaina-do-sul/pesquisa/15/11863>>. Acesso em: 23/abr./21.

\_\_\_\_\_. **Bocaina do Sul/Santa Catarina/Brasil.** *Pesquisas - Extração vegetal e Silvicultura.* 2019b. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/bocaina-do-sul/pesquisa/16/12705>>. Acesso em: 23/abr./21.

\_\_\_\_\_. **Bocaina do Sul/Santa Catarina/Brasil.** *Pesquisas - Pecuária.* 2019c. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/bocaina-do-sul/pesquisa/18/16459>>. Acesso em: 23/abr./21.

\_\_\_\_\_. **Bocaina do Sul/Santa Catarina/Brasil.** *Cidades@.* 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/bocaina-do-sul/panorama>>. Acesso em: 10/abr./21.

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, n° 9, p. 119–126, 2005. ISSN: 0273-1223, DOI: 10.2166/wst.2005.0301.

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

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

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

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

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

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

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

PARANAGUÁ. **Edital de pregão eletrônico 011/2020 - Aquisição de caminhão equipado com hidrojateamento e sucção à vácuo, em atendimento a secretaria municipal de meio ambiente [Licitação n° 806381].** 2020. Disponível em: <<http://www.licitacoes.com.br/aop/index.jsp>>. Acesso em: 21/abr./21.

\_\_\_\_\_. **Prefeitura adquire caminhão para auxiliar na limpeza e drenagem da cidade.** 2021. Disponível em: <<https://www.paranagua.pr.gov.br/noticias/noticia211.html>>. Acesso em: 21/abr./21.

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

SNIS. **Painel de Indicadores 2018.** *Painel de Informações sobre Saneamento.* 2019. Disponível em: <[http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua\\_esgoto/mapa-agua](http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-agua)>. Acesso em: 15/abr./21.

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 – Instruções apresentadas às Agentes Comunitárias de Saúde.

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

Anexo E - Modelos de sistemas individuais de tratamento.

Anexo F - Convênio de cooperação técnica entre a ARIS e o município de Bocaina do Sul - SC.

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

---



---

**SISTEMAS INDIVIDUAIS**

---



---

**PERFIL DA EDIFICAÇÃO**

|             |  |
|-------------|--|
| RESIDENCIAL |  |
| 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 ENTUPIAMENTO OU VAZAMENTO?  | ( ) sim | ( ) não |
| EXISTE POÇO DE ÁGUA PRÓXIMO?   | ( ) sim | ( ) não |
| QUAL A DISTÂNCIA APROXIMADA DO POÇO?   |         |         |
| EXISTE RIO OU AÇUDE PRÓXIMO?   | ( ) sim | ( ) não |
| QUAL A DISTÂNCIA DO RIO OU AÇUDE?  |         |         |
| TEM ESPAÇO NO TERRENO PARA CONSTRUIR TRATAMENTO DE ESGOTO INDIVIDUAL?                                | ( ) sim | ( ) não |
| POSSUI CAIXA DE ÁGUA?  | ( ) sim | ( ) não |
| QUANTOS LITROS?  |         |         |

Anexo B - Questionário aplicado à prefeitura municipal.

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

## INSTRUÇÕES PARA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO TRATASAN

BOCAINA DO SUL – 18/02/2021

1. **Acessar o site:** [www.sisaris.aris.sc.gov.br](http://www.sisaris.aris.sc.gov.br)
2. **Usuário:** tratasan.cisama
3. **Senha:** cisamacavudesc
4. **Escolher o módulo:** Esgoto
5. **Ir em cadastros > Sistemas individuais > + novo sistema individual**
6. **Nome do entrevistado:** NA
7. **Perfil da edificação:** escolher se é RESIDENCIAL ou COMERCIAL ou MISTA ou PÚBLICO ou INDUSTRIAL
8. **Observações:** colocar alguma informação específica de prédio não comercial como: PREFEITURA, SECRETARIA, POSTO DE GASOLINA XX, MERCADO XX, etc.
9. **Endereço:** colocar o nome da rua
10. **Número:** colocar o número da casa se existente, caso contrário S/N
11. **Bairro:** colocar o nome do bairro
12. **CEP:** digitar 88538-000
13. **Município:** selecionar Bocaina do Sul
14. **Número de pessoas na edificação:** digitar o número no formato 1, 2, 3 etc
15. **Número máximo de pessoas:** aproximado, no formato 3, 4, 5, etc
16. **Nro de quartos:** digitar no formato 1, 2, 3, etc
17. **Nro de quartos (hotel):** deixar em branco se não for hotel
18. **Sistema de tratamento é individual:** normalmente é sim, a não ser que sejam várias famílias dividindo um único sistema. Nesse caso colocar em OBSERVAÇÕES DO SISTEMA quantas pessoas dividem o mesmo sistema e em SE APLICÁVEL: conjunto com outras residências.
19. **Anotar a latitude:** copiar no papel o dado do aplicativo Altimetro offline e digitar no formato 27°48'49"S
20. **Anotar a longitude:** copiar no papel o dado do aplicativo Altimetro offline e digitar no formato 50°18'56"O
21. **Anotar a altitude:** 900
22. **Clicar em salvar e conferir se alguma informação faltante é assinalada em vermelho. Se tudo OK, ir para Questões.**



23. **Possui caixa de gordura:** selecionar SIM ou NÃO. Se não souber, clicar em não informado.
24. **Possui fossa negra:** selecionar SIM ou NÃO. Se não souber, clicar em NÃO INFORMADO. Fossa negra é apenas um buraco no solo onde é disposto o esgoto.
25. **Se a resposta anterior for NÃO, responder se possui TANQUE SÉPTICO.** Tanque séptico é uma caixa de concreto ou plástico. **Responder se possui FILTRO ANAERÓBIO.** Este é uma caixa de concreto ou plástico que possui brita ou outro material filtrante no interior. **Responder se possui SUMIDOURO.** Essa é uma caixa de concreto ou plástico, furada na lateral, que dissipa o esgoto para o solo. Pode possuir material filtrante como brita, telha ou tijolo quebrado, etc.
26. **Possui tubulação de drenagem na rua.** Normalmente em rua pavimentada, olhar se possui bueiros caso o proprietário não saiba. Nessa rede deve ir só a água da chuva. **Se SIM, responder se está ligado na rede ou não.**
27. **Há quantos anos está construído o sistema.** Se o proprietário não souber, estimar o tempo em anos que a casa está construída 5, 10, 20 etc
28. **É feita a limpeza periódica. Se SIM, informar a frequência.**
29. **Ano da última limpeza.** Exemplo 2019.
30. **Há acesso para a fossa.** Se esta exposta no terreno e é possível chegar com uma mangueira para sucção.
31. **Há tubo ou tampa.** Observar e responder
32. **Problema de entupimento.** Verificar com o usuário.
33. **Foi aprovado projeto.** Selecionar NÃO INFORMADO.
34. **Existe poço de água.** Se dentro do terreno SIM. **DISTÂNCIA** colocar aproximado em metros ex. 10.
35. **Existe rio ou açude.** Nas proximidades do terreno SIM. **DISTÂNCIA** colocar aproximado em metros ex. 10.
36. **O terreno é úmido ou com laje.** Verificar se empoça muita água, ai responder SIM.
37. **Tem espaço no terreno para construir:** mais ou menos 2x3 m, ai responder SIM.
38. **Possui caixa de água:** se responder SIM, indicar o volume em litros ex. 500.
39. **Clicar em salvar.**

### Perfil da Edificação

|                                      |                                    |                                |                                  |                                     |
|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> residencial | <input type="checkbox"/> comercial | <input type="checkbox"/> mista | <input type="checkbox"/> público | <input type="checkbox"/> industrial |
|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|

### Outras Informações

|                                    |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |  |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--|
| Nº pessoas na edificação           | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 | <input type="checkbox"/> 8 |  |
| Nº máximo de pessoas na edificação | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 | <input type="checkbox"/> 8 |  |
| Nº de quartos                      | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 | <input type="checkbox"/> 8 |  |
| Nº de quartos (HOTEL)              | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 | <input type="checkbox"/> 8 |  |

\*se tiver mais que 8, favor escrever o número na última coluna, exemplo: 9, 12, 20, etc.

|  |                              |                              |
|--|------------------------------|------------------------------|
| Sistema de tratamento é individual?  | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |
| Se aplicável: a fossa é em conjunto com outra residência/comércio, ou é sistema coletivo com rede pública de esgoto: | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |
| Observações do sistema:  |                              |                              |

|                            |                              |                              |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Possui caixa de gordura?   | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |
| Possui Fossa Negra?        | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |
| Possui Tanque séptico?     | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |
| Possui Filtro Anaeróbio    | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |
| Possui Sumidouro           | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |
| Possuo Tanque com Cloração | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |

|  |                              |                              |
|--|------------------------------|------------------------------|
| Possui tubulação de drenagem em frente a edificação? | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |
| Possui ligação na drenagem pluvial?                  | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não |

|   |                                    |                                  |
|---|------------------------------------|----------------------------------|
| Há quantos anos está construído o sistema de esgoto? <b>Por gentileza, escreva o número, ex: 5, 10, 15, etc</b> |                                    |                                  |
| É feita a limpeza periódica?  | <input type="checkbox"/> sim       | <input type="checkbox"/> não     |
| Qual a frequência?  | <input type="checkbox"/> semestral | <input type="checkbox"/> anual   |
|   | <input type="checkbox"/> bienal    | <input type="checkbox"/> trienal |
|   | <input type="checkbox"/> outro     |                                  |
| Ano da última limpeza? <b>Por gentileza, escreva o número, ex: 2018, 2019, 2020, etc</b>                        |                                    |                                  |
| Há acesso para a fossa ou sistema de tratamento de esgoto?  | <input type="checkbox"/> sim       | <input type="checkbox"/> não     |
| Há tubo para sucção ou tampa de inspeção para fazer a limpeza da fossa/sistema de tratamento de esgoto?         | <input type="checkbox"/> sim       | <input type="checkbox"/> não     |
| A fossa já apresentou problemas de entupimento ou vazamento?  | <input type="checkbox"/> sim       | <input type="checkbox"/> não     |

|  |                               |                              |
|--|-------------------------------|------------------------------|
| Existe poço de água próximo?   | <input type="checkbox"/> sim  | <input type="checkbox"/> não |
| Qual a distância aproximada do poço? (metros) <b>Por gentileza, escreva o número, ex: 5, 10, 15, etc</b> |                               |                              |
| Existe rio ou açude próximo?   | <input type="checkbox"/> sim  | <input type="checkbox"/> não |
| Qual a distância do rio ou açude? (metros) <b>Por gentileza, escreva o número, ex: 5, 10, 15, 20 etc</b> |                               |                              |
| O terreno é predominantemente úmido ou com laje?   | <input type="checkbox"/> sim  | <input type="checkbox"/> não |
| Tem espaço no terreno para construir tratamento de esgoto individual?                                    | <input type="checkbox"/> sim  | <input type="checkbox"/> não |
| Possui caixa de água?  | <input type="checkbox"/> sim  | <input type="checkbox"/> não |
| Quantos litros?  | <input type="checkbox"/> 100  | <input type="checkbox"/> 200 |
|  | <input type="checkbox"/> 350  | <input type="checkbox"/> 500 |
|  | <input type="checkbox"/> 1000 | Outro:                       |

|  | Rua                            | Nº | Bairro             |
|--|--------------------------------|----|--------------------|
|  | Rua Adelche Buratto            |    | Centro             |
|  | Rua Agostinha Paula Cidade     |    | Centro             |
|  | Rua Agostinho Neto             |    | Centro             |
|  | Rua Anita Rosa dos Santos      |    | Centro             |
|  | Rua Antônio Macedo             |    | Centro             |
|  | Rua Aristeu Padilha            |    | Centro             |
|  | Rua Artur Knoll                |    | Centro             |
|  | Avenida Henrique Assink        |    | Centro             |
|  | Avenida Henrique Assink        |    | VI NS<br>Aparecida |
|  | Rodovia BR 282                 |    | Interior           |
|  | Rodovia BR 282                 |    | Piurras            |
|  | Rodovia BR 282                 |    | Ponte Alta         |
|  | Rodovia BR 282                 |    | São Miguel         |
|  | Rodovia BR-282                 |    | Centro             |
|  | Vila Campinas                  |    |                    |
|  | Rua Coronel Caetano V Costa    |    | Centro             |
|  | Rua Dalvina Felipe Cidade      |    | Centro             |
|  | Rua Dg Telesc                  |    | Centro             |
|  | Rua Evaldo Assink              |    | Centro             |
|  | Estrada GERAL CAMPINAS         |    |                    |
|  | Rua Geral Ario                 |    | Centro             |
|  | Estrada Geral Bocaina A Canoas |    | Piurras            |

|  | Rua                                   | Nº | Bairro   |
|--|---------------------------------------|----|----------|
|  | Rua Indalecio Batista Gomes           |    | Centro   |
|  | Rua José Schmidt                      |    | Centro   |
|  | Avenida João Assink                   |    | Centro   |
|  | Rua Ludgero Buss Oening               |    | Centro   |
|  | Rua Maria dos Prazeres Santos<br>Goss |    | Centro   |
|  | Rua Olga Conceição Schlichting        |    | Centro   |
|  | Rua Pedro Fheldaus                    |    | Centro   |
|  | Linha Pinheiro Mercado                |    |          |
|  | Travessa Piurras para Areião          |    | Piurras  |
|  | Travessa Piurras para Mineiro         |    | Piurras  |
|  | Rodovia Ponte Alta                    |    | Centro   |
|  | Estrada Santa Rosa                    |    |          |
|  | Rodovia SC 427                        |    | Campinas |
|  | Rua Valdevino Faria do Amarante       |    | Centro   |
|  | Rua Valdevino Faria do Amarante       |    | Piurras  |
|  | Rua Via Margens Br 282 - Km 182       |    | Centro   |
|  | Avenida Zeca Atanásio                 |    | Centro   |
|  | Rua Logradouro Não Cadastrado         |    | Centro   |
|  | Rua Gustavo Henz                      |    | Centrp   |
|  | Rua José Freitas                      |    | Centro   |
|  |                                       |    |          |
|  |                                       |    |          |

CEP: 88538-000

Município: Bocaina do Sul

**Caso não tenha localizado a rua, escreva ela e o bairro no quadro abaixo:**

|  |
|--|
|  |
|--|

## 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



5 ANOS  
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.

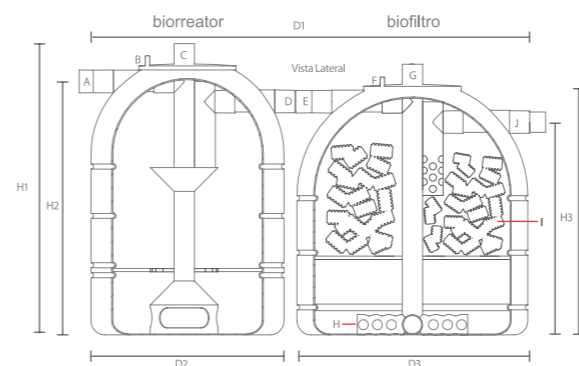


- Grande redução da carga orgânica (fossa e fossa-filtro reduzem no máximo em 50%);
- Não requer colocação de brita (fossa e fossa-filtro requerem);
- Não requer retrolavagem (sistemas com brita requerem);
- Feito com material estanque, evita infiltração no solo e no lençol freático;
- O lodo gerado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



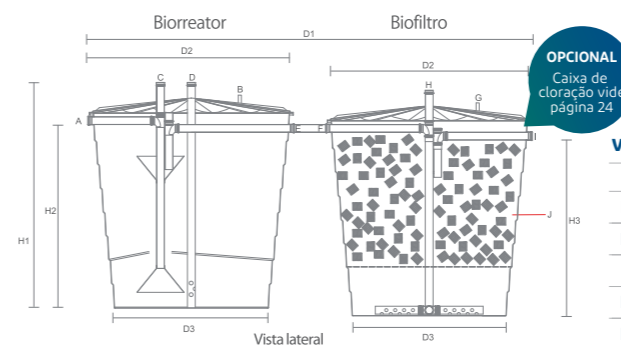
|  | VOLUMES | 1.000 L | 2.000 L |
|--|---------|---------|---------|
| A - Entrada do Biorreator - PVC 100 mm       | D1      | 2177 mm | 2715 mm |
| B - Saída de gases do Biorreator - PVC 20 mm | D2      | 962 mm  | 1300 mm |
| C - Entrada para limpeza - PVC 100 mm        | D3      | 1150 mm | 1350 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

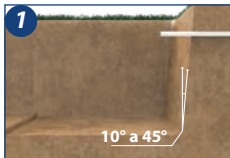


|    | VOL.    | 3.000 L | 5.000 L | 7.500 L | 10.000 L | 15.000 L | 20.000 L | 26.000 L |
|----|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| D1 | 4100 mm | 4460 mm | 5580 mm | 5580 mm | 6600 mm  | 6600 mm  | 6600 mm  | 6600 mm  |
| D2 | 1850 mm | 2130 mm | 2650 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)

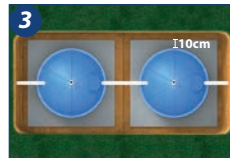
## INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO



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



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



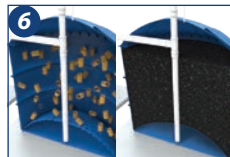
3. A base deve apoiar todo o fundo do equipamento e ser pelo menos 10cm maior que o diâmetro do mesmo.



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



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



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



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



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



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



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

### Atenção!

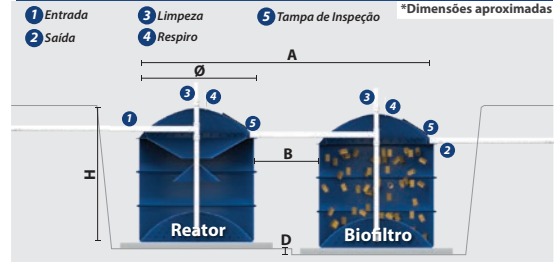
Em caso de dúvidas com relação às características do solo, lençol freático e especificação civil, contate um técnico responsável pela instalação da obra.

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

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

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

E(DBO)1% Conforme NBR 13.969 \*\*160 hab/dia \*\*\*30 hab/dia \*\*\*\*100 hab/dia e DBO de até 300 mg/L  
 Eficiência 70-90 Padrão de contribuição definido e de responsabilidade do contratante.



## ! IMPORTANTE

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

DATA DE FABRICAÇÃO

| JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | CONTINUAÇÃO DE QUALQUER MÊS OK |         |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
|     |     |     |     |     |     |                                | ALBUINO |    |    |    |    |    |    |    |    |   |
| 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 |
|     |     |     |     |     |     |                                |         |    |    |    |    |    |    |    | C  |   |
|     |     |     |     |     |     |                                |         |    |    |    |    |    |    |    | D  |   |

INDÚSTRIA BRASILEIRA