



CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/2019

ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL

Diagnóstico de situação e proposição de alternativas

Palmeira – Santa Catarina



PREFEITURA MUNICIPAL
ANITA GARIBALDI - SC



CISAMA
Consórcio Intermunicipal
Serra Catarinense



UDESC
LAGES - CAV

Novembro de 2024

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/2019

ORGANIZAÇÃO

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMEIRA

Fernanda de Souza Cordova Prefeita Municipal

Sandro Alex Masselai Vice-Prefeito Municipal

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO

Adir Faccio Diretor Geral

Antoninho Luiz Baldissera Diretor de Regulação

Denis José Silvestre Costa 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

Equipe Técnica Municipal

Ritchelly Cardoso
Secretária de Saúde

Eliane Coelho
Secretária de Assistência e Habitação

Alexandra Masselai
Secretária de Educação, Cultura e
Desporto

Rodrigo Ribeiro
Secretário de Administração e
Licitações

Bento Stahling
Secretário de Obras e Serviços do
Interior

Gilberto Batista
Secretário de Obras e Serviços
Urbanos

Crislaine Pedroso
Secretária de Meio Ambiente e
Saneamento Ambiental

Caroline Moll
Secretária de Contas
Públicas

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.....	13
3	Estudo populacional	14
4	Cenário atual do saneamento básico.....	19
4.1	Sistema de Abastecimento de Água	19
4.2	Esgotamento sanitário	22
4.3	Drenagem e manejo de águas pluviais	22
5	Projeção da geração de lodo e esgoto.....	23
5.1	Esgoto na área urbana.....	23
5.2	Lodo na área urbana	24
5.3	Esgoto na área rural	25
5.4	Lodo na área rural.....	27
6	Diagnóstico.....	28
6.1	Informações do município sobre a gestão do sistema de esgotos sanitários ..	28
6.2	Sistemas individuais na área urbana.....	30
6.2.1	Metodologia de aplicação dos questionários.....	30
6.3	Resultados.....	31
6.3.1	Característica das edificações.....	31
6.3.2	Características dos sistemas de tratamento.....	31
6.3.3	Sistemas de disposição	36
6.3.4	Idade dos sistemas	38
6.3.5	Limpeza dos sistemas	38

6.3.6	Espaço no terreno para instalação	40
6.4	Caixa de água	41
7	Legislação.....	41
8	Soluções para o tratamento de esgoto sanitário.....	43
8.1	Tanques sépticos.....	44
8.1.1	Dimensionamento do tanque séptico.....	44
8.1.2	Limpeza dos tanques sépticos	45
8.2	Filtro anaeróbio	45
8.2.1	Dimensionamento do filtro anaeróbio	47
8.3	Estudo de caso envolvendo a aplicação de tanque séptico e filtro anaeróbio	47
8.4	Alternativa baseada no sistema de <i>wetlands</i>	48
8.4.1	Tratamento de esgoto bruto por meio de <i>wetland</i> vertical Sistema Francês	49
8.4.2	Tratamento de lodos através de sistemas <i>wetlands</i> construídos.....	53
8.4.3	Dimensionamento das unidades <i>wetlands</i> para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do <i>Wetland</i> Vertical Sistema Francês para tratamento do Esgoto Sanitário (WVSF).....	54
8.5	Alternativas de disposição do esgoto tratado	59
8.6	Edificações sem espaço útil.....	60
9	Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Palmeira	60
10	Custos e cobrança pelos serviços.....	67
11	Plano de ação.....	74
12	Considerações finais.....	79
13	Referências	81
14	Anexos.....	87

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Evolução da população de Palmeira entre os anos de 1996 e 2022.	14
Tabela 2 - Projeção da população urbana de Palmeira para o período de 2023-2044, utilizando vários modelos.....	15
Tabela 3 - Projeção da população rural de Palmeira para o período de 2023-2044, utilizando vários modelos.....	17
Tabela 4 - Projeção da população no município de Palmeira.....	18
Tabela 5 – Dados dos sistemas de abastecimento de água (SAA) do município de Palmeira no período de 2013 a 2022.	20
Tabela 6 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área urbana de Palmeira.....	24
Tabela 7 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Palmeira.	25
Tabela 8 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área rural de Palmeira.	26
Tabela 9 - Projeção de produção de lodo na área rural de Palmeira.	27
Tabela 10 - Referências de taxas de sólidos aplicados em <i>wetlands</i>	53
Tabela 11 - Parâmetros de dimensionamento do WL para o lodo de TS.	56
Tabela 12 - Dados de entrada para dimensionamento do WVSF.....	58
Tabela 13 - Área total dos dois módulos do primeiro estágio.	58
Tabela 14 - Área total dos dois módulos do segundo estágio.	58
Tabela 15. Resumo dos custos para o WL e WVSF incluindo toda rede coletora.....	59
Tabela 16 - Estimativa de ligações em Palmeira até 2044.	68
Tabela 17 - Custos dos sistemas de tratamento individual.....	68
Tabela 18 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Lages.	69
Tabela 19 - Estimativa de custos para a limpeza considerando a gestão associada entre Palmeira e	70
Tabela 20 - 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.	72
Tabela 21 - 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 Palmeira.	11
Figura 2 - Bacia Hidrográfica do Rio Canoas.	12
Figura 3 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de Palmeira.	16
Figura 4 - Modelos de projeção populacional para a área rural do município de Palmeira.	18
Figura 5- Dados da população total de Palmeira entre 1996 e 2022 e evolução populacional entre 2023 e 2044.	19
Figura 6 – Mapa de Localização da Estação de Tratamento de Água de Palmeira.	22
Figura 7 - Número médio de pessoas nas edificações entrevistadas. Esses números representam a quantidade mais provável de pessoas na edificação.	31
Figura 8 - Distribuição das propriedades entre sistemas coletivos e individuais.	32
Figura 9 - Porcentagem de caixas de gordura instaladas.	32
Figura 10 - Presença ou não de fossa rudimentar nas residências.	34
Figura 11 - Presença de tanque séptico nas edificações entrevistadas.	35
Figura 12 – Presença de filtro anaeróbio nas edificações entrevistadas.	35
Figura 13 - Presença de sumidouro nas propriedades entrevistadas.	36
Figura 14 - Presença de tubulação de drenagem na rua.	37
Figura 15 - Porcentagem de entrevistados que afirmaram estar ligados ou não à rede de drenagem pluvial.	38
Figura 16 – Realização de limpeza nos sistemas de tratamento.	39
Figura 17 – Ocorrência de problemas no sistema de esgoto.	40
Figura 18 - Disponibilidade de espaço para instalação de sistemas individuais.	41
Figura 19 - Tanque séptico.	44
Figura 20 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.	46
Figura 21 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbio.	48
Figura 22 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.	50
Figura 23 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.	51
Figura 24 - Perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio do Sistema Francês.	52
Figura 25 - <i>Wetland</i> vertical para tratamento de lodo.	54
Figura 26 - Concepção padrão a ser adotada na proposta.	55

Figura 27 – Sugestão de subdivisão de bacias para o tratamento de esgoto pelo sistema de <i>wetlands</i>	57
Figura 28 – Modelo de programas de gestão associada envolvendo a ETE de Otacílio Costa e os potenciais sistemas individuais no próprio município e de Palmeira.	65

Lista de Quadros

Quadro 1 – Legislação municipal envolvendo o tratamento de esgotos no município de Palmeira.....	28
Quadro 2 - Características dos filtros anaeróbios de diferentes sentidos de fluxo.....	46
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.....	75
Quadro 4 - Objetivo 2: regularizar as edificações do município de Palmeira com relação aos sistemas de esgotos sanitários.	77
Quadro 5 - Objetivo 3: implantar o serviço de manutenção dos sistemas individuais...	78
Quadro 6 - Objetivo 4: realizar campanhas de educação ambiental.....	79

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

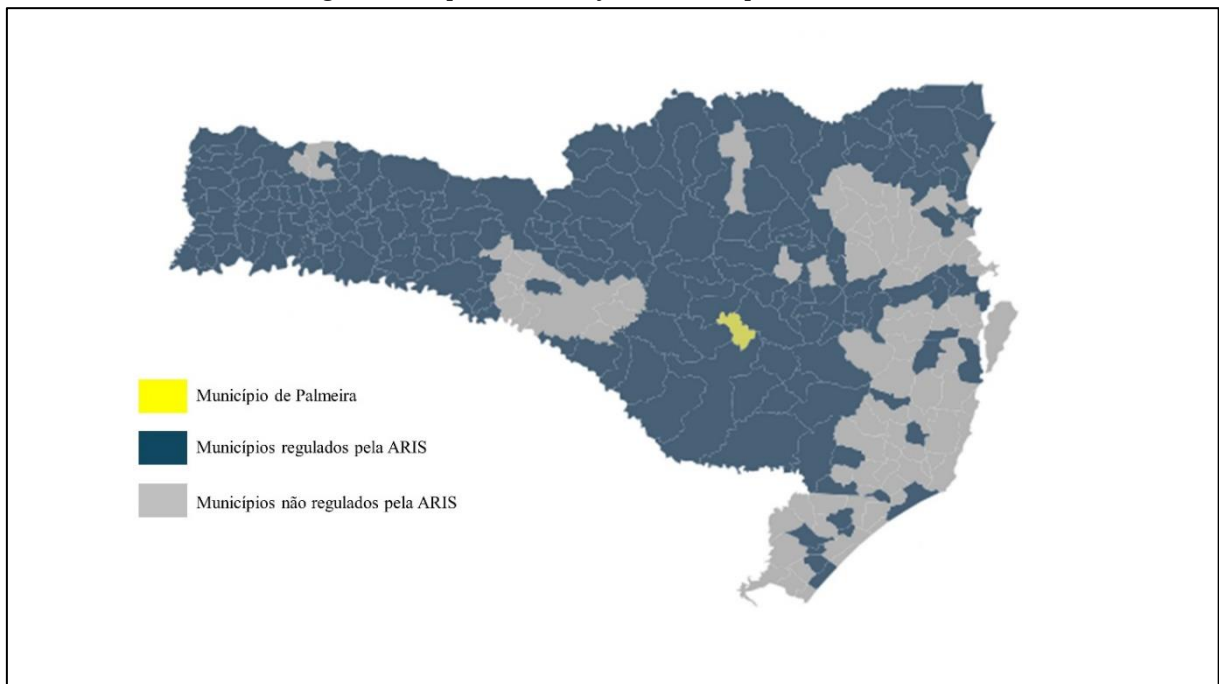
constitui-se em uma importante ferramenta para tomada de decisões por parte dos órgãos responsáveis pela infraestrutura urbana e rural, pelo controle ambiental e pela saúde da população. O presente trabalho destina-se a analisar o estado atual do esgotamento sanitário no município de Palmeira, que está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

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

2 Aspectos gerais do município

O município de Palmeira fica localizado na mesorregião serrana de Santa Catarina e participa da Associação dos Municípios da Região Serrana (AMURES). O município ocupa uma área de 289,097 km², apresentando uma população em 2022 de 2.561 habitantes e uma densidade demográfica de 8,86 hab/km² (IBGE, 2024). O município faz divisa com as cidades catarinenses de Lages, Correia Pinto, Ponte Alta e Otacílio Costa (IBGE, 2024). Localiza-se a uma latitude 27°34'50" sul, a uma longitude 50°09'30" oeste, está situado a uma distância de 228 km de Florianópolis (GOOGLE, 2024), e possui altitude de 870 metros (PALMEIRA, 2011). O IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal mais atualizado foi de 0,671 (IBGE, 2024). A Figura 1 apresenta um mapa de localização do município no estado de Santa Catarina.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Palmeira.



Fonte: ARIS, n.d.

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 Palmeira.

2.1.1 Solo

O município de Palmeira está situado em uma região com uma variedade de tipos de solos, possuindo, entre outras, as seguintes classificações segundo o mapa de Levantamento de Reconhecimento dos Solos de Santa Catarina (EMBRAPA, 2004):

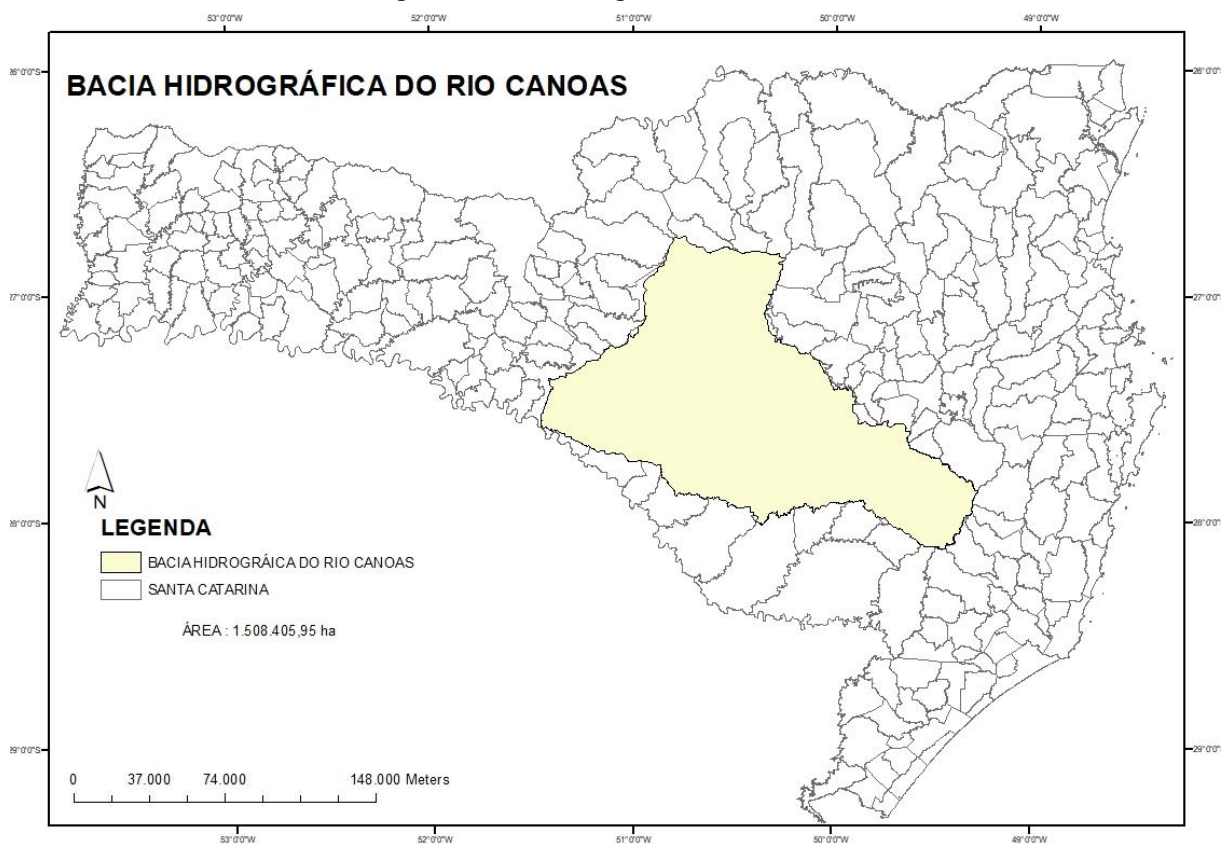
- Cambissolo Álico Tb e Ta A proeminente e húmico, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado e ondulado (Ca45).
- Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical, relevo suave ondulado e ondulado (Ca49).
- Associação Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, relevo ondulado + Solos Litólicos Álicos A proeminente, textura média, relevo forte ondulado (substrato sedimentos pelíticos), ambos fase floresta subtropical perenifólia (Ca51).

- Cambissolo Álico Tb A húmico, textura argilosa, fase campo e floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado (Ca69).
- Associação Solos Litólicos Álicos A proeminente, textura argilosa, relevo forte ondulado (substrato sedimentos pelíticos) + Cambissolo Álico Tb A proeminente, textura argilosa, relevo ondulado, ambos fase campo subtropical (Ra3).

2.1.2 Recursos Hídricos

O município de Palmeira está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Canoas (Região Hidrográfica RH4) conforme apresenta o mapa desta bacia hidrográfica (Figura 2). Na composição hidrológica do município, destaca-se o Rio Palmeira, Rio dos Índios, Rio Canoas, Córrego do Campo Novo, Córrego do Alagado Grande e Ribeirão do Antônio (ANA/SNIRH, [s.d.]).

Figura 2 - Bacia Hidrográfica do Rio Canoas.



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

2.1.3 Uso e ocupação do solo

O uso do solo da área urbana de Palmeira é objeto de planejamento no âmbito do município de acordo com a Lei Complementar nº 132 de 15 de março de 2018, a qual dispõe sobre a lei do parcelamento do solo urbano do município de Palmeira (PALMEIRA, 2018). Em termos de economia, Palmeira ficou entre as 10 cidades de Santa Catarina que mais cresceram em 2021, de acordo com os dados do IBGE divulgados à época (PALMEIRA, 2023). Neste período, o PIB (Produto Interno Bruto) do município foi de R\$ 187.887.681, decorrente, principalmente, do resultado das atividades agropecuárias (R\$ 66.429.010), indústria (R\$ 55.809.850) e serviços (R\$ 30.188.944). Em 2017, existiam 520 estabelecimentos agropecuários no município, que ocuparam uma área total de 28.251 hectares (IBGE, 2024). As lavouras temporárias de maior destaque foram soja em grão, com valor de produção de R\$ 2.206.776, seguida de abóbora, moranga e jerimum (valor de produção de R\$ 1.227.810) e milho em grão (valor de produção de R\$ 1.176.274) (IBGE, 2024). Com relação à extração vegetal e silvicultura, o município produziu em 2022 um total de 705.000 m³ de madeira em tora, plantadas em uma área total de 11.400 hectares (incluindo eucalipto e pinus), com um valor de produção de R\$ 64.420.000 (IBGE, 2024). Com relação às indústrias de transformação, o município de Palmeira possui algumas empresas de destaque como a Avanex, que atua no setor de produtos químicos para uso no saneamento, a Resitol, produtora de esterol a partir de Pinus, e a Minersul que atua na área de extração de bauxita. Recentemente foi anunciado investimentos de R\$ 218,3 milhões para a implementação de uma planta de produção de Cloro-Álcalis pela Chlorum Solutions (PALMEIRA, 2024b).

2.1.4 Diagnóstico socioambiental

O município de Palmeira localiza-se na Mesorregião Serrana, a uma altitude de 870 m, e pertence a Associação dos Municípios da Região Serrana (AMURES) (PALMEIRA, 2024a). Possui clima Cfb (classificação de Köppen), mesotérmico úmido e temperatura média anual de 15°C (PALMEIRA, 2011). O município pertence ao Bioma Mata Atlântica e possui uma variação diversificada de tipos de solo conforme apresentado no item 2.1.1. A área urbanizada é de 1,69 Km² de um total de 289,097 Km². Dentro da área urbana, 39,9% das vias públicas são arborizadas e 45,3% destas vias são consideradas urbanizadas (IBGE, 2024). O município

possui uma população segundo o Censo de 2022 de 2.561 pessoas, sendo o décimo sexto mais populoso na sua região geográfica imediata (IBGE, 2024), em um total de 18 municípios. Por outro lado, apresenta o terceiro maior PIB per capita considerando a mesma região citada.

3 Estudo populacional

Para o planejamento das ações visando a universalização do serviço de esgotamento sanitário, foi realizado um estudo de projeção populacional para um horizonte de 20 anos a contar a partir de 2023. Neste sentido, foram obtidos dados do IBGE, entre 1996 e 2022, além de dados informados ao SNIS pela concessionária responsável pelo abastecimento de água no município. Estes dados referem-se a censos e estimativas de população para avaliar as modificações no número de habitantes do município de Palmeira ao longo do tempo. Com base nos dados da Tabela 1, foram aplicados modelos matemáticos, segundo a metodologia desenvolvida e recomendada pela ARIS (ARIS, 2023), permitindo projetar a população urbana e rural ao longo dos próximos 20 anos.

Tabela 1 - Evolução da população de Palmeira entre os anos de 1996 e 2022.

Ano	População (hab.)		
	Urbana	Rural	Total
1996	708	1.250	1.958
2000	771	1.362	2.133
2007	910	1.424	2.334
2010	925	1.448	2.373
2022	1.042 ^a	1.519 ^b	2.561

^a População abastecida com água na área urbana em 2021 e usada como estimativa para 2022 (SNIS, 2023)

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

Fonte: Adaptado de (ARIS, 2023).

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 Palmeira são apresentados na Tabela 2.

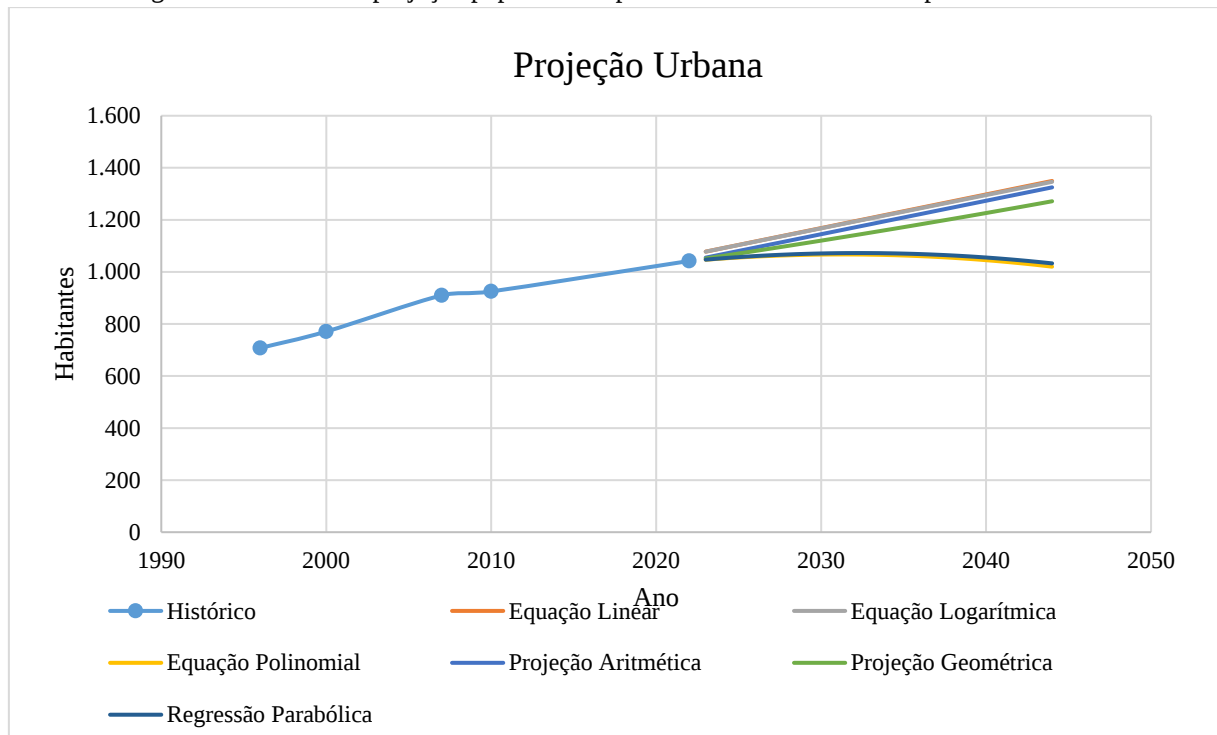
Tabela 2 - Projeção da população urbana de Palmeira para o período de 2023-2044, utilizando vários modelos.

Ano	Equação Linear	Equação Logarítmica	Equação Polinomial	Projeção Aritmética	Projeção Geométrica	Regressão Parabólica
2023	1.078	1.078	1.047	1.055	1.051	1.047
2024	1.091	1.091	1.051	1.068	1.061	1.052
2025	1.104	1.103	1.055	1.081	1.071	1.057
2026	1.117	1.116	1.059	1.093	1.080	1.061
2027	1.130	1.129	1.062	1.106	1.090	1.064
2028	1.143	1.142	1.064	1.119	1.100	1.067
2029	1.156	1.155	1.065	1.132	1.110	1.069
2030	1.168	1.167	1.067	1.145	1.120	1.071
2031	1.181	1.180	1.067	1.158	1.130	1.072
2032	1.194	1.193	1.067	1.171	1.141	1.072
2033	1.207	1.206	1.066	1.183	1.151	1.072
2034	1.220	1.219	1.065	1.196	1.161	1.072
2035	1.233	1.231	1.063	1.209	1.172	1.070
2036	1.246	1.244	1.061	1.222	1.183	1.069
2037	1.259	1.257	1.058	1.235	1.193	1.066
2038	1.272	1.270	1.054	1.248	1.204	1.063
2039	1.285	1.282	1.050	1.261	1.215	1.059
2040	1.298	1.295	1.045	1.273	1.226	1.055
2041	1.311	1.308	1.040	1.286	1.237	1.050
2042	1.324	1.321	1.034	1.299	1.249	1.045
2043	1.337	1.333	1.027	1.312	1.260	1.039
2044	1.349	1.346	1.020	1.325	1.271	1.033

Fonte: Adaptado de (ARIS, 2023).

Os valores obtidos foram utilizados para a construção de curvas de projeção populacional (Figura 3), incluindo os dados do IBGE entre 1996 e 2022 e os valores estimados pelos diversos modelos matemáticos.

Figura 3 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de Palmeira.



Fonte: Adaptado de (ARIS, 2023).

Os dados apresentados na Figura 3 apresentam uma tendência de aumento da população da área urbana no município de Palmeira. Assim, o modelo de projeção geométrica foi selecionado para estimar a evolução populacional entre 2023 e 2044, com uma estimativa de aumento de 1.051 para 1.271 nesse período, na área urbana de Palmeira.

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

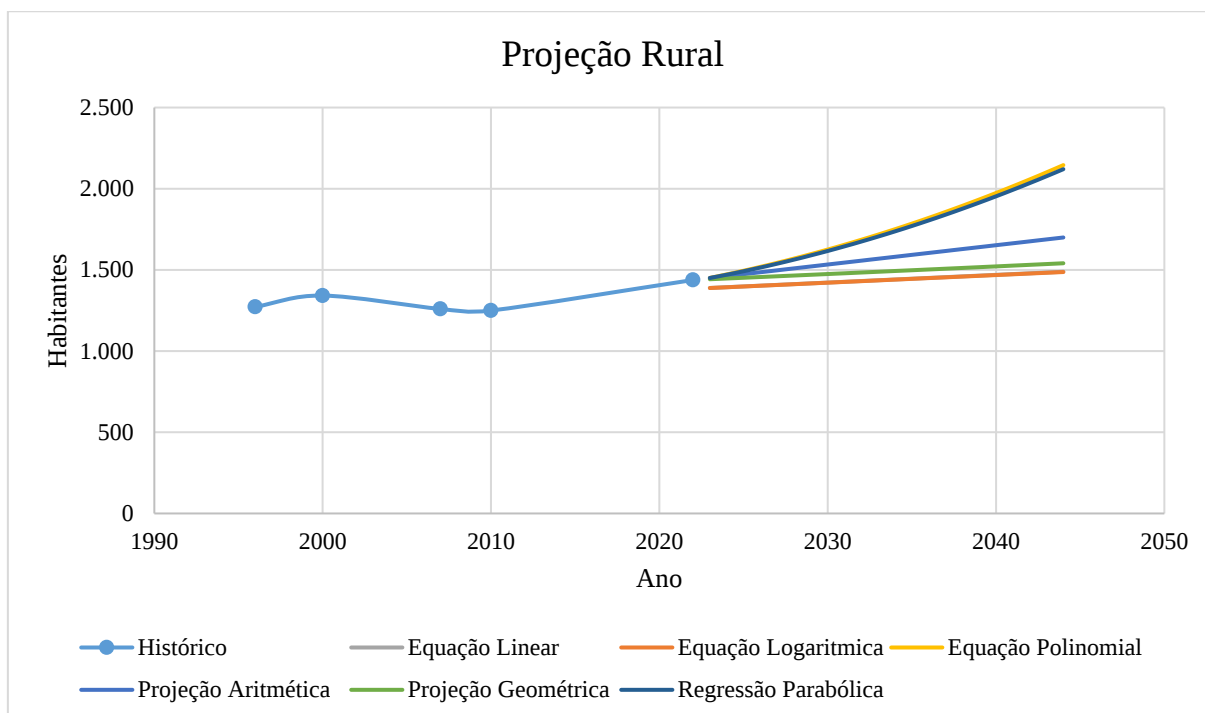
Tabela 3 - Projeção da população rural de Palmeira para o período de 2023-2044, utilizando vários modelos.

Ano	Equação Linear	Equação Logarítmica	Equação Polinomial	Projeção Aritmética	Projeção Geométrica	Regressão Parabólica
2023	1.553	1.553	1.516	1.566	1.525	1.517
2024	1.562	1.562	1.516	1.575	1.531	1.517
2025	1.572	1.572	1.515	1.584	1.537	1.517
2026	1.581	1.581	1.513	1.593	1.543	1.516
2027	1.591	1.590	1.511	1.602	1.550	1.514
2028	1.600	1.600	1.508	1.611	1.556	1.512
2029	1.610	1.609	1.504	1.620	1.562	1.509
2030	1.619	1.619	1.500	1.629	1.568	1.505
2031	1.629	1.628	1.495	1.637	1.575	1.500
2032	1.638	1.638	1.489	1.646	1.581	1.495
2033	1.648	1.647	1.482	1.655	1.587	1.489
2034	1.657	1.656	1.475	1.664	1.593	1.483
2035	1.667	1.666	1.467	1.673	1.600	1.476
2036	1.676	1.675	1.459	1.682	1.606	1.468
2037	1.686	1.685	1.449	1.691	1.613	1.459
2038	1.696	1.694	1.440	1.700	1.619	1.450
2039	1.705	1.703	1.429	1.709	1.626	1.440
2040	1.715	1.713	1.418	1.717	1.632	1.430
2041	1.724	1.722	1.406	1.726	1.639	1.418
2042	1.734	1.731	1.393	1.735	1.645	1.406
2043	1.743	1.741	1.380	1.744	1.652	1.394
2044	1.753	1.750	1.366	1.753	1.658	1.380

Fonte: Adaptado de (ARIS, 2023).

Para a área rural, os dados do IBGE também indicam uma tendência de aumento da população rural entre 2007 e 2022 (Figura 4).

Figura 4 - Modelos de projeção populacional para a área rural do município de Palmeira.



Fonte: Adaptado de (ARIS, 2023).

Desta forma, para fins de planejamento, a população rural estimada para 1.525 pessoas em 2023 deverá aumentar até 1.658 habitantes em 2044. Essa estimativa foi baseada no modelo de projeção geométrica, que foi o que melhor modelou essa tendência de evolução populacional (Figura 4).

Em resumo, foi definido uma população total de final de plano igual a 2.929 habitantes, sendo 1.271 na área urbana do município e 1.658 na área rural. A Tabela 4 resume a projeção da população total do município de Palmeira e as populações urbana e rural.

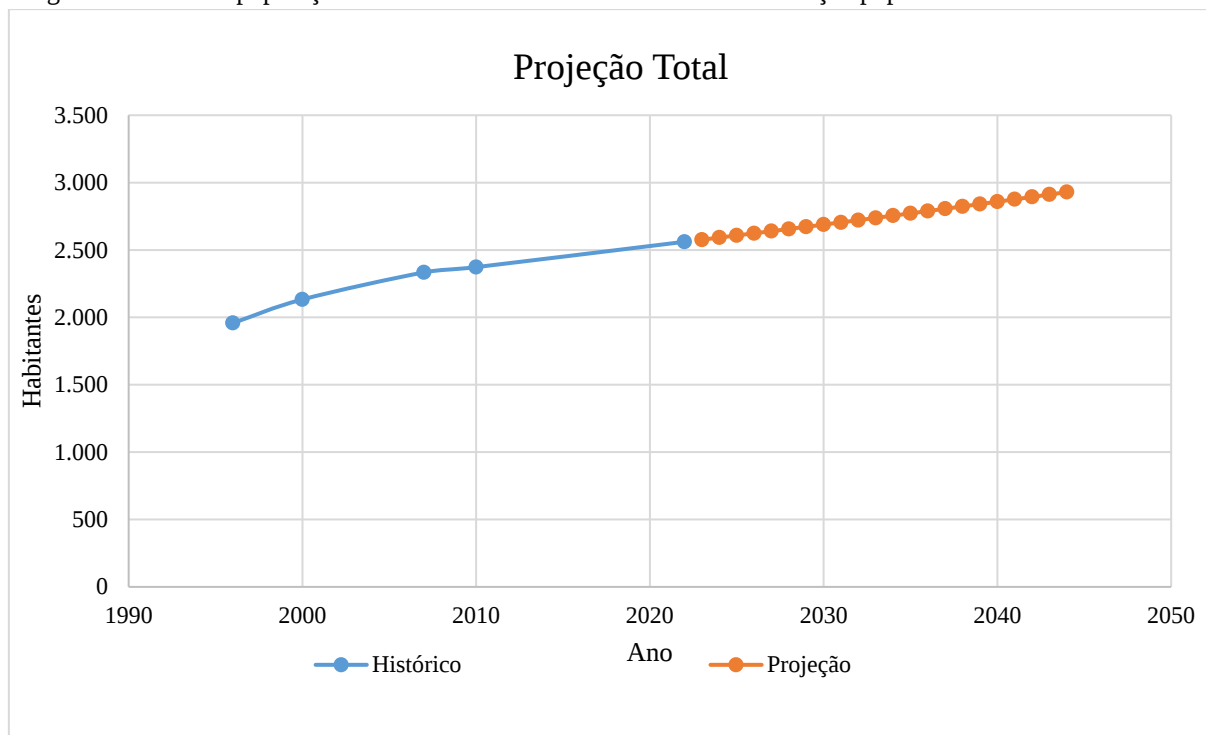
Tabela 4 - Projeção da população no município de Palmeira.

Ano	Projeção Urbana	Projeção Rural	Projeção População Total
2022	1.042	1.519	2.561
2044	1.271	1.658	2.929

Fonte: Adaptado de (ARIS, 2023).

A Figura 5 representa graficamente os dados da população total segundo dados do IBGE entre 1996 e 2022 e projeção considerada no estudo para os anos de 2023 a 2044. Assim, esses dados populacionais foram considerados para a realização do plano de ação a ser apresentado na sequência do relatório.

Figura 5- Dados da população total de Palmeira entre 1996 e 2022 e evolução populacional entre 2023 e 2044.



Fonte: Adaptado de (ARIS, 2023).

4 Cenário atual do saneamento básico

4.1 Sistema de Abastecimento de Água

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) do município de Palmeira é administrado e operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan), por meio de Convênio de Cooperação autorizado pela Lei Municipal nº 638 de 2014. O SAA abastece a totalidade da área urbana e importante fração da área periurbana e rural por meio de uma rede de 5,45 Km (AG005). Alguns dados selecionados e informados ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (SNIS, 2024), sobre o SAA, nos últimos 10 anos, encontram-se resumidos na Tabela 5.

Tabela 5 – Dados dos sistemas de abastecimento de água (SAA) do município de Palmeira no período de 2013 a 2022.

Ano	AG001 - População atendida	AG002 - Ligações ativas	IN022 - Consumo <i>per capita</i> (L/hab.dia)	IN023 - Atendimento urbano (%)	IN049 - Índice de perdas (%)	IN055 - Atendimento total (%)
2013	1.110	380	113,98	100	36,93	44,61
2014	1.144	396	119,29	100	43,51	45,54
2015	1.220	412	115,04	100	35,85	48,09
2016	1.252	424	113,25	100	49,8	48,87
2017	1.319	446	119,29	100	49,14	51,01
2018	1.364	460	116,59	100	42,67	52,4
2019	1.396	476	118,32	100	41,12	53,14
2020	1.480	498	116,52	100	30,67	55,85
2021	1.538	515	114,24	100	23,11	57,54
2022	1.560	521	119,35	n.i.	28,56	60,91

n.i. (não informado)

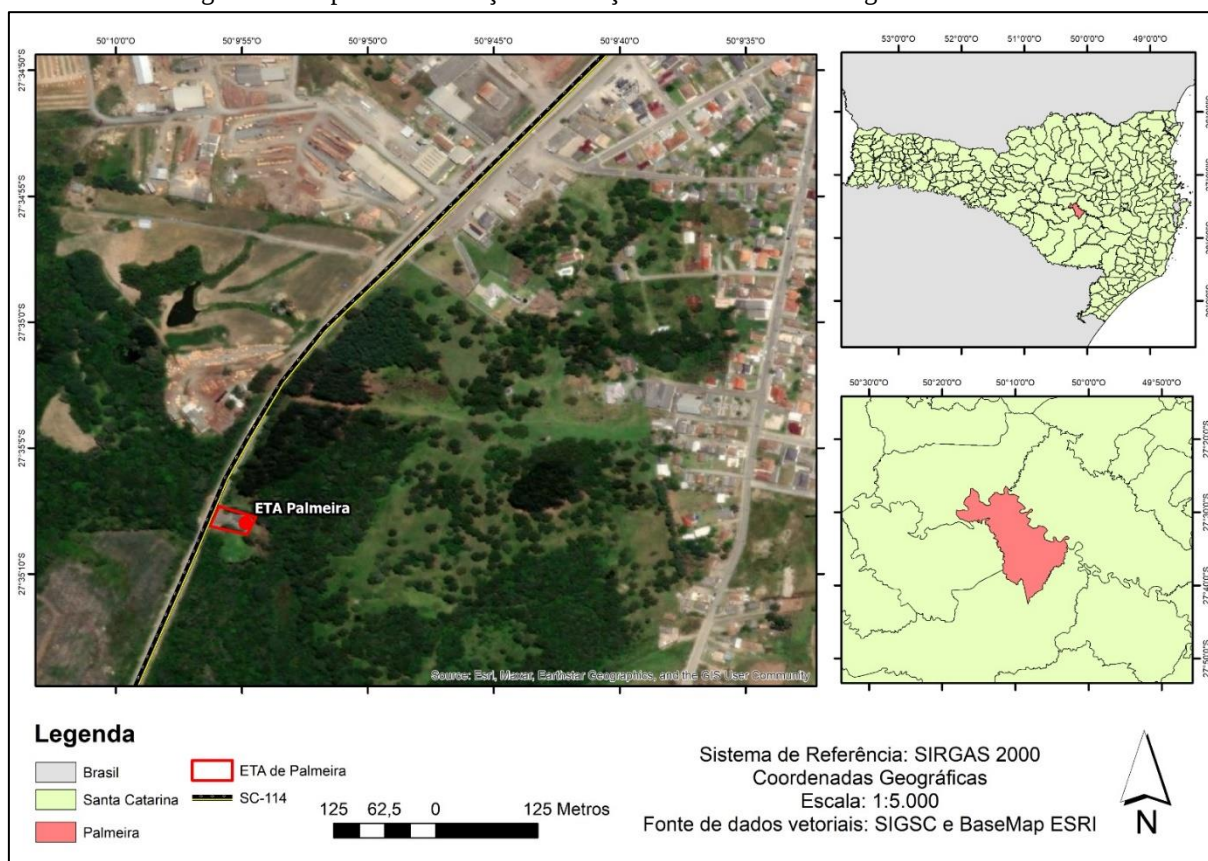
Fonte: Adaptado de (SNIS, 2024).

Observa-se, em termos de população atendida (AG001), uma evolução entre os anos analisados, partindo de 1.110 pessoas em 2013 para 1.560 pessoas no final no período estudado (2022), indicando um aumento de aproximadamente 40% ao longo dos 10 anos. Neste mesmo período, toda a população urbana foi atendida com o serviço de abastecimento de água (IN023), conforme meta estabelecida no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município (PALMEIRA, 2011). Vale destacar que, em números absolutos, a população urbana abastecida com água em 2013 (AG026) foi de 970, superior ao número mais recentemente divulgado de 1.042 (base 2021), corroborando com os dados da evolução populacional apresentada no item 3, que previu um aumento na população urbana do município. Adicionalmente, a população de Palmeira recebe água tratada por meio de 521 ligações ativas (AG002), um número, aproximadamente, 37% superior àquele observado em 2013, demonstrando o avanço no atendimento de água além dos limites da área central do município. O consumo *per capita* (IN022) apresentou valores compatíveis aos já estudados em outros municípios da mesorregião serrana de Santa Catarina e manteve-se dentro de um valor padrão nesses últimos 10 anos, sendo o dado mais recente próximo a 120 L/hab.dia. O índice de perdas na distribuição (IN049) vem reduzindo ao longo do período apresentado, estando atualmente em 28%, ligeiramente acima dos 25% definido no PMSB de 2011 (PALMEIRA, 2011). Por fim, o atendimento total da população do município com água tratada (IN055) vem aumentando desde 2013, atingindo aproximadamente 61% em 2022. No entanto, este número ainda é 38 pontos percentuais abaixo

da meta estabelecida pela Lei 14.026 de 2020 que estabeleceu um percentual de 99% até 2033. Este indicador também se encontra abaixo daquele previsto no PMSB de 2011 para o ano de 2022 que estabeleceu um atendimento de 76% da população do município com água tratada (100% na área urbana e 60% na área rural). Esses dados consideraram, inclusive, uma população estimada para o ano de 2022 em 3.011 pessoas (prevista no PMSB de 2011), aproximadamente 18% acima do número obtido no censo de 2022 de 2.561 pessoas.

Em que pese o sistema de tratamento de água, conforme informações obtidas junto ao prestador de serviços local, o município é atendido por captação superficial de água do rio Palmeira. A Estação de Tratamento de Água (ETA) possui concepção de tratamento por ciclo completo, com vazão de operação de 10 L/s. Esta ETA é do tipo compacta e foi inaugurada em 2017. Ela opera com a etapa de clarificação, envolvendo os processos de coagulação, floculação, decantação e filtração, sendo a água clarificada submetida posteriormente à desinfecção via cloro livre e fluoretação. O coagulante utilizado no processo é o sulfato de alumínio. A captação de água para essa ETA compacta é realizada por meio de bomba flutuante em barragem de nível no rio Palmeira (6 L/s) e uma captação subterrânea de 5,6 L/s. A Figura 6 apresenta a localização da ETA que constitui o SAA de Palmeira. Adicionalmente, entrou em operação uma nova ETA simplificada que trata 2,7 L/s de água subterrânea por meio dos processos de cloração e fluoretação por contato. A referida ETA está localizada na Rua Alexandre Murara. O SAA conta ainda com dois reservatórios, R0 com 75 m³ e R01 com 50 m³. O reservatório R0 está localizado no terreno da estação de tratamento de água e serve como tanque de contato para desinfecção. Já o reservatório R01 está localizado em um terreno particular na área rural do município. Ao todo, o sistema de reservação do município possui 125 m³, conforme informações do prestador de serviço. Cabe destacar que o SAA em questão possui ainda dois sistemas *booster*, constituídos de motobombas, para favorecer a manutenção da pressão dinâmica na rede de distribuição. A localização da ETA é apresentada na Figura 6.

Figura 6 – Mapa de Localização da Estação de Tratamento de Água de Palmeira.



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

4.2 Esgotamento sanitário

O município de Palmeira 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 Palmeira possui uma parcela de área urbana em relação à área total de 1,64% (IN042) conforme os últimos dados informados ao SNIS pelo município, que neste caso foi o ano base de 2022 (SNIS, 2024). O município possuía 60 domicílios sujeitos a risco de inundação em 2022 (RI013) e houve apenas 1 ocorrência de alagamentos e inundações em 2022. Também foi declarado pelo município que não havia Plano Diretor de Drenagem e

Manejo das Águas Pluviais Urbanas, cadastro técnico de obras lineares ou obras ou projetos em andamento, para o sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. O município possuía 5 Km de vias públicas urbanas (IE017), sendo 4 Km pavimentadas e com meio-fio (IE019). Foram identificadas 120 bocal de lobo (IE021) e em 2022 foram realizadas limpeza de bocas de lobo e poços de visita, limpeza e desobstrução de redes e canais fechados, e manutenção ou recuperação de sarjetas do município. Os principais cursos de água da área urbana do município são o Rio Palmeira e o Ribeirão do Antônio (PALMEIRA, 2011).

5 Projeção da geração de lodo e esgoto

5.1 Esgoto na área urbana

Para o cálculo da projeção de esgoto para a área urbana de Palmeira foi considerada a população estimada em 1.271 pessoas (população de 2044 que é a população máxima de projeto). Adicionalmente, foi ainda definido um consumo de água de 120 L/hab.dia. Foram adotados valores em conformidade com a norma técnica NBR 9.649 (ABNT, 1986), usualmente recomendados pela literatura:

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

Vazão média

$$Q_{med} = 1.271 \text{ hab} \times \frac{120 \text{ L}}{\text{hab.d}} \times 0,8 = 122.016,00 \frac{\text{L}}{\text{d}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1.000 \text{ L}} = 122,01 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 122,01 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,2 = 146,41 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 122,01 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,5 = 183,01 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 122,01 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 61,00 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 122,01 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 219,61 \frac{m^3}{d}$$

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

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

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)
2023	1051	100,90	121,08	151,34	50,45	181,61
2024	1061	101,86	122,23	152,78	50,93	183,34
2025	1071	102,82	123,38	154,22	51,41	185,07
2026	1080	103,68	124,42	155,52	51,84	186,62
2027	1090	104,64	125,57	156,96	52,32	188,35
2028	1100	105,60	126,72	158,40	52,80	190,08
2029	1110	106,56	127,87	159,84	53,28	191,81
2030	1120	107,52	129,02	161,28	53,76	193,54
2031	1130	108,48	130,18	162,72	54,24	195,26
2032	1141	109,54	131,44	164,30	54,77	197,16
2033	1151	110,50	132,60	165,74	55,25	198,89
2034	1161	111,46	133,75	167,18	55,73	200,62
2035	1172	112,51	135,01	168,77	56,26	202,52
2036	1183	113,57	136,28	170,35	56,78	204,42
2037	1193	114,53	137,43	171,79	57,26	206,15
2038	1204	115,58	138,70	173,38	57,79	208,05
2039	1215	116,64	139,97	174,96	58,32	209,95
2040	1226	117,70	141,24	176,54	58,85	211,85
2041	1237	118,75	142,50	178,13	59,38	213,75
2042	1249	119,90	143,88	179,86	59,95	215,83
2043	1260	120,96	145,15	181,44	60,48	217,73
2044	1271	122,02	146,42	183,02	61,01	219,63

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

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 17.076:2024 (ABNT, 2024) estima que a quantidade de lodo produzido e encaminhado para os tanques sépticos é de 1 L/hab.dia. Considerando que as fossas serão limpas 1 vez ao ano, que a temperatura média do mês mais frio no município fica abaixo de 10°C e que o valor da taxa de acúmulo de lodo (K) é de 94 dias, calculou-se o volume de lodo que deverá ser coletado na zona urbana de Palmeira. 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 Palmeira.

Ano	Produção de lodo		
	(m³/d)	(m³/mês)	(m³/ano)
2023	0,27	8,23	98,79
2024	0,27	8,31	99,73
2025	0,28	8,39	100,67
2026	0,28	8,46	101,52
2027	0,28	8,54	102,46
2028	0,28	8,62	103,40
2029	0,29	8,70	104,34
2030	0,29	8,77	105,28
2031	0,29	8,85	106,22
2032	0,29	8,94	107,25
2033	0,30	9,02	108,19
2034	0,30	9,09	109,13
2035	0,30	9,18	110,17
2036	0,30	9,27	111,20
2037	0,31	9,35	112,14
2038	0,31	9,43	113,18
2039	0,31	9,52	114,21
2040	0,32	9,60	115,24
2041	0,32	9,69	116,28
2042	0,32	9,78	117,41
2043	0,32	9,87	118,44
2044	0,33	9,96	119,47

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

5.3 Esgoto na área rural

A população da área rural foi definida como 1.658 pessoas (população de 2044 que é a população máxima de projeto). O consumo de água de 120 L/ hab.dia. Foram adotados valores em conformidade com a norma técnica NBR 9.649 (ABNT/1986), similarmente àqueles considerados para a população urbana:

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

Vazão média

$$Q_{med} = 1.658 \text{ hab} \times \frac{120L}{\text{hab.}d} \times 0,8 = 159.168,00 \frac{L}{d} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 159,16 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 159,16 \frac{m^3}{d} \times 1,2 = 191,00 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 159,16 \frac{m^3}{d} \times 1,5 = 238,74 \frac{m^3}{d}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 159,16 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 79,58 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 159,16 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 286,48 \frac{m^3}{d}$$

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

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

Ano	Projeção Rural	Q esgoto (m³/d)	Q máx diária (m³/d)	Q máx horária (m³/d)	Q mín horária (m³/d)	Q máx final de projeto (m³/d)
2023	1525	146,40	175,68	219,60	73,20	263,52
2024	1531	146,98	176,37	220,46	73,49	264,56
2025	1537	147,55	177,06	221,33	73,78	265,59
2026	1543	148,13	177,75	222,19	74,06	266,63
2027	1550	148,80	178,56	223,20	74,40	267,84
2028	1556	149,38	179,25	224,06	74,69	268,88
2029	1562	149,95	179,94	224,93	74,98	269,91
2030	1568	150,53	180,63	225,79	75,26	270,95
2031	1575	151,20	181,44	226,80	75,60	272,16
2032	1581	151,78	182,13	227,66	75,89	273,20
2033	1587	152,35	182,82	228,53	76,18	274,23
2034	1593	152,93	183,51	229,39	76,46	275,27

Ano	Projeção Rural	Q esgoto (m³/d)	Q máx diária (m³/d)	Q máx horária (m³/d)	Q mín horária (m³/d)	Q máx final de projeto (m³/d)
2035	1600	153,60	184,32	230,40	76,80	276,48
2036	1606	154,18	185,01	231,26	77,09	277,52
2037	1613	154,85	185,82	232,27	77,42	278,73
2038	1619	155,42	186,51	233,14	77,71	279,76
2039	1626	156,10	187,32	234,14	78,05	280,97
2040	1632	156,67	188,01	235,01	78,34	282,01
2041	1639	157,34	188,81	236,02	78,67	283,22
2042	1645	157,92	189,50	236,88	78,96	284,26
2043	1652	158,59	190,31	237,89	79,30	285,47
2044	1658	159,17	191,00	238,75	79,58	286,50

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

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 17.076 (ABNT, 2024), de 1 L/hab.dia e considerando que as fossas serão limpas 1 vez ao ano, que a temperatura média do mês mais frio no município fica abaixo de 10°C e que o valor da taxa de acúmulo de lodo (K) é de 94 dias, foi calculado o volume de lodo que deverá ser coletado na zona rural de Palmeira, sendo os dados resumidos na Tabela 9.

Tabela 9 - Projeção de produção de lodo na área rural de Palmeira.

Ano	Produção de lodo		
	(m³/d)	(m³/mês)	(m³/ano)
2023	0,39	11,95	143,35
2024	0,39	11,99	143,91
2025	0,40	12,04	144,48
2026	0,40	12,09	145,04
2027	0,40	12,14	145,70
2028	0,40	12,19	146,26
2029	0,40	12,24	146,83
2030	0,40	12,28	147,39
2031	0,41	12,34	148,05
2032	0,41	12,38	148,61
2033	0,41	12,43	149,18
2034	0,41	12,48	149,74
2035	0,41	12,53	150,40
2036	0,41	12,58	150,96
2037	0,42	12,64	151,62
2038	0,42	12,68	152,19
2039	0,42	12,74	152,84
2040	0,42	12,78	153,41

Ano	Produção de lodo		
	(m³/d)	(m³/mês)	(m³/ano)
2041	0,42	12,84	154,07
2042	0,42	12,89	154,63
2043	0,43	12,94	155,29
2044	0,43	12,99	155,85

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

6 Diagnóstico

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

Com relação ao diagnóstico, foram levantadas informações sobre a gestão dos sistemas de esgotos sanitários em Palmeira (Anexo A) após consulta sobre a legislação municipal apresentada no portal Leis Municipais. O Quadro 1 apresenta uma síntese dos principais aspectos jurídicos do município de Palmeira em termos de esgotamento sanitário após busca no portal com os indexadores “saneamento” e “esgoto(s)”:

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

Legislação	Conteúdo
Lei Municipal nº 977/2023	Ratifica as alterações realizadas no protocolo de intenções consubstanciado no contrato de consórcio público da agência reguladora intermunicipal de saneamento (ARIS), firmado entre o município de Palmeira e a ARIS, mediante autorização da Lei Municipal nº 491/2011, e dá outras providências.
Lei Municipal nº 447/2010	Dispõe sobre a política municipal de saneamento básico e estabelece as diretrizes para a prestação dos serviços que lhe são inerentes.
Lei Municipal nº 484/2011	Institui o conselho municipal de saneamento de Palmeira, o fundo municipal de saneamento básico e dá outras providências.

Legislação	Conteúdo
Lei Municipal nº 603/2013	Aprova o plano de saneamento básico do município de Palmeira e dá outras providências.
Lei Municipal nº 638/2014	Autoriza o Poder Executivo a celebrar Convênio de Cooperação com o Estado de Santa Catarina para cooperação na prestação dos serviços municipais de abastecimento de água e esgotamento sanitário e autoriza a execução de tais serviços pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN, por intermédio de CONTRATO DE PROGRAMA.
Lei Complementar nº 130/2017	Institui procedimentos para obtenção do Alvará de Construção e da Carta de Habite-se de edificações no Município de Palmeira e dá outras providências.
Lei Municipal nº 833/2019	Autoriza o poder executivo municipal a contratar operação de crédito junto à Caixa Econômica Federal, no âmbito do programa FINISA - Financiamento à Infraestrutura e ao Saneamento na modalidade apoio financeiro destinado a aplicação em despesa de capital e a oferecer garantias e dá outras providências.
Decreto Municipal nº 1.677 de 25/05/2020	Dispõe sobre a criação do conselho municipal de controle social de saneamento básico no âmbito do município de Palmeira/SC e dá outras providências.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com base nessas informações, observa-se que o município de Palmeira possui legislação aprovada envolvendo a fiscalização da Política Municipal de Saneamento Básico e a execução do Plano Municipal de Saneamento Básico (Decreto nº 1.677 de 2020) (PALMEIRA,

2020). Existe ainda, legislação com a previsão de emissão de alvará de construção e habite-se, bem como a obrigatoriedade do projeto hidrossanitário de acordo com as normas da ABNT (assume-se a hipótese de atendimento às normas devido à obrigatoriedade de apresentação de Anotação de Responsabilidade Técnica – ART), segundo a lei complementar nº130/2017 (PALMEIRA, 2017). Segundo esta lei, cabe à secretaria de Planejamento do município a fiscalização do projeto de arquitetura e hidrossanitário. Embora exista emissão de habite-se, não é previsto a emissão de habite-se sanitário. Em geral, verifica-se que o município possui ordenamento jurídico consolidado para a regularização de sistemas individuais de tratamento. Por fim, em termos de empresas responsáveis pela limpeza de sistemas individuais de esgotos, cabe destacar que o município não possui nenhum empreendimento especializado neste serviço. Neste caso, foi levantado pelos autores que as empresas que prestam serviços no município são sediadas na cidade de Lages, localizadas a 40 Km de Palmeira.

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 outubro de 2023 e fevereiro de 2024, 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 Palmeira.

A coleta de informações ocorreu por meio autodeclaração do entrevistado ao responder as perguntas do questionário. Foram entrevistadas 101 pessoas, as quais responderam sobre as condições de 94 residências e 7 edificações mistas, correspondendo a uma amostragem das residências pertencentes ao município.

O questionário foi aplicado por Agentes Comunitárias de Saúde alocado no município, o qual entrevistaram moradores durante atendimentos de rotina. As agentes receberam treinamento no dia 22 de setembro de 2023 pelo professor Everton Skoronski e a estagiária do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária Laura Salvador, representando o CAV/UDESC, e pela Engenheira Sanitarista Katynara Goedert, representando o CISAMA. O documento utilizado para o treinamento encontra-se disponível no Anexo C. Em comum acordo com a equipe técnica da ARIS, os dados referentes a geolocalização das residências não foram

registrados. Desta forma, foi disponibilizado um formulário (Anexo D) para a obtenção dos dados em um documento físico.

6.3 Resultados

6.3.1 Característica das edificações

Os entrevistados foram questionados sobre o número de pessoas que residem na propriedade ou estabelecimento comercial (Figura 7) e o número máximo de pessoas que podem eventualmente frequentar o local. Os dados mostraram que a presença de até 4 pessoas são os resultados mais frequentes, representando 90,10% das respostas.

Figura 7 - Número médio de pessoas nas edificações entrevistadas. Esses números representam a quantidade mais provável de pessoas na edificação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

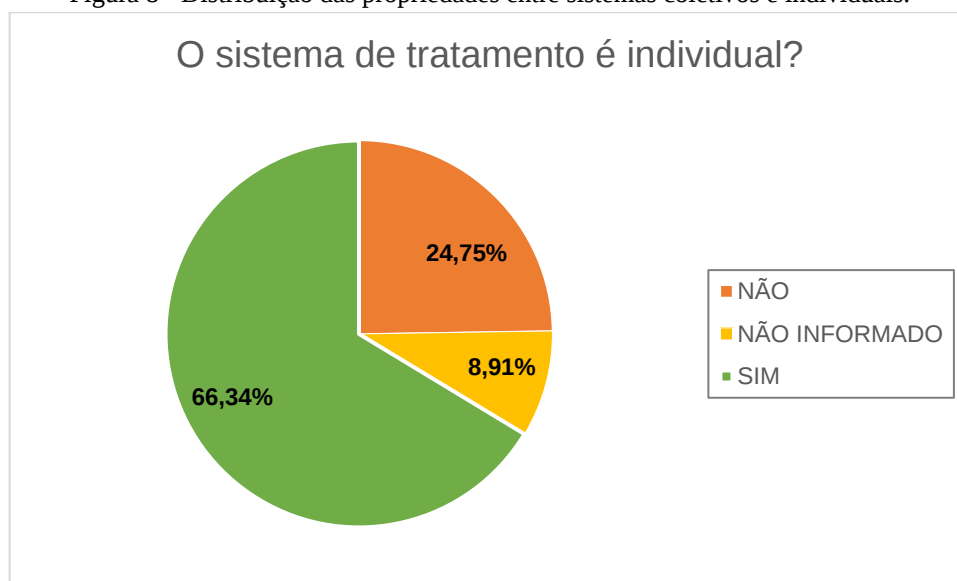
Com relação ao número máximo de pessoas na residência, a maioria das respostas indicaram a presença de até 8 pessoas na residência ou estabelecimento (94,06% das respostas). Esse número está relacionado ao recebimento de visitas e reuniões em residências ou lotações máximas nos estabelecimentos entrevistados.

6.3.2 Características dos sistemas de tratamento

6.3.2.1 Concepção dos sistemas

O município de Palmeira 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, pelo menos 24,75% dos moradores responderam que o sistema de tratamento não é individual (Figura 8). O restante dos entrevistados, 66,34%, apontaram a utilização do sistema individual e 8,91% não souberam informar.

Figura 8 - Distribuição das propriedades entre sistemas coletivos e individuais.

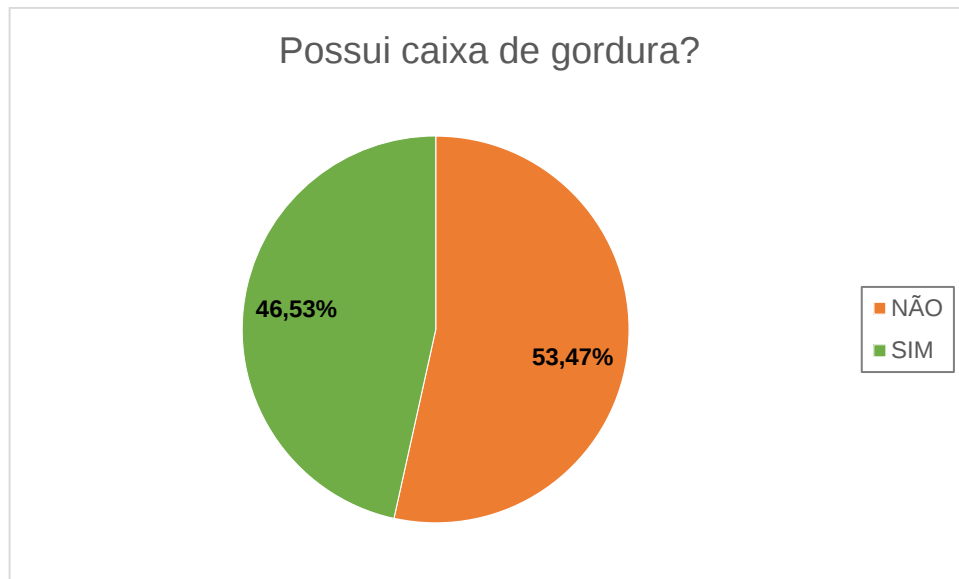


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

6.3.2.2 Caixa de gordura

Com relação às caixas de gordura, 53,47% dos munícipes afirmaram não possuir este dispositivo na residência (Figura 9). Cerca de 46,53% 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 9 - Porcentagem de caixas de gordura instaladas.



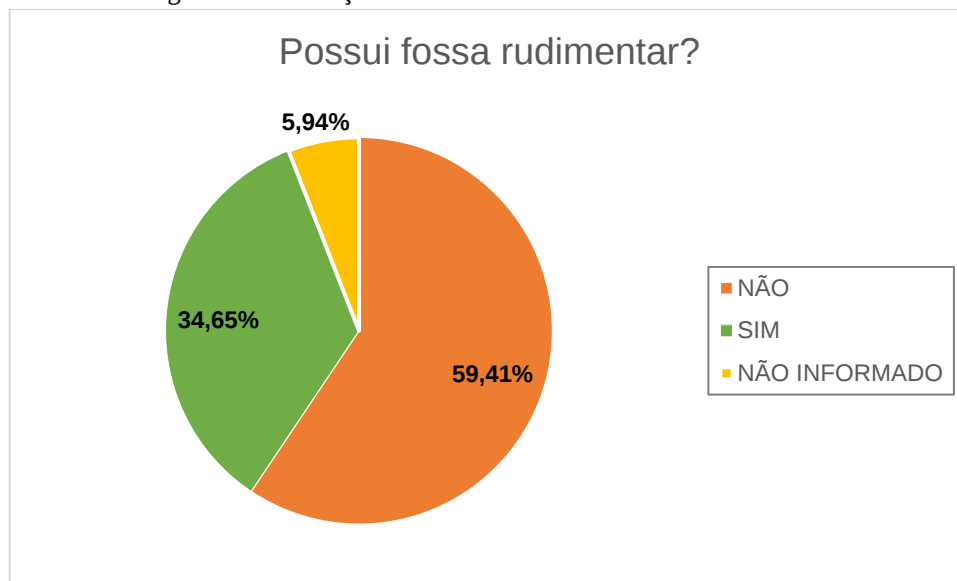
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

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 Palmeira, aproximadamente 34% dos locais entrevistados apontaram a presença de fossa rudimentar (Figura 10). Por outro lado, em torno de 60% dos munícipes afirmaram não possuir esse sistema de tratamento.

Figura 10 - Presença ou não de fossa rudimentar nas residências.



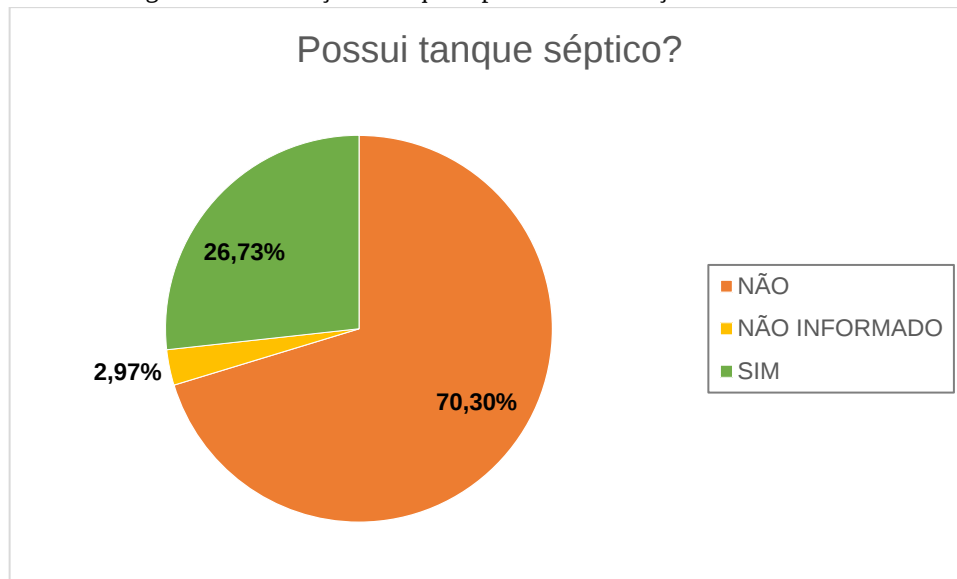
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

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 ração decomposta na base e o restante dos contaminantes transportado pela água via infiltração (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012). Esse sistema é bastante empregado na zona rural, sendo o principal responsável pela contaminação das águas subterrâneas (COSTA; POPPI, 2012). Por esse motivo, vêm sendo substituídas por tanques sépticos. Em alguns municípios nacionais, a sua presença é proibida por força de lei municipal há mais de 50 anos (PRESIDENTE PRUDENTE, 1954).

6.3.2.4 Tanque séptico

O principal dispositivo utilizado nos sistemas de tratamento individual de esgotos sanitários é o tanque séptico. Apenas 26,73% dos entrevistados indicaram a sua presença (Figura 11). Por outro lado, 70,30% afirmaram não possuir este dispositivo na sua edificação.

Figura 11 - Presença de tanque séptico nas edificações entrevistadas.

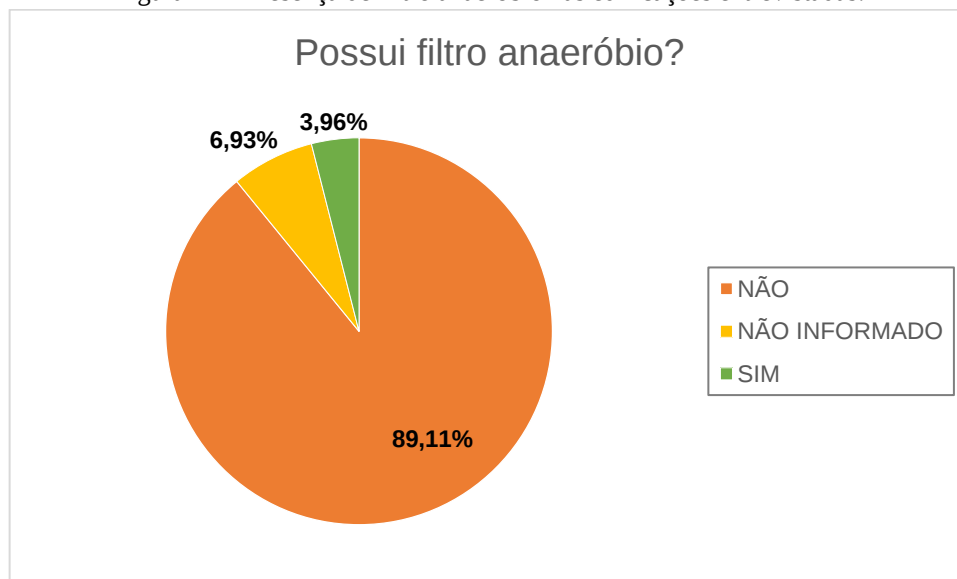


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

6.3.2.5 Filtro anaeróbio

Como consequência da baixa presença de tanque séptico nos sistemas individuais de tratamento, o filtro anaeróbio é ainda mais raro entre as edificações estudadas. Neste caso, 3,90% afirmaram possuir este dispositivo instalado como unidade complementar de tratamento, associada ao tanque séptico (Figura 12) e 89,11% das propriedades não possuem a sua presença.

Figura 12 – Presença de filtro anaeróbio nas edificações entrevistadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

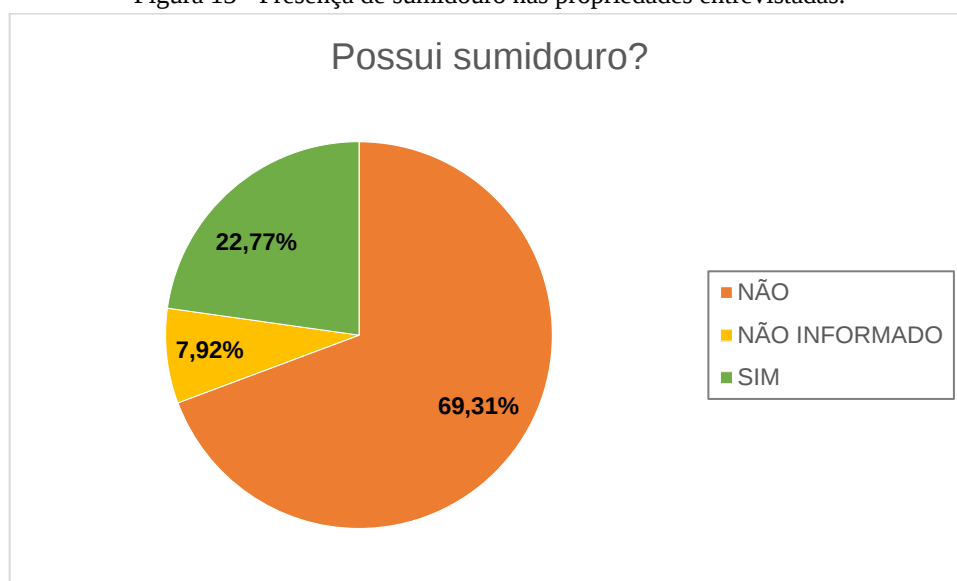
6.3.3 Sistemas de disposição

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 22,77% das propriedades entrevistadas (Figura 13).

Segundo a NBR 17.076/2024, o sumidouro é uma alternativa para a disposição de esgoto tratado no solo, em área não atendida por sistema de esgotamento sanitário, particularmente para sistemas locais que gerem até 12.000 L/dia de vazão, com carga orgânica total de até 3,80 KgDBO/dia. Neste caso, a avaliação do solo é fundamental para a sua concepção, sendo dada preferência para áreas com aquífero profundo, suficiente para garantir distância mínima de 1,50 m entre o fundo do sumidouro e o nível máximo de água no aquífero.

Figura 13 - Presença de sumidouro nas propriedades entrevistadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

6.3.3.2 Filtro, vala de filtração e infiltração

Esses dispositivos, eram considerando anteriormente pela NBR 13.969 (ABNT, 1997) para a disposição do esgoto tratado. No entanto, com o cancelamento dessa NBR e a publicação da NBR 17.076 (ABNT, 2024), apenas a vala de infiltração continua como uma opção de

projeto em vigor. Esse sistema de disposição final do esgoto tratado no solo tem desempenho que depende das características de saturação por água do solo e, assim como o sumidouro, deve levar em conta as características do aquífero. Em termos de existência destas opções em Palmeira, não foram identificados quaisquer um destes dispositivos durante a aplicação dos questionários neste estudo.

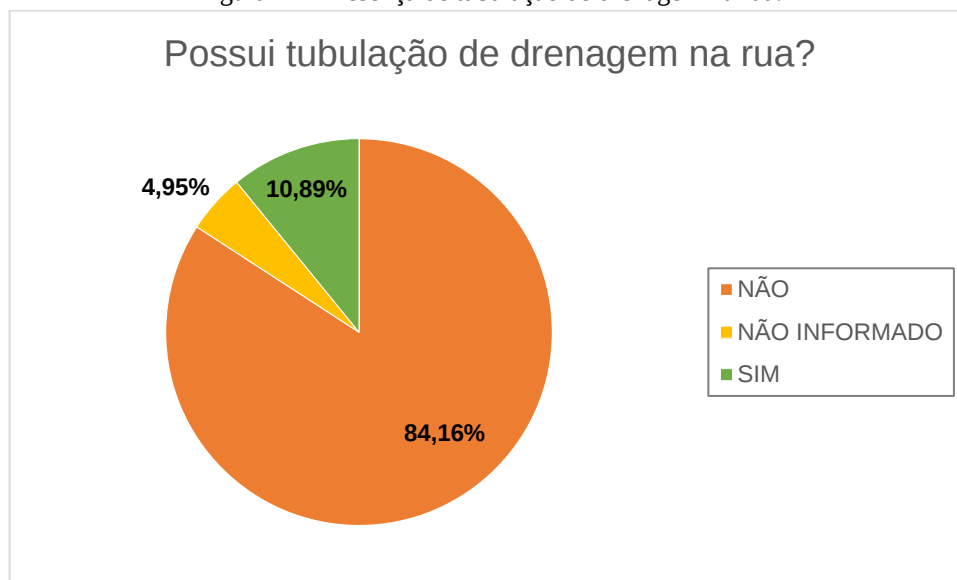
6.3.3.3 *Tanque com clorador*

Foram identificadas apenas 02 edificações que aplicam cloro no tratamento de esgoto entre as 101 avaliadas. 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, 10,89% estão situadas em rua com tubulação de drenagem pluvial e aproximadamente 84% não possuem esta estrutura à disposição (Figura 14).

Figura 14 - Presença de tubulação de drenagem na rua.

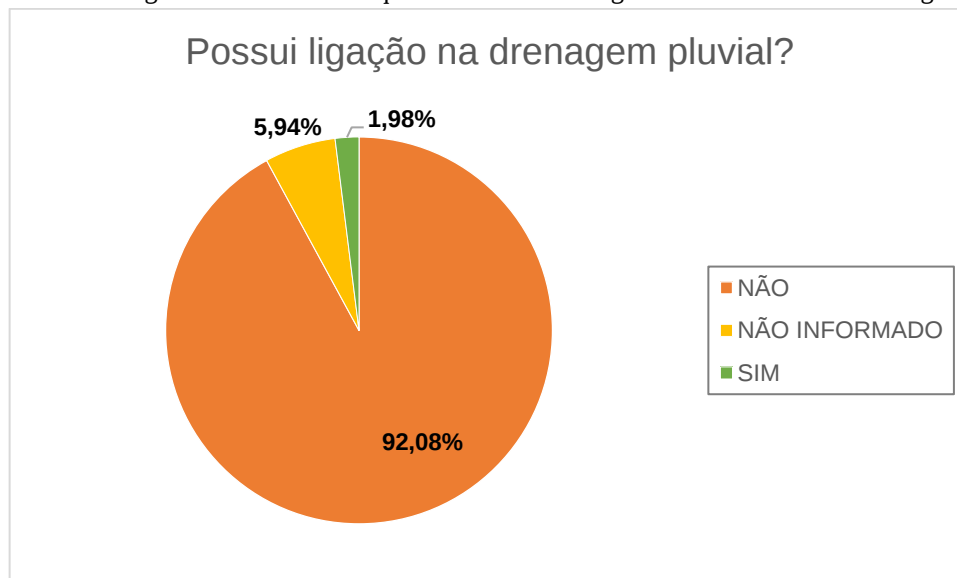


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Poucos entrevistados, 1,98%, informaram estar ligados na rede de drenagem pluvial (Figura 15). Nesse caso, foi verificado em vários municípios da região que muitos ainda

confundem a rede pluvial com a rede de esgotos, imaginando tratar-se da mesma obra de infraestrutura.

Figura 15 - Porcentagem de entrevistados que afirmaram estar ligados ou não à rede de drenagem pluvial.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A maioria dos moradores respondeu que sua edificação não estava próxima a poços de água (74 entre 101 residências) e não estava próxima a rio ou açude (78 entre 101 residências). Entretanto, ainda existe um número importante de edificações próximas de corpos de água que passam pela área urbana do município.

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 a ampla maioria dos entrevistados (94,12%) informaram que suas propriedades têm menos de 25 anos de construção.

6.3.5 Limpeza dos sistemas

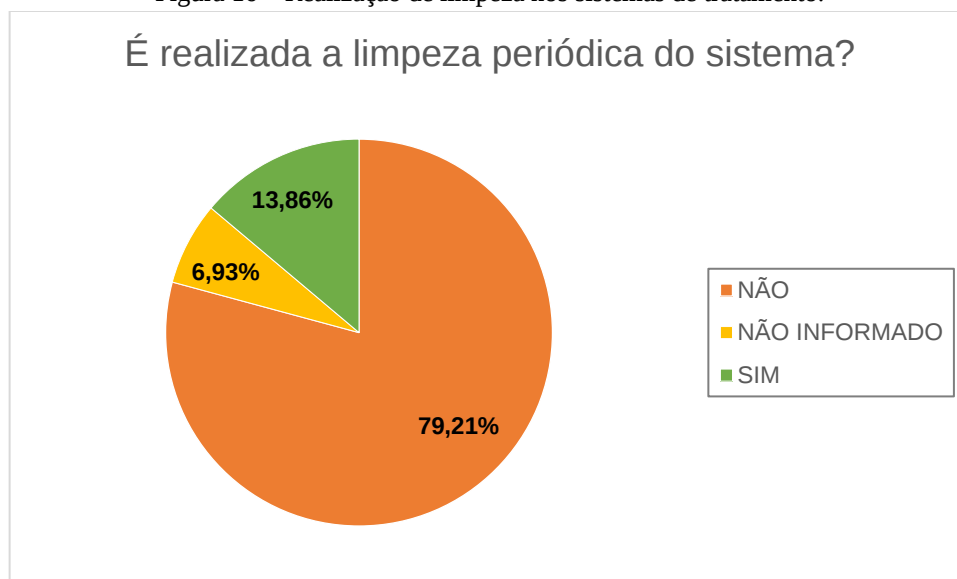
O tempo para limpeza dos sistemas, tendo como base a NBR 17.076 (ABNT, 2024), é um parâmetro de projeto que varia entre 1 e 5 anos e determina o tamanho do sistema. A limpeza é fundamental para garantir o bom funcionamento do sistema, consistindo em remover o

excesso de lodo formado durante a sedimentação e os processos de biodegradação anaeróbia.

Dos entrevistados, 13,86% informaram realizar a limpeza (Figura 16). O restante, 79,21% informaram não realizar nenhuma limpeza e 6,93% não souberam informar. 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 situada a 40 Km. Ainda, o número de entrevistados afirmando realizarem a limpeza dos sistemas pode estar associado à limpeza das caixas de gordura e não necessariamente de sistemas de tratamento.

Entre os que realizam a limpeza, foram apresentadas respostas relacionadas à frequência de manutenção de forma semestral, anual e trienal. Com relação ao ano da última limpeza, as respostas variaram desde 19 anos atrás até o ano de 2023. Os entrevistados que efetuaram a última limpeza pelo menos últimos 5 anos representaram 75%.

Figura 16 – Realização de limpeza nos sistemas de tratamento.

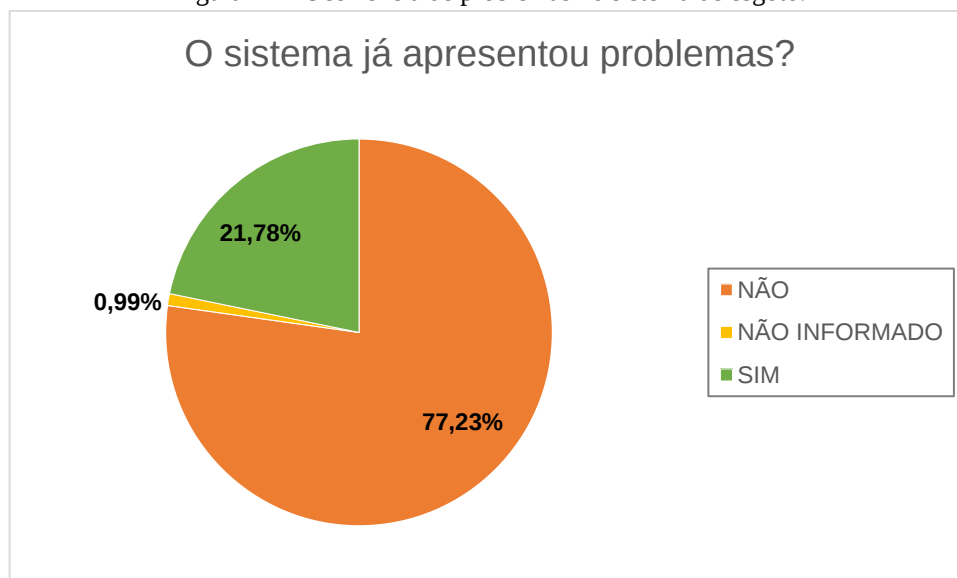


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Para a manutenção dos sistemas (limpeza), é necessário que exista acesso ao mesmo para manobra de equipamentos de sucção do lodo. Além disso, deve existir uma tampa de acesso para remoção do excesso de sólidos. Observou-se que 44,55% dos entrevistados informaram possuir acesso ao sistema de tratamento e 32,67% afirmaram que esses sistemas possuem tampa que permite a remoção do lodo. Tecnicamente, cabe ressaltar que a ausência de acesso ao sistema para manutenção compromete o desempenho do sistema de tratamento, pois a limpeza é responsável pela garantia da eficiência de tratamento dos sistemas individuais.

Pouco mais de 77% dos entrevistados relataram não ter tido problemas com o sistema de esgotos (entupimento ou mau odor) conforme os dados da Figura 17.

Figura 17 – Ocorrência de problemas no sistema de esgoto.

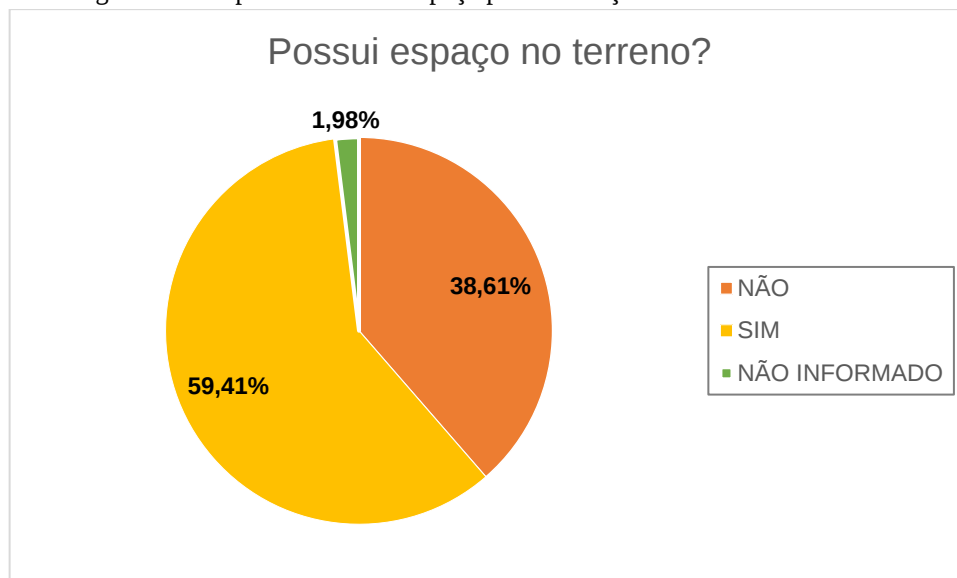


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

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, 2024). Observou-se que 59,41% dos terrenos possuem esse espaço e o restante pode ter a opção de sistemas coletivos entre algumas residências como alternativa (Figura 18). Ainda, 15,84% dos entrevistados apontaram possuírem terreno úmido ou com laje.

Figura 18 - Disponibilidade de espaço para instalação de sistemas individuais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

6.4 Caixa de água

Durante as entrevistas, os moradores foram questionados sobre a presença de caixa de água nas propriedades. Todos afirmaram possuírem o sistema de reservação de água potável. Segundo a NBR 5.626 (ABNT, 2020), o volume de água reservado para uso doméstico deve ser pelo menos o suficiente para 24 h de consumo. Observou-se que 69,31% das residências possuem caixas de 200 a 1.000 litros, com a ampla maioria apresentando volume entre 200 e 500 litros (89,86%).

7 Legislação

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

- a) O compromisso assumido pelo Brasil em relação às Metas do Milênio, propostas pela Organização das Nações Unidas, em setembro de 2000, o que implica em diminuir pela metade, de 1990 a 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável à água potável e ao esgotamento sanitário;
- b) O Lançamento do Programa de Aceleração de Crescimento – PAC, em janeiro de 2007, com previsão de grandes investimentos em infraestrutura urbana;
- c) Resolução CONAMA Nº 430/2011 – Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. As condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários para o lançamento direto de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:
- pH entre 5 e 9;
 - Temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
 - Materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone *Inmhoff*. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
 - Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.
 - Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L; e
 - Ausência de materiais flutuantes.
- d) Em Santa Catarina, a Resolução CONSEMA nº182 de 06 de agosto de 2021 (SANTA CATARINA, 2021), alterada pela Resolução CONSEMA nº189 de 4 de março de 2022 (SANTA CATARINA, 2022), estabeleceu parâmetros específicos e valores de referência para o lançamento de esgotos domésticos. Os parâmetros envolvem pH, temperatura, DBO, DQO, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas, nitrogênio total e amoniacal, fósforo total e *E. coli*. Estes parâmetros são em alguns casos, mais restritivos que aqueles apresentados na resolução CONAMA 430 e dependem da vazão de lançamento e de metas progressivas a serem atingidas ao longo dos anos. A título de exemplo, o padrão de DBO na resolução catarinense varia entre 30 e 90 mg/L enquanto na legislação nacional esse valor é 120 mg/L.
- e) A Lei Federal nº14.026 de 15 de julho de 2020 que alterou o marco legal do saneamento

básico no Brasil e estabeleceu em seu artigo 11-B que os serviços públicos de saneamento básico definam metas de atendimento de 90% com coleta e tratamento de esgoto até 31 de dezembro de 2033 (BRASIL, 2020b).

8 Soluções para o tratamento de esgoto sanitário

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

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

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

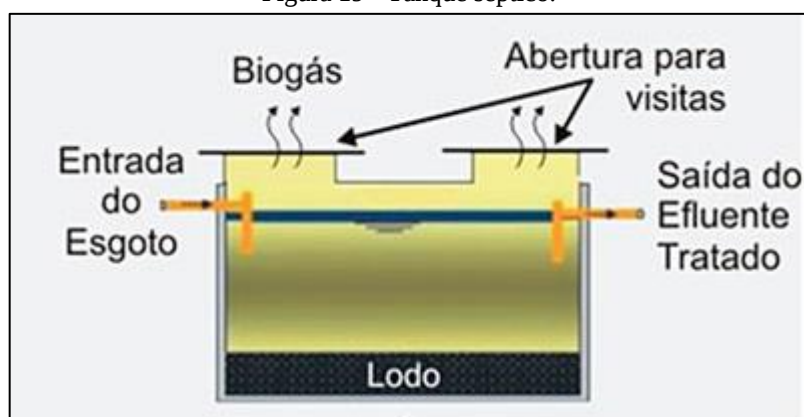
Alguns fatores que influenciam a seleção da tecnologia de tratamento para determinadas circunstâncias, são as exigências de desempenho (o que se espera do tratamento), as condições locais e a caracterização do esgoto (vazão média diária, tipo de efluente, e variabilidade sazonal). As condições de gerenciamento de efluentes podem variar muito de uma região para outra devido as características do local e do esgoto. O uso correto da tecnologia ajuda a proteger a saúde da população e as fontes de água, agrega valor às propriedades e evita gastos desnecessários com reparos. Para o município de Palmeira 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 nos processos de sedimentação, flotação e digestão (ABNT, 2024). No interior deste tanque, pode ser formada uma camada superior de espuma constituída de materiais mais leves como óleos, graxas e gases oriundos da decomposição anaeróbia (CH_4 , CO_2 , H_2S). Devido a este efeito, a saída do efluente tratado deve prever um dispositivo que evite o arraste desta espuma juntamente com o efluente tratado (NUVOLARI, 2011).

A configuração dos reatores varia entre cilíndrica ou prismática-retangular, apresentando câmara única (Figura 19), câmaras em série ou sobrepostas.

Figura 19 - Tanque séptico.



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

No Brasil, a norma NBR 17.076 (ABNT, 2024) regulamenta a construção de tanques sépticos, a qual salienta as seguintes condições:

- Podem ser pré-fabricados ou moldados *in loco*;
- Aplicam-se ao tratamento de vazão diária máxima de 12.000 L/dia e carga orgânica total de 3,80 KgDB/dia;
- São usualmente implantados em locais não atendidos por sistemas de esgotamento sanitário.

8.1.1 Dimensionamento do tanque séptico

O dimensionamento do tanque séptico foi realizado baseado nos diferentes perfis de

edificações encontradas no município de Palmeira a fim de obter o orçamento para a implementação do sistema descentralizado de tratamento de esgoto. Conforme a NBR 17.076 (ABNT, 2024), 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:

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

Onde:

V= volume útil, em litros;

N= número de pessoas ou unidades de contribuição expressa em unidades;

q= contribuição de despejos, em litros/unidade.dia;

T= período de retenção, em dias;

K= taxa de acumulação de lodo digerido em dias;

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

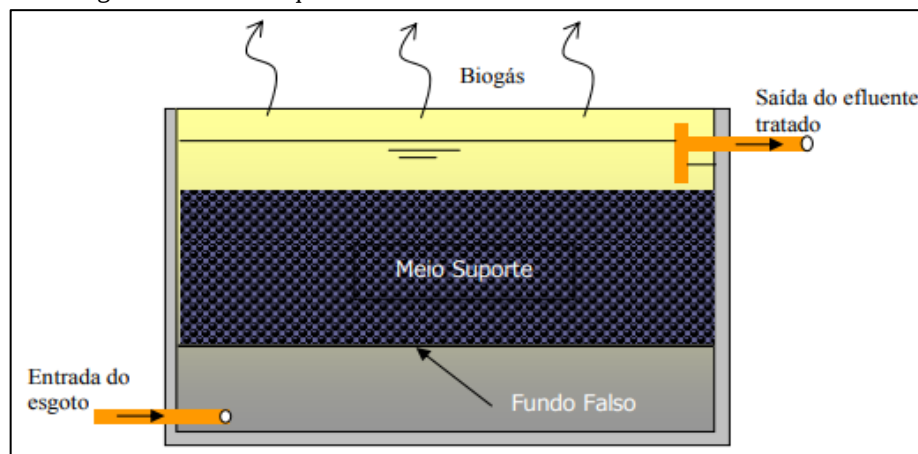
8.1.2 Limpeza dos tanques sépticos

O lodo e a espuma acumulados nos tanques devem ser removidos a intervalos equivalentes ao período de limpeza do projeto (ABNT, 2024). 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 17.076 (ABNT, 2024) o filtro pode ser composto de uma câmara inferior vazia (fundo falso) e uma câmara superior preenchida com o meio filtrante submerso, onde atuam os microrganismos, como pode-se observar na Figura 20. Os microrganismos formam películas ou um biofilme na sua superfície.

Figura 20 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.



Fonte: (ÁVILA, 2005).

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

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

Fluxo Ascendente	Fluxo Descendente	Fluxo Horizontal
- Bom tempo de contato entre o esgoto e o biofilme devido aos lodos em sustentação hidráulica; - Maior retenção de lodo em excesso; - Propiciam alta eficiência e baixa perda dos sólidos que são arrastados no efluente; - São mais indicados para esgotos com baixa concentração; - Maiores riscos de entupimento dos interstícios.	- Apresentam facilidade para remoção de lodo em excesso; - Menor risco de entupimento no leito; - Podem receber esgotos com maior concentração de sólidos; - Indicado para altas e baixas cargas orgânicas; - Os filtros com fluxo não afogado apresentam baixa eficiência.	- Funciona com características intermediárias entre o fluxo ascendente e descendente; - Maior dificuldade na distribuição do fluxo; - Desempenho diferenciado ao longo do leito; - Concentração de lodo em excesso mal distribuída; - Remoção do lodo difícil; - Deve ser usado com baixas taxas de carga orgânica.

Fonte: Adaptado de (ÁVILA, 2005).

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

2005).

8.2.1 Dimensionamento do filtro anaeróbio

O dimensionamento do filtro anaeróbio foi realizado conforme a NBR 17.076 (ABNT, 2024), 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:

$$V = I_v \times N \times q \times T \quad (2)$$

Onde:

I_v = taxa de compensação pelo volume ocupado pelo material do meio suporte (adotado como 1,6);

N = número de contribuintes expresso em unidades;

q = contribuição de despejos, em litros/unidade.dia;

T = tempo de detenção hidráulica, em dias.

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

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

Devido às restrições impostas pela legislação ambiental para a concentração de DBO no efluente, ou em casos que o corpo d'água receptor tem uma capacidade limitada de assimilar o efluente, autodepuração, faz-se necessário o uso de tratamento complementar à etapa anaeróbia. Porém, existem casos como os sistemas compostos por tanque séptico seguido por filtro anaeróbico (Figura 21) em que a combinação de diferentes processos anaeróbios pode atender as exigências menos restritivas quanto à sua eficiência e concentração do efluente final.

Figura 21 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbio.



Fonte: Acervo do LABTRAT/CAV/UDESC.

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

8.4 Alternativa baseada no sistema de *wetlands*

Uma alternativa para o sistema de tratamento descentralizado envolve a aplicação de sistemas naturais para o tratamento de esgoto e de lodos de tanques sépticos, através da

ecotecnologia dos *wetlands* construídos, de forma que possa integrar com os sistemas individuais de tratamento de esgotos. A ideia é propor uma possibilidade potencialmente sustentável para gestão do saneamento na dimensão do esgotamento sanitário. Cabe destacar que a NBR 17.076 (ABNT, 2024) considera esses sistemas como opção para a composição de sistemas de tratamento de esgotos de menor porte.

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

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

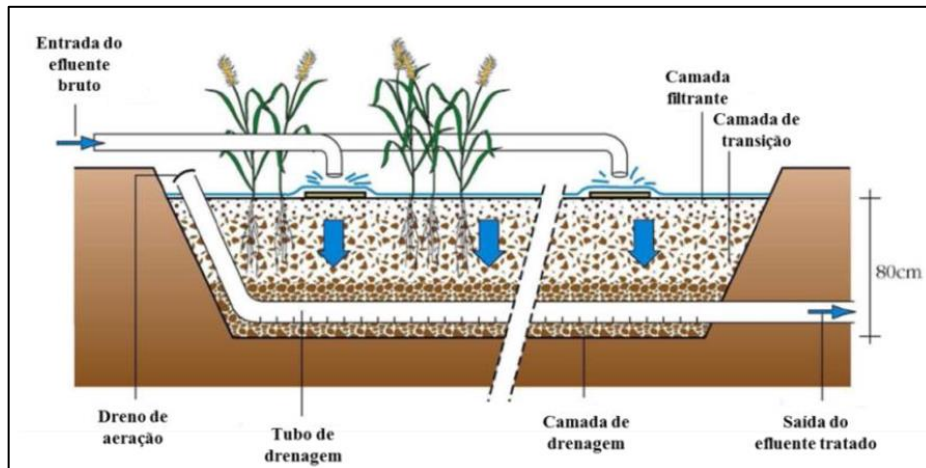
Tradicionalmente e com parâmetros de construção e operação bem definidos o *wetland* Sistema Francês (WSF) possui dois estágios de tratamento, compostos de três filtros verticais em paralelo no primeiro estágio e dois filtros verticais ou um horizontal no segundo estágio. Tem como principal característica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

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

O dimensionamento e regime operacional é adaptado de acordo com alguns fatores, como o clima, o nível de remoção de poluentes exigido pelas autoridades, a carga orgânica recebida no verão, a carga hidráulica, entre outros. Para o primeiro estágio, é indicado uma superfície de $1,2 \text{ m}^2$ por habitante para o conjunto dos três filtros, com uma carga orgânica de

300 gDQOm²/d, ≈ 150 gSSTm²/d, $\approx 25 - 30$ gNTKm²/d e uma carga hidráulica de 0,37 m/d sobre um filtro em funcionamento. A Figura 22 mostra a configuração de um sistema em perfil.

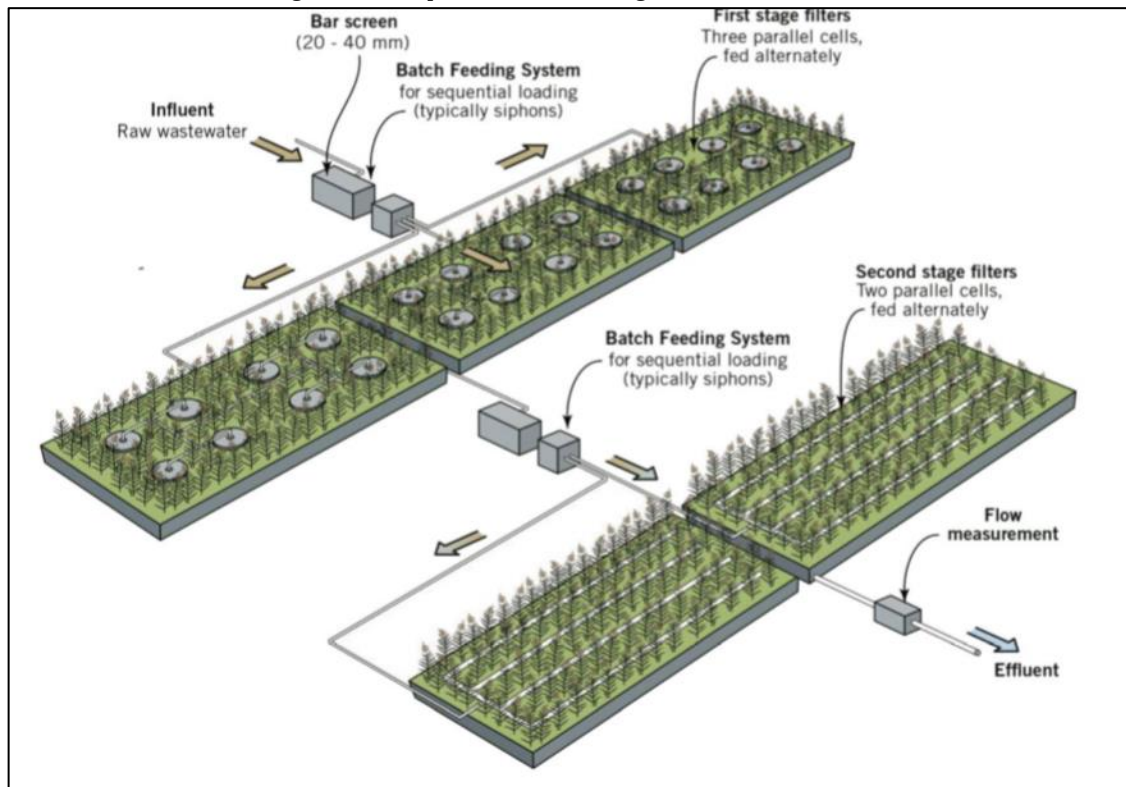
Figura 22 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.



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 23.

Figura 23 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.

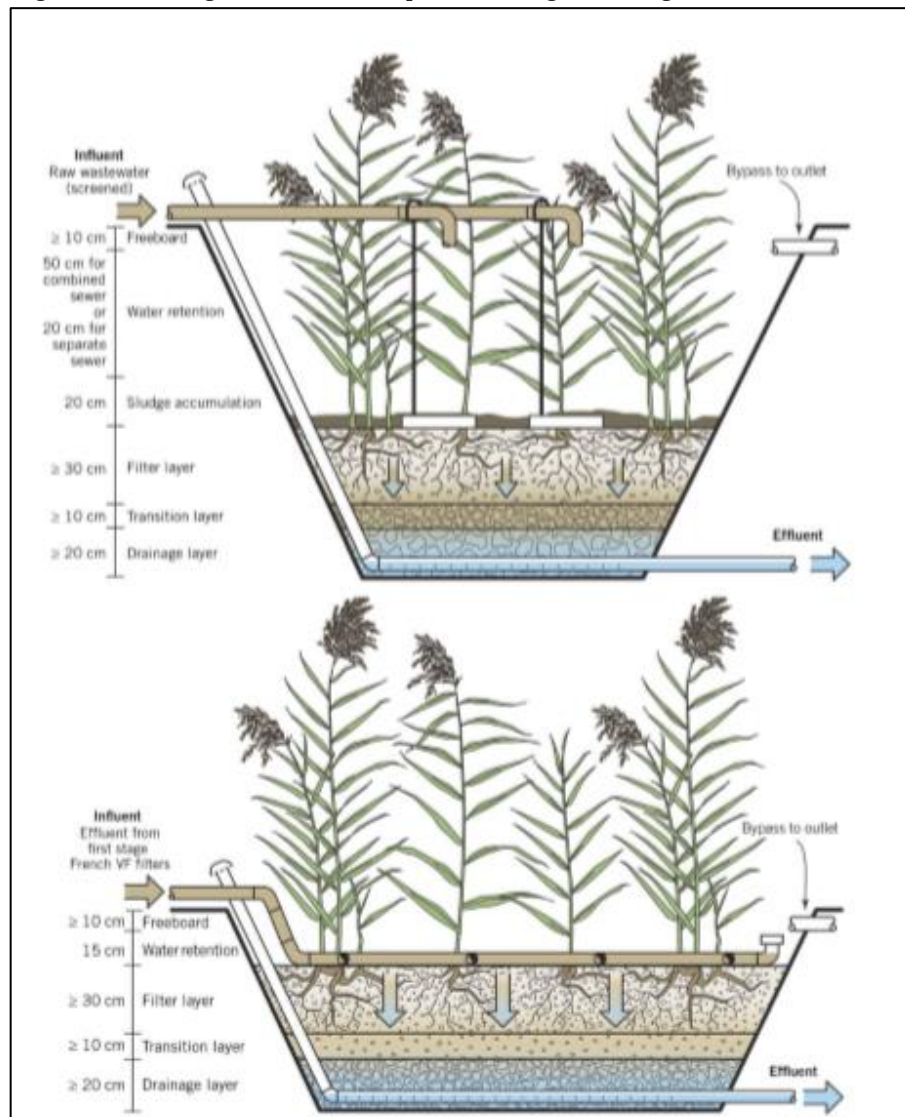


Fonte: (DOTRO *et al.*, 2017).

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

Figura 24 - Perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio do Sistema Francês.



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

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

8.4.2 Tratamento de lodos através de sistemas *wetlands* construídos

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

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

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

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

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

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

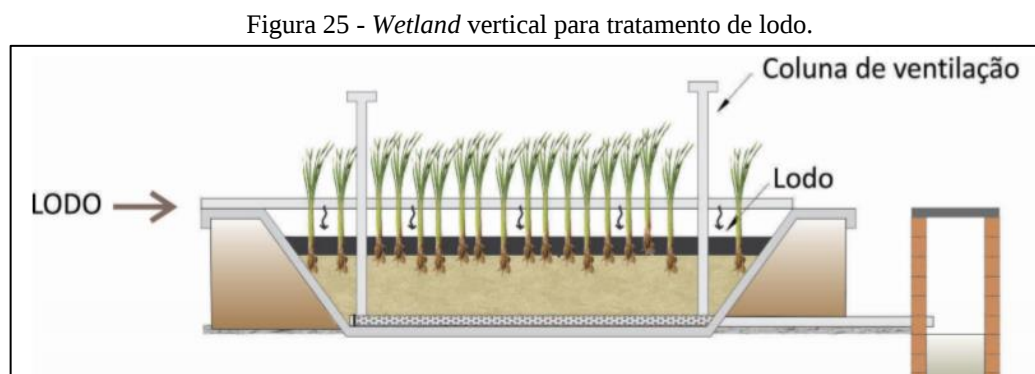
Fonte: Adaptado de (ANDRADE, 2015).

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

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

KOOTTATEP et al., (2005), pesquisando um sistema *wetland* para tratamento de lodo de tanque séptico com taxa de aplicação de sólidos (TAS) de 250 kgST/m² ano, encontraram uma taxa de acúmulo de lodo de 12 cm ao ano. Comparado a outras tecnologias convencionais, como os leitos de secagem, centrífugas e filtros prensa, os sistemas plantados possibilitam um maior armazenamento de lodo ao longo do tempo. Geralmente, a camada de lodo pode ser removida do leito depois de 2 a 3 anos, podendo ser utilizada na agricultura, a depender do grau de higienização do lodo. De acordo com (SUNTTI, 2010), o lodo acumulado, após seco e estabilizado, pode ser aplicado no solo diretamente ou após uma compostagem, levando em consideração as normas e legislações específicas para tais disposições. No Brasil, a Resolução CONAMA nº 498/2020 define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências (BRASIL, 2020a).

Para a retirada do lodo recomenda-se um período de repouso de 6 meses de modo que haja uma estabilização adequada para diversos usos agrícolas, por exemplo. A Figura 25 mostra um estereótipo padrão de um leito plantado de tratamento de lodo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

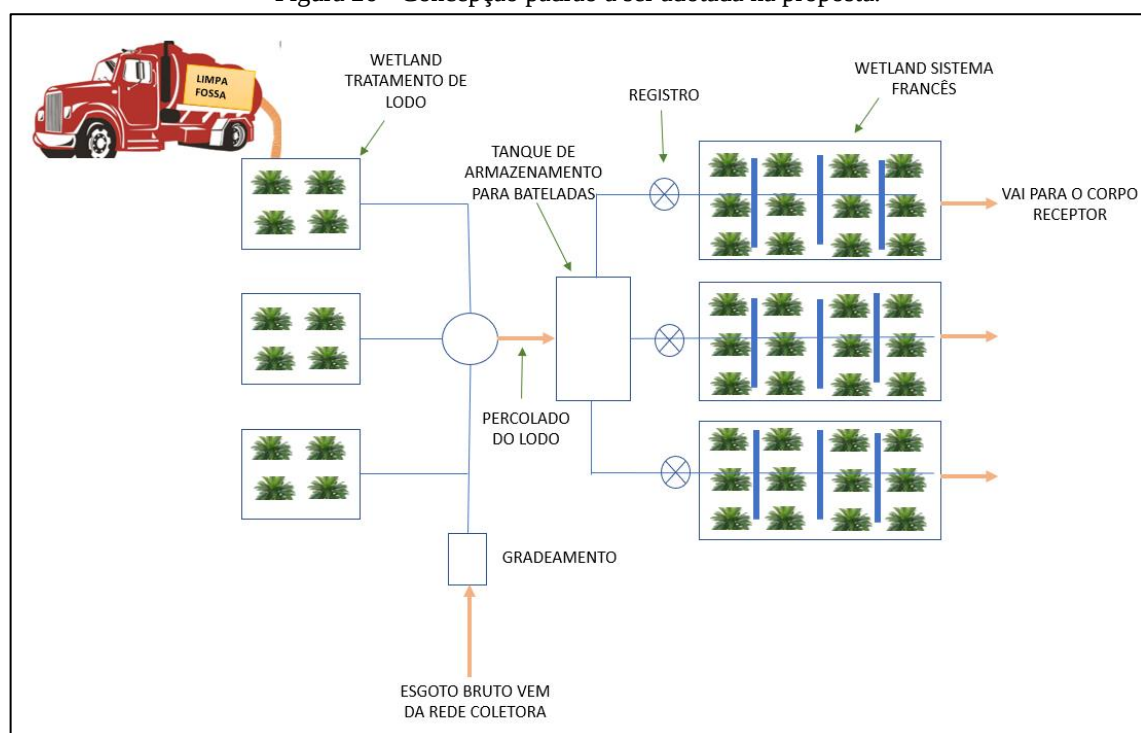
8.4.3 Dimensionamento das unidades *wetlands* para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do *Wetland* Vertical Sistema Francês para tratamento do Esgoto Sanitário (WVSF)

Para o dimensionamento das duas unidades de tratamento foram utilizados parâmetros de dimensionamento, dados de entrada e contribuições reportados na NBR 17.076 (ABNT, 2024) 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 26 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 26 - Concepção padrão a ser adotada na proposta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

A Tabela 11 refere-se aos parâmetros de dimensionamento para o sistema *wetland* para tratamento de lodo de TS. A população estimada para 2044 de 1.760 hab considerada no cálculo abrange a população total rural mais 122 habitantes da área urbana. Este percentual da área urbana foi estimado considerando o número de residências que não estariam contempladas nas bacias de coleta de esgoto, devido a alguns fatores: residências de soleira baixa, aglomerados residenciais afastados do núcleo urbano e demais situações que inviabilizem cobertura pelo

sistema coletor do município.

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

Dados de entrada	Valor	Unidade	Referência
Produção de lodo per capita	1	L/dia	(ABNT, 2024)
Habitantes	1.760 ^a	hab	-
Taxa de acumulação de lodo (K) para intervalo de Limpeza de 1 ano e temp. média do mês mais frio de 10°C	94	dias	(ABNT, 2024)
Volume de lodo gerado per capita em um ano	94	-	(ABNT, 2024)
Concentração média de ST no lodo após 1 ano de acúmulo	15.000	mg/L	(CALDERÓN-VALLEJO <i>et al.</i> , 2015)
Massa de ST per capita/ano	1,41	KgST/ano	-
Parâmetro de Projeto de Dimensionamento			
Taxa de alimentação	67,0	KgST/m ² .ano	-
Relação alimentação: repouso	1:7	dias	-
Área superficial per capita	0,021	m ²	-
Área superficial total em alimentação	37,0	m ²	-
Área superficial total (considerando um acréscimo de 1/4 que estará em repouso para maturação)	49,4	m ²	-

^a população total rural somada à 122 habitantes da área urbana estimada para o horizonte de projeto.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023) e apresentado no relatório de revisão de metas do município.

Para o tratamento do lodo dos Tanques Sépticos, equivalente aos 1.760 habitantes, chegou-se na área total de 49,4 m². Esta área total deverá ser dividida em 8 partes para que a alimentação seja realizada um dia em cada parte ou módulo. Nessa concepção, cada módulo receberá alimentação durante um dia e repousará por sete dias. A presença do oitavo módulo é necessária para que se cumpra o período de maturação (aproximadamente 6 meses) antes de utilizar o composto na agricultura. Dessa forma, sempre haverá somente 7 módulos ativos em alimentação. O Anexo E apresenta uma estimativa orçamentária para implantação de 8 módulos de 6,175 m² cada. Foi considerado uma localização hipotética, podendo, este valor ser alterado para as condições reais. No entanto a estimativa orçamentária proposta pode ser uma importante ferramenta de planejamento e tomada de decisão com relação ao arranjo mais adequado para gestão dos lodos de TS para o Município. Não foi considerado um tratamento específico para o percolato proveniente do desaguamento do lodo, pois considerou-se que a estação estará localizada adjacente à ETE para tratamento de esgotos da área urbana do Município, que

também fará o tratamento deste percolado.

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

O sistema de esgotamento sanitário da área urbana do Município de Palmeira iria contemplar 1 bacia de contribuição, conforme mostra a Figura 27. Como comentado anteriormente, foi considerado a coleta de 90% do esgoto gerado em cada bacia. Na concepção adotada foi utilizada como base as diretrizes de dimensionamento do sistema clássico francês (SPERLING, VON; SEZERINO, 2018), com a redução de área do primeiro estágio, utilizando apenas 2 módulos ao invés de 3 módulos como é utilizado no sistema clássico francês. Esta concepção proporciona uma redução de 1/5 da área original. Dessa forma, o regime operacional no primeiro estágio será de 3,5 dias de alimentação seguido de 3,5 dias de repouso, ao invés de 7 dias de repouso, caso fosse utilizado os 3 módulos em paralelo.

Figura 27 – Sugestão de subdivisão de bacias para o tratamento de esgoto pelo sistema de *wetlands*.



Fonte: Adaptado de (GOOGLE, 2024) e apresentado no relatório de revisão de metas do município.

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

Tabela 12 - Dados de entrada para dimensionamento do WVSF.

Dados	Valor obtido	Unidade	Referência
População	1.036 ^a	Habitantes	-
Produção de esgoto per capita	120 ^b	L/d	(ABNT, 2024)
Concentração DBO (afluente)	300	mg/L	(SPERLING, 2014)
Concentração N-NH ₄ ⁺ (afluente)	20	mg/L	(SPERLING, 2014)
Concentração SST (afluente)	250	mg/L	(SPERLING, 2014)
Taxa de infiltração	0,00008	L/s.m	(ABNT, 1986)
Comprimento total da rede	2.600	m	-

^a referente a 90% da população projetada da área urbana para 2033.

^b valor definido entre os padrões baixo e médio definidos pela norma.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023) e apresentado no relatório de revisão de metas do município.

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

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

Primeiro Estágio					
	Hidráulica (m ³ /dia)	DBO (g/dia)	N-NH ₄ ⁺ (g/dia)	SST (g/dia)	Referência
Carga aplicada	160,67	48.201,12	3.213,41	40.167,60	-
	Hidráulica (m ³ /m ² .d)	DBO (g/m ² .d)	N-NH ₄ ⁺ (g/m ² .d)	SST (g/m ² .d)	
Carga recomendada	0,4	150	30	150	(DOTRO et al., 2017; SEZERINO et al., 2021; SPERLING; SEZERINO, 2018).
Área atribuída para 1 módulo (m ²)	338,63	270,9	90,3	225,75	-
Área adotada para 1 módulo (m ²)		338,63			
Área total para 2 módulos (m ²)		677,26			

Fonte: Elaborado pelo autor (2023) e apresentado no relatório de revisão de metas do município.

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

Segundo estágio					
	Hidráulica (m ³ /dia)	DBO (g/dia)	N-NH ₄ ⁺ (g/dia)	SST (g/dia)	Referência
Carga aplicada	160,67	7.230,17	1.928,04	4.016,76	-
		85% de eficiência	40% de eficiência	90% de eficiência	

	hidráulica (m ³ /m ² .d)	DBO (g/m ² .d)	N-NH ₄ ⁺ (g/m ² .d)	SST (g/m ² .d)	-
Carga recomendada	0,4	20	15	30	(DOTRO et al., 2017; SEZERINO et al., 2021; SPERLING; SEZERINO, 2018).
Área atribuída para 1 módulo (m ²)	338,6	304,8	108,4	112,9	-
Área total dos 2 módulos (m ²)		677,26			

Fonte: Elaborado pelo autor (2023) e apresentado no relatório de revisão de metas do município.

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

A Tabela 15 discrimina o custo total do sistema de esgotamento sanitário incluindo a rede coletora e as unidades de tratamento de lodo e de esgoto de todas as bacias. O custo unitário da rede coletora de R\$ 491 reais por metro de rede, foi baseado em projetos realizados em municípios de Santa Catarina, que utilizaram o SINAPI como referência.

Tabela 15. Resumo dos custos para o WL e WVSF incluindo toda rede coletora

	Sistemas individuais	Sistema coletivo WVF (incluindo a rede coletora)
Área urbana (R\$)	244.041,34	1.843.403,21
Área rural (R\$)	3.360.204,51	-
Total (R\$)		5.447.649,1

Fonte: Elaborado pelo autor (2023) e apresentado no relatório de revisão de metas do município.

8.5 Alternativas de disposição do esgoto tratado

A NBR 17.076 (ABNT, 2024) 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: infiltração no solo, disposição em corpo receptor de água, reúso e evapotranspiração. 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 Palmeira, 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 Palmeira possuem espaço para a implementação do sistema descentralizado de tratamento de esgoto, totalizando aproximadamente 60% das edificações. Assim, para os 40% restantes que informaram não possuir ou não souberam informar, uma maneira de contornar o problema relacionado à falta de espaço é a ligação do esgoto para a residência mais próxima que possui o espaço necessário, garantindo então o seu tratamento.

9 Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Palmeira

Com base no diagnóstico realizado e levando em conta as características do município de Palmeira, 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.

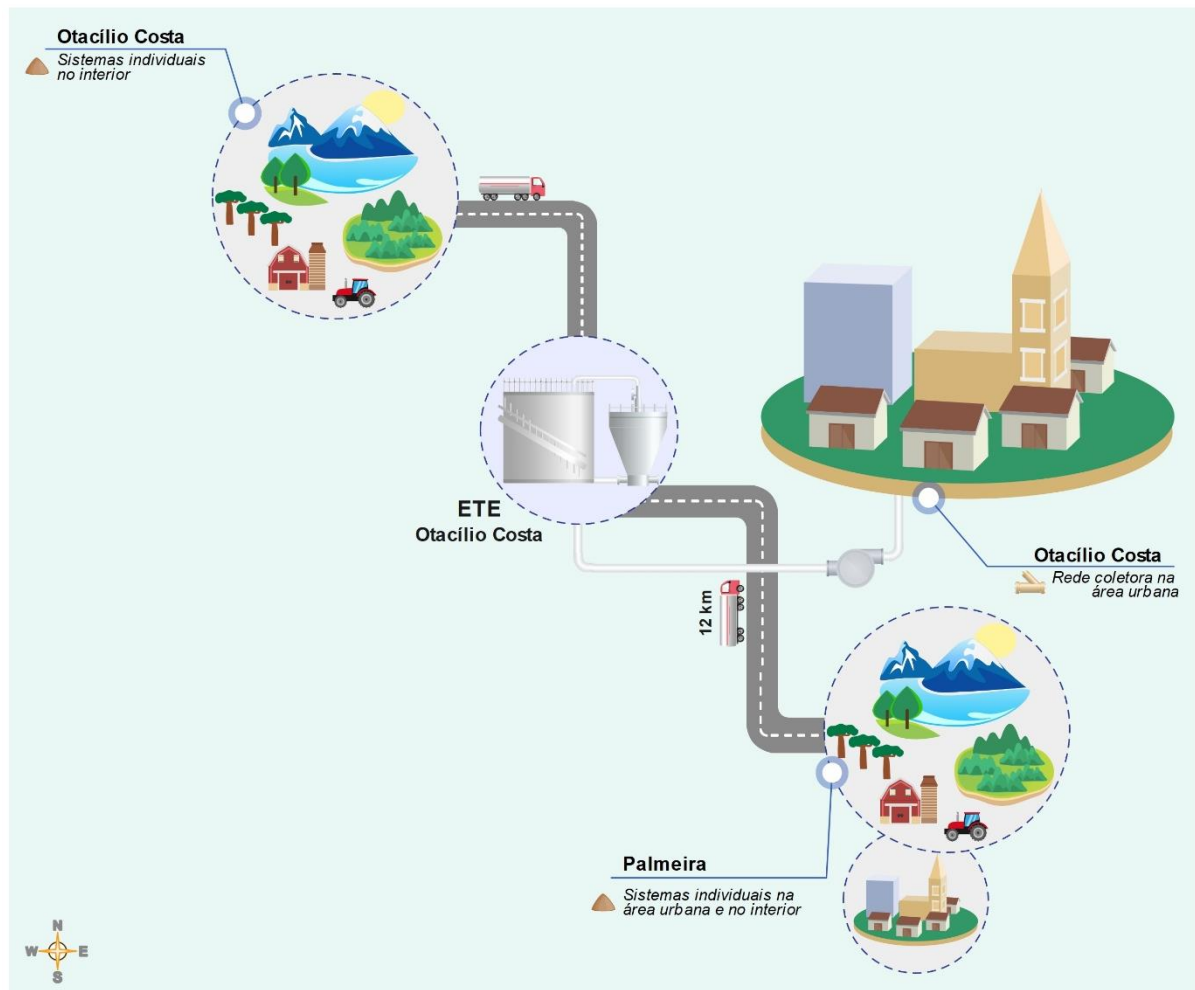
Alternativa 04 – Implantação de redes coletoras de esgoto.

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 Palmeira, 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 Palmeira, indica-se, preliminarmente, 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 anaeróbico com disposição final do esgoto tratado em sumidouros. A manutenção dos sistemas pode ser realizada sob responsabilidade e fiscalização do município. Alternativamente, a Prefeitura Municipal pode cobrar uma taxa dos usuários para a prestação do serviço de manutenção dos sistemas individuais por meio de caminhão limpa fossa e envio à ETE de Otacílio Costa, que está localizada a 12 km da sede do município, cuja viabilidade será discutida a seguir. Desta forma, a ETE de Otacílio Costa poderia receber o lodo proveniente dos sistemas individuais de tratamento de Palmeira, de forma a compor um programa de gestão associada (PGA) dos sistemas de esgotos sanitários dos dois municípios (Figura 28). Por questões de planejamento e proximidade para administração em termos de elaboração de um PGA, a opção envolvendo a ETE de Otacílio Costa seria a opção mais adequada para o município de Palmeira.

Figura 28 – Modelo de programas de gestão associada envolvendo a ETE de Otacílio Costa e os potenciais sistemas individuais no próprio município e de Palmeira.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com base nos dados apresentados anteriormente, a estimativa de volume de lodo produzido pelas zonas urbana e rural da cidade de Palmeira que serão enviados para a ETE de Otacílio Costa apresentam um volume de $275,32 \text{ m}^3/\text{ano}$ (aproximadamente $0,75 \text{ m}^3/\text{d}$). Multiplicando a concentração de matéria orgânica (em termos de DQO total) no lodo que é de $4,52 \text{ kg}/\text{m}^3$ (JORDÃO; PESSÔA, 2011) pelo volume de lodo coletado e dividindo o resultado pelo volume do reator aeróbio, neste caso um sistema com biofilme aderido em leito móvel (em suspensão) (MBBR – *moving-bed biofilm reactor*), da cidade de Otacílio Costa ($369,1 \text{ m}^3$), obtemos uma carga orgânica volumétrica de $0,009 \text{ kg}/\text{m}^3.\text{dia}$ ou uma carga orgânica superficial de $0,028 \text{ g}/\text{m}^2.\text{dia}$ considerando a utilização de mídias de $650 \text{ m}^2/\text{m}^3$ e o enchimento de 50% do volume do reator. Considerando ainda uma relação de 1,6 entre a DQO e DBO (METCALF & EDDY; AECON, 2016), a carga orgânica superficial estimada em função da disposição de lodo

coletado em Palmeira é na ordem de 0,018 g/m².dia em termos de DBO. A literatura técnica especializada em reatores MBBR reporta que sistemas de taxa normal, capazes de remover entre 80 e 90% de DBO, promovendo um nível de tratamento secundário, recebem entre 5 e 16 g/m².dia de carga em termos de DBO (WEF, 2010). Assim, observa-se que em uma condição conservadora, a expectativa de incremento da carga orgânica no reator em função da disposição do lodo coletado em Palmeira nesse reator MBBR é em torno de 0,56%. Assim, observa-se um potencial para recebimento desse resíduo, tendo como base a carga estimada e a operação do MBBR para o tratamento secundário (remoção de material carbonáceo), de forma que a definição da viabilidade técnica deve ser amplamente discutida com a empresa responsável pela instalação desta tecnologia para avaliação do recebimento desta carga adicional.

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

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

10 Custos e cobrança pelos serviços

A seguir são apresentados quatro cenários possíveis para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário no município de Palmeira. Primeiramente foi considerada a possibilidade de universalização via implementação de sistemas individuais nas áreas urbana e rural via contratação de serviço especializado. Em um segundo cenário, a manutenção pode ser realizada e administrada pela prefeitura. No terceiro cenário, foi considerada a proposta apresentada no Plano Municipal de Saneamento Básico do município em 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 declaradas pela prestadora de serviços. Desta forma, foi utilizado como critério o número de ligações de água ativas informadas para o SNIS em 2021 e a população total abastecida. Em seguida, foi estimado o número final de ligações projetada com base no aumento populacional dos residentes da área urbana até 2044, o qual é o horizonte de plano considerado. Finalmente, utilizou-se o mesmo número de pessoas para obter a estimativa de ligações necessárias na área rural. A síntese destes dados é apresentada na Tabela 16.

Tabela 16 - Estimativa de ligações em Palmeira até 2044.

Ambiente	Número de ligações	População	Pessoas por ligação
Urbano	424	1.271	2,99
Rural	555	1.658	2,99

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Conforme o levantamento realizado *in loco* na área urbana, por volta de 3,96% das unidades eram constituídas por sistemas de tanque séptico seguido de pós-tratamento em filtro anaeróbio, o qual constitui-se no sistema individual ideal. Dessa forma, definiu-se que mesmo os sistemas identificados necessitariam passar por revisão e, portanto, em um cenário conservador, foi considerado a totalidade de unidades para o orçamento. Os valores dos sistemas foram obtidos por consulta em fornecedores de material de construção na internet e são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 - Custos dos sistemas de tratamento individual.

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

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os volumes dos tanques referem-se a unidades para o tratamento de até 6 pessoas, correspondendo aos dados majoritários obtidos no diagnóstico. Cabe destacar que este tipo de sistema se adequa aos dados de vazão per capita em torno de 150 L/hab.dia e, portanto, o sistema irá trabalhar com uma considerável folga dadas as informações acerca do consumo de água *per capita* no município (item 3). Desta forma, para a instalação de sistemas individuais de esgotamento sanitário, envolvendo as áreas urbana e rural, os custos irão variar entre **R\$ 3.278.671,00** e **R\$ 4.106.905,00** 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, desde que atenda aos parâmetros exigidos para este tipo de disposição (ABNT, 2024).

Com relação à manutenção dos sistemas, o município de Palmeira não possui empresa especializada na limpeza de sistemas individuais de esgoto sanitário. Nesse sentido, o local mais próximo para oferta do serviço seria o município de Lages, estando a aproximadamente

40 km de distância. Em consulta a empresa do setor no município de Lages, o custo para limpeza dos sistemas é por volta de R\$ 300,00 por m³, acrescido do valor de R\$ 4,50 por quilometro percorrido. Assim, os valores envolvidos na manutenção dos sistemas podem ser resumidos na Tabela 18, considerando uma limpeza anual e o deslocamento de 40 Km entre Lages e Palmeira.

Tabela 18 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Lages.

Setor	Número de unidades	Custos
Urbano	424	R\$ 203.520,00
Rural	555	R\$ 266.400,00
Custo anual de manutenção de todas as unidades		R\$ 469.920,00
Custo anual por unidade		R\$ 480,00
Custo mensal por unidade		R\$ 40,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Em função da ausência de empresas que realizam o serviço de limpeza de sistemas de esgotos no município, o valor por unidade resultou elevado para a realidade do município. A título de comparação, a Casan cobra uma taxa fixa de disponibilização de infraestrutura no valor de R\$ 37,31, acrescido de R\$ 2,48 para cada m³ de água consumido (até 10 m³) ou R\$ 11,53 (acima de 10 m³ e até 25 m³), conforme informações levantadas no site do prestador de serviços (CASAN, 2024). Desta forma, o valor estimado para a manutenção mensal do esgoto representaria aproximadamente 100% do valor cobrado pela taxa fixa para disponibilização de infraestrutura de abastecimento de água no município, acrescido do consumo de 1,08 m³ de água.

Alternativamente, o município de Otacílio Costa possui uma Estação de Tratamento de Esgotos situada a 12 km de Palmeira. Essa ETE apresenta capacidade para o recebimento do lodo gerado nos potenciais sistemas individuais, que poderiam ser implementados em Palmeira, conforme demonstrado anteriormente. Neste sentido, um cenário alternativo para a manutenção dos sistemas individuais envolveria a aquisição de caminhões equipados com tanque contendo hidro-jato e sistema de vácuo para sucção, além de tanque com volume de 9 m³ para recolhimento de esgoto e 7 m³ para água limpa. Como referência, o SAMAE de Rio Negrinho, adquiriu via licitação em 2023 um caminhão com as características citadas anteriormente, no valor total de **R\$ 1.146.000,00** (SAMAE, 2023), por meio do edital de licitação do tipo pregão eletrônico nº16/2023 (SAMAE, 2023). Esse caminhão poderia ser utilizado para a manutenção

dos sistemas individuais de Palmeira. Seria estabelecida uma colaboração entre os municípios de Palmeira e Otacílio Costa, com a participação da ETE deste município para a disposição do lodo dos sistemas individuais. Considerando os sistemas das áreas urbana e rural de Palmeira, tem-se uma projeção total para 2044 de 979 unidades. Considerando a limpeza de 5 sistemas por dia, a aquisição de 1 caminhão envolveria o seu uso em 196 dias no ano, sendo possível prever um período para manutenções preventivas ou corretivas do caminhão e/ou do equipamento durante o ano. No que pese a existência da ETE no município de Otacílio Costa para a disposição e tratamento do lodo, as distâncias de viagem de Palmeira até a ETE seriam de 12 km. O serviço de limpeza poderia ser realizado e administrado pela prefeitura.

Assim, considerando um valor de referência de R\$ 4.000,00 para o pagamento mensal de 1 operador (salário e encargos), um custo de R\$ 3,4331 por quilômetro rodado segundo a Resolução ANTT nº 6.034/2024 (ANTT, 2024), a mensalidade do sistema informatizado de cobrança da taxa (R\$ 841,94), foram estimados os valores da Tabela 19 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas na área rural de Palmeira. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio de 15 km na área rural e 2 Km na área urbana.

Tabela 19 - Estimativa de custos para a limpeza considerando a gestão associada entre Palmeira e Otacílio Costa.

Dados	Valores
Produção anual de lodo (Toneladas)	275,32
Número de viagens necessárias	31
Distância para disposição em Otacílio Costa (km)	12
Distância média percorrida para coleta (km)	9,37
Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 79.607,47
Custo anual por unidade	R\$ 81,32
Custo mensal por unidade	R\$ 6,78

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O valor resultante é inferior ao estimado considerando a contratação de um serviço especializado no município de Lages, podendo ser considerada como uma alternativa potencial para implementação no município de Palmeira. Desta forma, a taxa mensal para a limpeza dos sistemas poderia ter como base o custo de manutenção de R\$ 6,78, acrescido do valor de R\$ 4,90 referente à aquisição do caminhão (R\$ 1.151.304,00 arrecadado em 20 anos), R\$ 4,16

referente a taxa de administração do CISAMA e R\$ 4,16 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\$ 20,00**. Neste caso, considera-se a participação dos munícipes das áreas rural e urbana de Palmeira, 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 conforme apresentado no Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmeira (PALMEIRA, 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\$ 2.369.621,40** em 2011. Esse valor se torna **R\$ 5.481.932,65** quando corrigido para 2024 pelo INCC - Índice Nacional de Custo de Construção. Para a área rural, foram estimados em 2011 investimentos de **R\$ 1.298.904,25**, os quais se tornam **R\$ 3.004.912,77** quando corrigidos pelo mesmo índice citado anteriormente. Esse valor é maior do que o valor estimado para atender as 555 famílias assumidas no interior, considerando o custo atualizado dos sistemas individuais. Isso pode estar associado à projeção realizada pelo PMSB à época, o qual considerou que em 2030 haveria 805 famílias na área rural de Palmeira. Em termos gerais, o cenário aqui proposto apresenta a previsão de investimentos na ordem de 2,07 a 2,59 vezes maiores do que os previstos no cenário considerando a universalização via sistema individuais. Essa faixa de valores se refere ao intervalo de mínimo e máximo (Tabela 17) estimado para a aquisição dos sistemas unifamiliares de tratamento de esgotos.

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 20. Para a obtenção do custo de operação para o sistema de esgoto, foi verificada a diferença entre o valor estimado considerando a manutenção do cenário tendencial (considera apenas abastecimento de água, sendo 100% na área urbana e 22% 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 20 - Custos para a implementação e operação de sistema coletivo de esgoto na área urbana e individual na área rural. Nos cenários são previstos custos para um horizonte de 20 anos.

Cenários possíveis	Valores
Cenário tendencial em 2011 – custos com água	R\$ 4.353.198,37
Cenário desejável em 2011 – custos com água e esgoto	R\$ 7.123.591,83
Custos somente com esgoto em 2011	R\$ 2.770.393,46
Cenário tendencial para 2024 – custos com água	R\$ 10.508.704,81
Cenário desejável para 2024 - custos com água e esgoto	R\$ 17.196.492,96
Custos somente com esgoto para 2024	R\$ 6.687.788,15
Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 334.389,41
Custo anual por unidade	R\$ 341,56
Custo mensal por unidade	R\$ 28,46

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os dados da Tabela 20 mostram que o custo anual de manutenção de todas as unidades (sistema coletivo na área urbana e sistemas individuais na área rural) é de R\$ 334.389,41, resultando em um custo mensal de R\$ 28,46 por unidade. Entretanto, apenas a área rural envolvendo 555 unidades envolveria um custo anual de R\$ 266.400,00 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 equivalente ao 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 Palmeira com valor menor que o levantado neste trabalho, envolvendo a própria concessionária que administraria a área urbana.

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 21 apresenta o custo de implantação do sistema de esgotamento sanitário para o município de Palmeira, considerando um sistema centralizado atendendo 90% da área urbana e sistema individual na área rural e restante da área urbana. O detalhamento dos custos é apresentado no Anexo F. A tecnologia de tratamento adotada foi o *Wetland Vertical Sistema Francês*, conforme detalhado no item 8.4. Vale destacar que, para um projeto básico, seria necessário um preciso levantamento planialtimétrico com locação das unidades de contribuição. Para o custo da rede coletora de esgoto foi considerado uma média praticada em projetos de

redes coletoras no Estado de Santa Catarina para Municípios de porte semelhante ao de Palmeira. Após verificação de projetos, que utilizaram o SINAPI como referência, obteve um valor referencial de R\$ 491,00 por metro de rede. Dessa forma o custo da rede coletora estimado para 90% da área urbana do município, para implementação do *wetland* Vertical Sistema Francês para tratamento do esgoto sanitário e do percolado do WL e para o *wetland* que tratará o lodo dos sistemas, resulta em um custo total estimado de R\$ 1.843.403,21.

Em termos de custos de operação, para este cenário foi considerada uma situação conservadora, envolvendo o transporte de todo o lodo para aterro sanitário, com um custo de R\$ 400,00 por tonelada, o qual inclui transporte e disposição final. Estes custos referem-se à retirada do lodo da ETE após 10 anos de operação. Em média o lodo acumula-se em torno de 2 cm por ano, chegando aos 10 anos com um lodo já estabilizado e desaguado, com potencial de ser utilizado na agricultura. Ainda, na área rural e em 10% da área urbana foram considerados os sistemas de tratamento individual baseados em tanques sépticos e filtros anaeróbios e a limpeza efetuada pela prefeitura, considerando a aquisição de 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\$ 4,90 por unidade para o custeio deste veículo (R\$ 1.151.304,00 arrecadado em 20 anos, considerando os sistemas da área rural e da área urbana). Além disso, considerando um valor de referência de R\$ 4.000,00 para o pagamento mensal de um operador (salário e encargos), um custo de R\$ 3,4331 por quilômetro rodado segundo a Resolução ANTT nº 6.034/2023 (ANTT, 2024), a mensalidade do sistema informatizado de cobrança da taxa (R\$ 770,65), foram estimados os valores da

Tabela 21 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de Palmeira considerando este cenário. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio de 15 km na área rural.

Tabela 21 - Custos de implementação e manutenção considerando a tecnologia de *wetlands* construídos na área urbana.

Custo de Implementação	Valores
Implementação dos sistemas na área urbana envolvendo rede coletora, <i>wetland</i> Vertical Sistema Francês como ETE e <i>wetland</i> para o tratamento de lodo	R\$ 1.843.403,24
Sistemas individuais para a área rural e 10% da área urbana (mínimo e máximo)	R\$ 1.858.695,00 e R\$ 2.328.225,00
Total para área urbana e rural (mínimo e máximo)	R\$ 3.702.098,24 e R\$ 4.171.628,24

Custo de Manutenção	Valores
Custo anual de manutenção de 90% das unidades na área urbana	R\$ 10.981,44
Custo anual por unidade de 90% da área urbana	R\$ 28,78
Custo mensal por unidade de 90% da área urbana	R\$ 2,40
Custo anual de manutenção de todas as unidades na área rural e 10% na área urbana	R\$ 70.408,87
Custo anual por unidade na área rural e 10% na área urbana	R\$ 5.867,41
Custo mensal por unidade na área rural	R\$ 10,57
Custo médio mensal por unidade na área urbana e rural	R\$ 7,39

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Para este último cenário, os valores estão na mesma ordem daqueles considerando a universalização somente com sistemas individuais e o valor obtido para a manutenção dos sistemas é similar ao obtido anteriormente considerando o programa de gestão associada e valorizando a ETE já construída no município de Palmeira (Tabela 19). No entanto, nesse cenário o valor cobrado para a manutenção do caminhão é mais reduzido pois tem-se a contribuição dos munícipes da área urbana. Assim, a soma do valor base de R\$ 7,39 com a contribuição para aquisição do caminhão de R\$ 4,90 se torna R\$ 12,29. Este valor é na ordem de grandeza daquele estimado na Tabela 19, de R\$ 11,68 (R\$ 6,78 + R\$ 4,90), considerando os mesmos fatores. Ainda, essa alternativa resulta em um valor compatível àquele 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 Palmeira.

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 Palmeira. A elaboração deste plano foi discutida com a equipe do CISAMA, que gentilmente orientaram os autores deste relatório a considerarem os aspectos mais importantes específicos para o município de Palmeira, dada a experiência deste consórcio na elaboração de relatórios Tratas N para municípios da região da Amures.

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

Meta 1.1	- Revisão da legislação municipal disciplinando o projeto, execução e operação de sistemas individuais de tratamento de esgoto. - Adaptar as adequações ao PMSB de Palmeira. - Cumprir o estabelecido na legislação específica do município para emissão de habite-se sanitário pela vigilância sanitária, mediante implantação do sistema individual de esgotos.
Prazo	12 meses
Investimentos	-
Fontes de Recursos	-
Responsáveis	- Secretaria Municipal de Administração e Licitações. - Secretaria Municipal de Contas Públicas. - Secretaria Municipal de Saúde. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços do Interior. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos. - Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Desporto. - Secretaria de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental. - Secretaria de Assistência e Habitação. - Divisão de Vigilância Sanitária e Epidemiológica. - Procuradoria Jurídica.

Meta 1.2	- Criação de taxa para a manutenção dos sistemas individuais de tratamento. - Elaboração de mecanismo para arrecadação via fatura da água.
Prazo	12 meses
Responsáveis	- Secretaria Municipal de Administração e Licitações. - Secretaria Municipal de Contas Públicas. - Secretaria Municipal de Saúde. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços do Interior. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos.

	- Secretaria de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental. - Secretaria de Assistência e Habitação. - Procuradoria Jurídica. - ARIS. - CASAN.
--	--

Meta 1.3	Aquisição de sistema informatizado para emissão de taxa e impressão de fatura para as ligações.
Prazo	06 meses
Investimentos	R\$ 10.103,28/ano
Fontes de Recursos	Município e Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento.
Responsáveis	- Secretaria Municipal de Administração e Licitações. - Secretaria Municipal de Contas Públicas. - Secretaria Municipal de Saúde. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços do Interior. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos. - Secretaria de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental. - Secretaria de Assistência e Habitação.

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

	- Secretaria Municipal de Obras e Serviços do Interior. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos. - Secretaria de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental. - Secretaria de Assistência e Habitação. - Divisão de Vigilância Sanitária e Epidemiológica. - Procuradoria Jurídica.
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

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

Meta 2.1	Instalação e/ou substituição de sistemas individuais de tratamento de esgoto em 100% das áreas urbana e rural, baseados em tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, dimensionados segundo critérios da ABNT.
Prazo	60 meses
Investimentos	Entre R\$ 3.278.671,00 e 4.106.905,00
Fontes de Recursos	- Funasa - Prefeitura Municipal de Palmeira.
Responsáveis	- Secretaria Municipal de Administração e Licitações. - Secretaria Municipal de Contas Públicas. - Secretaria Municipal de Saúde. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços do Interior. - Secretaria de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental. - Secretaria de Assistência e Habitação. - Divisão de Vigilância Sanitária e Epidemiológica.

Meta 2.2	Implantação do sistema de tratamento coletivo na área urbana do município de Palmeira.
Prazo	120 meses
Investimentos	R\$ 5.481.932,65
Fontes de Recursos	Funasa

Responsáveis	- Gabinete do Prefeito. - Secretaria Municipal de Administração e Licitações. - Secretaria Municipal de Contas Públicas. - Secretaria Municipal de Saúde. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos. - Secretaria de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental. - Secretaria de Assistência e Habitação.
---------------------	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

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

Meta 3.1	Celebração de contrato de programa com o município de Otacílio Costa para a disposição de lodo na ETE municipal.
Prazo	12 meses
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito. - Secretaria Municipal de Administração e Licitações. - Secretaria Municipal de Contas Públicas. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços do Interior. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos. - Secretaria de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental. - Procuradoria Jurídica. - Prefeitura de Otacílio Costa. - CASAN.

Meta 3.2	Elaboração, divulgação e realização de edital de licitação para aquisição de caminhão limpa fossa.
Prazo	12 meses
Investimentos	R\$ 1.145.000,00 para aquisição de um caminhão e R\$ 600,00 para elaboração, divulgação e realização do edital
Fontes de Recursos	Funasa Fundo para Recuperação de Bens Lesados (Ministério Público de Santa Catarina)
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito.

	- Secretaria Municipal de Administração e Licitações. - Secretaria Municipal de Contas Públicas. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços do Interior. - Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos. - Secretaria de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental. - Secretaria de Assistência e Habitação. - Procuradoria Jurídica. - Departamento de Licitações e Compras
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

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

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

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

12 Considerações finais

O diagnóstico realizado no município de Palmeira identificou que a 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 Palmeira.

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

13 Referências

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

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

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

_____. **ABNT NBR 5626:2020 Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2020.

_____. **ABNT NBR 17076:2024 Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte - Requisitos.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2024.

ANA/SNIRH. **Corpos hídricos Superficiais e Dominialidade.** [s.d.]. Disponível em: <<https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=ef7d29c2ac754e9890d7cddb78cbaf2c>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

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

ANTT. **Resolução nº 6.034, de 18 de janeiro de 2024. DOU Publicado em: 19/01/2024 | Edição: 14 | Seção: 1 | Página: 125.** Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-6.034-de-18-de-janeiro-de-2024-538363035>>. Acesso em: 7 maio 2024.

ARIS. **Plano Municipal de Saneamento Básico - Estudo Populacional.** Florianópolis: [s.n.], 2023.

ÁVILA, R. O. De. **Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte**. [S.l.]: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 498 de 19 de Agosto de 2020**. Brasília - DF: [s.n.], 2020a.

BRASIL. **LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico**. Brasil: Diário Oficial da União, 2020b. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm>. Acesso em: 21 abr. 2023.

CALDERÓN-VALLEJO, L. F. *et al.* Performance of a system with full- and pilot-scale sludge drying reed bed units treating septic tank sludge in Brazil. **Water Science and Technology**, 1 jun. 2015. v. 71, n. 12, p. 1751–1759.

CAMMAROTA, M. C.; FREIRE, D. M. G. A review on hydrolytic enzymes in the treatment of wastewater with high oil and grease content. **Bioresource Technology**, nov. 2006. v. 97, n. 17, p. 2195–2210.

CASAN. Tarifa residencial “B” - Normal. **Tarifas**, 2024. Disponível em: <<https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/residencial#0>>. Acesso em: 7 maio 2024.

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

DOTRO, G. *et al.* Treatment Wetlands. **Water Intelligence Online**, 20 out. 2017. v. 16, p. 9781780408774.

EMBRAPA. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de Santa Catarina - Folha NE e N. 2004. Disponível em: <<http://geoinfo.cnps.embrapa.br/documents/1089>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

GARCÍA ZUMALACARREGUI, J. A.; SPERLING, M. VON. Performance of the first stage of the French system of vertical flow constructed wetlands with only two units in parallel: influence of pulse time and instantaneous hydraulic loading rate. **Water Science and Technology**, 25 set. 2018. v. 78, n. 4, p. 848–859.

GOOGLE. Maps. **Palmeira - Santa Catarina**, 2024. Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/Palmeira+-+State+of+Santa+Catarina/@-27.573849,-50.3371553,61656m/data=!3m2!1e3!4b1!4m6!3m5!1s0x94e00d91f855fda5:0x42d4cfa200e14e7e!8m2!3d-27.580231!4d-50.1587987!16s%2Fm%2F09rtw9g?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MDkwOC4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D>. Acesso em: 10 set. 2024.

IBGE. Brasil/Santa Catarina/Palmeira. **Cidades@**, 2024. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/palmeira/panorama>>. Acesso em: 10 set. 2024.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do saneamento básico**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2012.

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

KOOTTATEP, T. *et al.* Treatment of septage in constructed wetlands in tropical climate: lessons learnt from seven years of operation. **Water Science and Technology**, 1 maio. 2005. v. 51, n. 9, p. 119–126.

MASSOUD, M. A.; TARHINI, A.; NASR, J. A. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. **Journal of Environmental Management**, jan. 2009. v. 90, n. 1, p. 652–659.

MENDES, A. A. *et al.* Aplicação de lipases no tratamento de águas residuárias com elevados teores de lipídeos. **Química Nova**, mar. 2005. v. 28, n. 2, p. 296–305.

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

MOLLE, P. *et al.* **How to treat raw sewage with constructed wetlands: An overview of the French systems**. **Water Science and Technology**.

_____. French vertical flow constructed wetlands: A need of a better understanding of the role of the deposit layer. **Water Science and Technology**, 2014. v. 69, n. 1, p. 106–112.

NATURALTEC. Tratamento Preliminar | Fossa e Filtro Anaeróbio. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.naturaltec.com.br/fossa-filtro/>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

NIELSEN, S. Sludge treatment and drying reed bed systems 20 years of experience. Liège, Belgium: [s.n.], 2008.

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

PALMEIRA. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmeira - VOLUME I - Consolidação do Plano Municipal de Saneamento Básico**. Palmeira/SC: [s.n.], 2011.

_____. **Lei Complementar nº 130 de 06 de dezembro de 2017**.

_____. **Lei Complementar nº 135 de 15 de março de 2018**.

_____. **Decreto nº 1.677 de 25 de maio de 2020**.

_____. Palmeira entre as dez cidades de SC que mais cresceram em 2021. **Ascom - Município de Palmeira**, 30 dez. 2023. Disponível em: <[84](https://palmeira.sc.gov.br/palmeira-entre-as-dez-cidades-de-sc-que-mais-cresceram-em-2021/#:~:text=Os%20n%C3%BAmeros%20foram%20divulgados%20dia,atingindo%20R%24%20187.887.681.>>. Acesso em: 29 ago. 2024.</p></div><div data-bbox=)

_____. Portal de Turismo de Palmeira. **Sobre a cidade**, 2024a. Disponível em: <<https://turismo.palmeira.sc.gov.br/pagina-40/>>. Acesso em: 10 set. 2024.

_____. Histórico: Palmeira recebe R\$ 218,3 Milhões em investimentos. **Ascom - Município de Palmeira**, 16 maio. 2024b. Disponível em: <<https://palmeira.sc.gov.br/historico-palmeira-recebe-r-2183-milhoes-em-investimentos-com-nova-fabrica-de-cloro/>>. Acesso em: 29 ago. 2024.

PRESIDENTE PRUDENTE. Lei nº 297 - Dispondo sobre: a proibição de construção de fossas negras nas zonas urbana e suburbana. 1954. Disponível em: <<http://www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=35>>. Acesso em: 1º abr. 2020.

SAMAE. SAMAE adquire novo caminhão combinado. **Prefeitura de Rio Negrinho**, 25 set. 2023. Disponível em: <<https://rionegrinho.atende.net/cidadao/noticia/samae-adquire-novo-caminhao-combinado>>. Acesso em: 7 maio 2024.

SANTA CATARINA. **RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 182, DE 06 DE AGOSTO DE 2021. Estabelece as diretrizes para os padrões de lançamento de esgotos domésticos de sistemas de tratamento públicos e privados.** Disponível em: <<https://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/legislacao-lista-categoria/14-legislacao-por-assunto/22-saude-ambiental/262-estacoes-de-tratamento-de-esgoto.html>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

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

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

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

_____. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Série Histórica.** Brasília: [s.n.], 2024. Disponível em: <<http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 7 maio 2024.

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

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

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

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

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

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

WEF. **Biofilm Reactors: WEF Manual of Practice No. 35.** Virginia: Wefpress, 2010.

14 Anexos

Anexo A - Questionário aplicado à prefeitura municipal.

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

Anexo C – Instruções apresentadas às Agentes Comunitárias de Saúde.

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

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

Anexo F – Planilha de estimativa de custos do WVSF

Anexo G - Modelos de sistemas individuais de tratamento.

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

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

SISTEMAS INDIVIDUAIS

PERFIL DA EDIFICAÇÃO

RESIDÊNCIA	
COMERCIAL	
MISTA	
PÚBLICO	
INDUSTRIAL	

OBSERVAÇÕES DA EDIFICAÇÃO

ENDEREÇO	
NÚMERO	
COMPLEMENTO	
BAIRRO	
QUADRA	
LOTE	
CEP	
MUNICÍPIO	

OUTRAS INFORMAÇÕES

NÚMERO DE PESSOAS NA EDIFICAÇÃO:	
NRO. MÁXIMO PESSOAS NA EDIFICAÇÃO:	
NRO. DE QUARTOS: (NA CASA, APARTAMENTO)	
NRO. DE QUARTOS: (HOTEL)	
SISTEMA DE TRATAMENTO É INDIVIDUAL?	() sim () não

SE APLICÁVEL: A FOSSA É EM CONJUNTO COM OUTRA RESIDÊNCIA/COMÉRCIO, OU É SISTEMA COLETIVO COM REDE PÚBLICA DE ESGOTO: () sim () não

OBSERVAÇÕES DO SISTEMA:

COORDENADAS (WGS84)

LATITUDE	
LONGITUDE	
ALTITUDE	

QUESTÕES

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

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

Anexo B - Questionário aplicado à prefeitura municipal.

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

ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL

Diagnóstico de situação e proposição de alternativas



LAGES · CAV
CENTRO DE CIÊNCIAS
AGROVETERINÁRIAS



Municípios a serem estudados

Ano	AG001 - População total atendida	AG002 - Quantidade de ligações ativas	AG003 - Quantidade de economias ativas	AG026 - População urbana atendida com água	IN013 - Índice de perdas faturamento (%)	IN022 - Consumo médio per capita (L/hab.dia)	IN023 - Índice de atendimento urbano (%)	IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)	IN055 - Índice de atendimento total (%)
2021	1.538	515	548	1.042	23,11	114,24	100	23,11	57,54

População					
Ano	Urbana		Rural	Total	
	Aris	Casan (AG 026) ^a	Estimada ^b	Aris	IBGE ^c
2022	1024	1042	1519	2627	2561

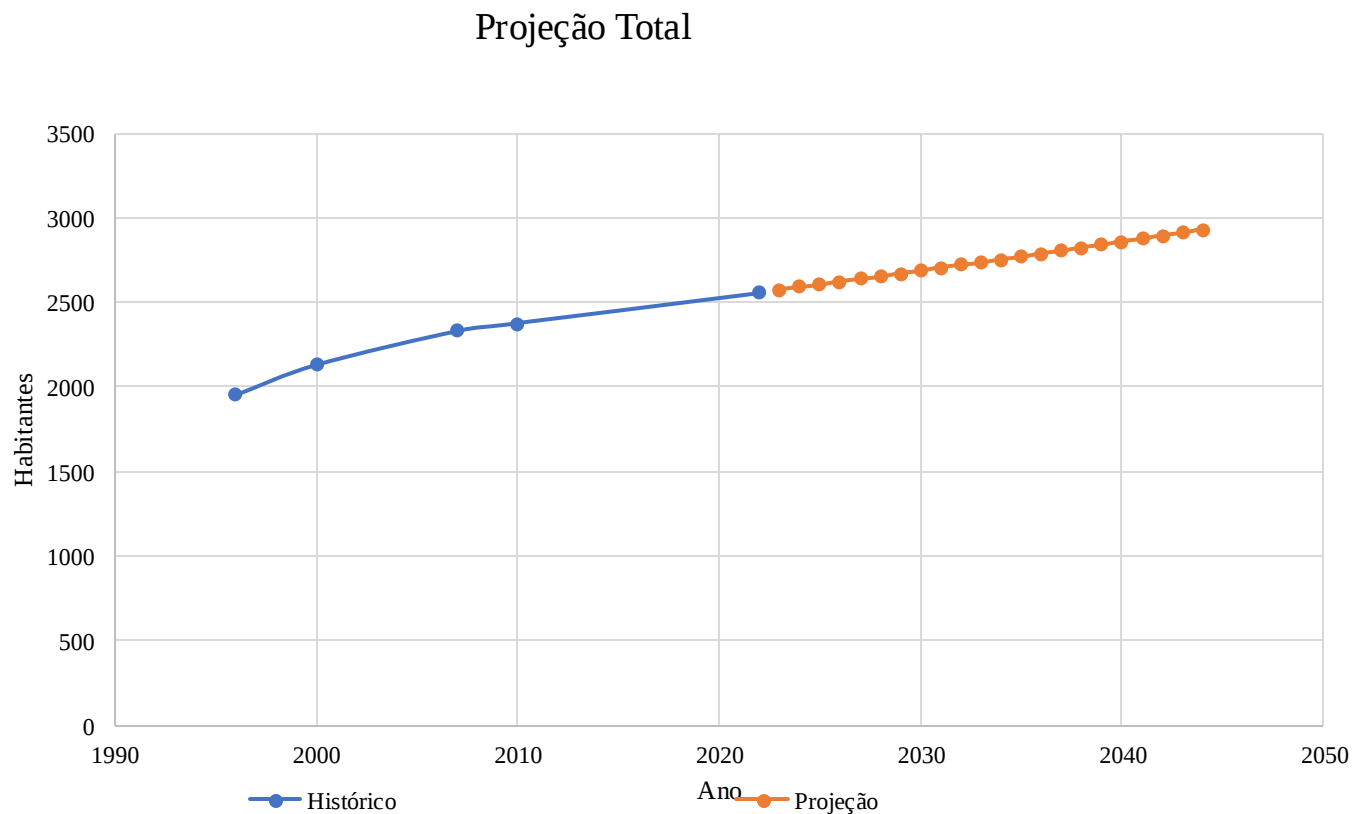
^a SNIS 2021

^b Diferença entre as duas

^c Censo IBGE 2022

154 questionários em 349 ligações estimadas para grau de confiança de 90% e margem de erro de 5%.

Estudo populacional



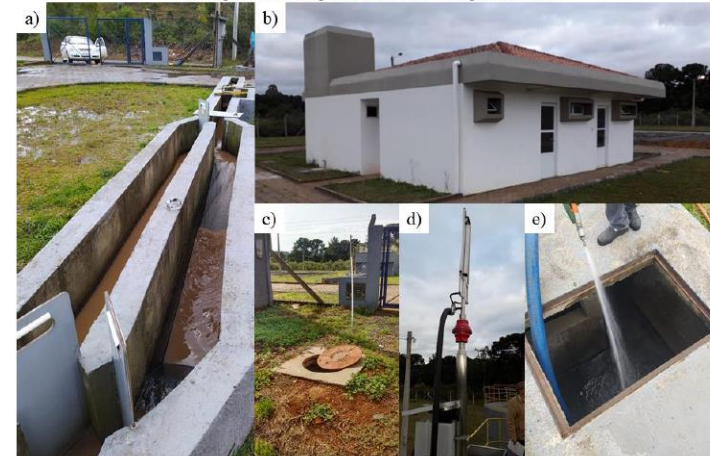
Planejamento para um horizonte de
20 anos

Diagnóstico água e esgoto



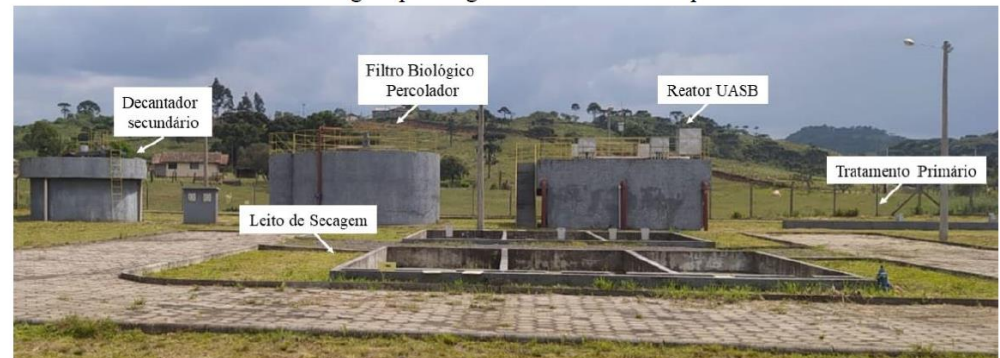
Fonte: Relatório Tratasan de Bocaina do Sul/SC, 2021

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



Fonte: Acervo do LABTRAT/CAV/UDESC.

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



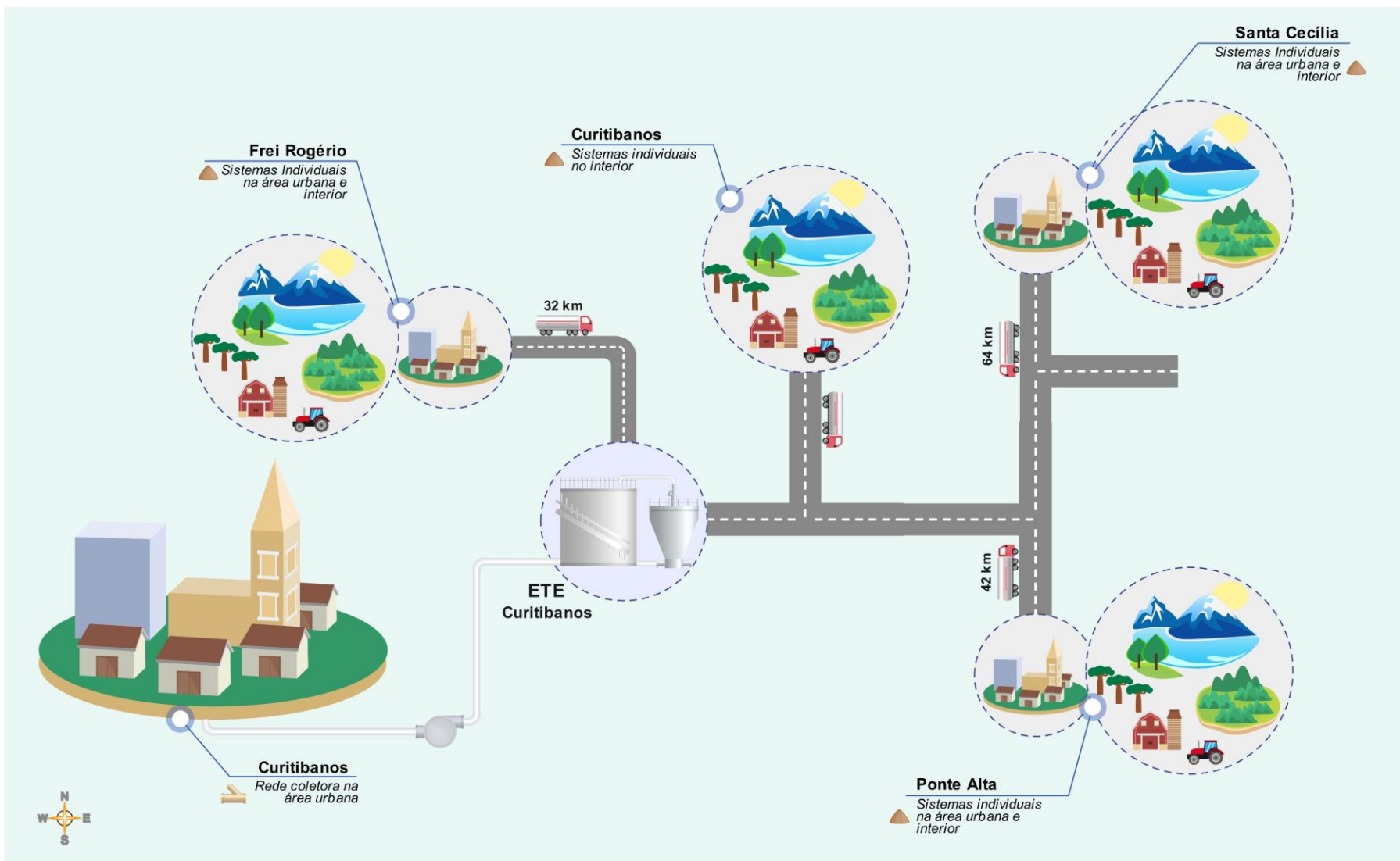
Fonte: Acervo do LABTRAT/CAV/UDESC.

Informações sobre:

- Manancial, captação, ETA, rede de distribuição;
- **Sistemas individuais de esgoto, ETE, rede coletora, disposição do lodo;**
- Drenagem urbana;

Elaboração de cenários

- 1) Sistemas individuais em todo o município e limpeza dos sistemas com contratação de empresa terceirizada.
- 2) Sistemas individuais em todo o município e limpeza gerenciada por uma gestão consorciada entre prefeituras, sendo uma delas com ETE.
- 3) Sistemas centralizados na área urbana e individuais na área rural conforme PMSB.
- 4) Implementação de wetland para o tratamento de esgoto da área urbana e de lodo do município e sistemas individuais na área rural.



Questionário

Perfil da Edificação

☐ residencial	☐ comercial	☐ mista	☐ público	☐ industrial
--------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------

Outras Informações

Nº pessoas na edificação	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	
Nº máximo de pessoas na edificação	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	
Nº de quartos	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	
Nº de quartos (HOTEL)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	

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

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:		

Possui caixa de gordura?	☐ sim	☐ não
Possui Fossa Negra?	☐ sim	☐ não
Possui Tanque séptico?	☐ sim	☐ não
Possui Filtro Anaeróbio	☐ sim	☐ não
Possui Sumidouro	☐ sim	☐ não
Possuo Tanque com Cloração	☐ sim	☐ não



Fonte: <http://www.pmf.sc.gov.br/noticias/index.php?pagina=notpagina¬i=19145>

Possui tubulação de drenagem em frente a edificação?	☐ sim	☐ não
Possui ligação na drenagem pluvial?	☐ sim	☐ não

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

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

Nome da Rua e Número (se não tiver, S/N)

Bairro

CEP







<https://bakofengenharia.com.br/linhas/2/produto/5>





<https://www.limpafossa.com.br/desentupidora-de-fossa-como-fazer-a-melhor-escolha/>

Fotos



Perfil da Edificação

☐ residencial	☐ comercial	☐ mista	☐ público	☐ industrial
--------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------

Outras Informações

Nº pessoas na edificação	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	
Nº máximo de pessoas na edificação	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	
Nº de quartos	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	
Nº de quartos (HOTEL)	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7	☐ 8	

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

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:		

Possui caixa de gordura?	☐ sim	☐ não
Possui Fossa Negra?	☐ sim	☐ não
Possui Tanque séptico?	☐ sim	☐ não
Possui Filtro Anaeróbio	☐ sim	☐ não
Possui Sumidouro	☐ sim	☐ não
Possuo Tanque com Cloração	☐ sim	☐ não

Possui tubulação de drenagem em frente a edificação?	☐ sim	☐ não
Possui ligação na drenagem pluvial?	☐ sim	☐ não

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

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

Nome da Rua e Número (se não tiver, S/N)

Bairro

CEP

Anexo E - Custos para implantação da WL

Item	Fonte	Código	Descrição	Un	Qtidade	CU R\$ (sem BDI)	CU R\$ (com BDI)	Preço total (R\$)
1			Locação					
1.1	CASAN	CASAN-020303	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DE OBRAS LOCALIZADAS ATÉ 01 HÁ	m²	98,80	0,53	0,66	65,21
1.2	SINAPI	4813	PLACA DE OBRA (PARA CONSTRUCAO CIVIL) EM CHAPA GALVANIZADA *N. 22*, ADESIVADA, DE *2,4 X 1,2* M (SEM POSTES PARA FIXACAO)	m²	1,00	445,00	512,00	512,00
2			Escavação e reaterro para os módulos					
2.1	SINAPI	101233	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 1,2 M³ / 155 HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 18 M³, DMT ATÉ 1 KM E VELOCIDADE MÉDIA 14KM/H. AF_05/2020	m³	88,92	8,66	10,75	955,89
2.2	SINAPI	90105	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M (MÉDIA MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), RETROESCAV. (0,26 M³), LARGURA MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_02/2021	m³	19,76	8,59	10,67	210,84
2.3	SINAPI	93369	REATERRO MECANIZADO DAS LATERIAS DOS MÓDULOS E VALAS DAS REDES COLETORAS E DE DISTRIBUIÇÃO DE ESGOTO	m³	197,60	12,27	15,24	3.011,42
3			Assentamento/instalação e montagem					
3.1	SINAPI	36365	TUBO COLETOR DE ESGOTO PVC, JEI, DN 100 MM (NBR 7362)	M	69,16	41,41	47,69	3.298,24
3.2	SINAPI	90733	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100, JUNTA ELÁSTICA	m	69,16	2,35	2,92	201,95
3.3	SINAPI	Composição	MONTAGEM DE CONEXÕES EM PVC	UM	39,52	2,08	2,58	101,96
4			Materiais para instalação da ETE					
4.1	SINAPI	104070	TÊ, PVC OCRE, JUNTA ELÁSTICA, DN 100 MM, PARA COLETOR PREDIAL DE ESGOTO. AF_06/2022	UM	15,00	101,49	126,04	1.890,60
4.2	SINAPI	1863	CURVA LONGA PVC, PB, JE, 90 GRAUS, DN 100, PARA REDE COLETORA DE ESGOTO	UM	20,00	58,30	72,40	1.448,00
4.3	cotação		REGISTRO BORBOLETA DE PVC 100 MM	UM	8,00	410,67	472,97	3.783,76

Item	Fonte	Código	Descrição	Un	Qtidade	CU R\$ (sem BDI)	CU R\$ (com BDI)	Preço total (R\$)
4.4	CASAN	CASAN 81713	POÇO DE VISITA (BASE FUNDO PRONTO), DN 800 MM ATÉ 1.00M - TIPO 2	UM	4,00	1.271,52	1.579,10	6.316,40
4.5	CASAN	CASAN 81719	ACRÉSCIMO DE CÂMARA (BALÃO) EM POÇO DE VISITA EM ANÉIS DE CONCRETO PB, DN 800 MM	UM	4,00	674,52	804,16	3.216,64
4.6	SINAPI-I	4102	MOURAO DE CONCRETO RETO, SECAO QUADRADA, *10 X 10* CM, H= 3,00 M (apoio das tubulações)	UM	8,00	69,00	79,47	635,76
4.7		cotação	INSTALAÇÃO DE LONA PEAD 1,5 MM	m²	172,90	8,85	10,99	1.900,17
4.8	SINAPI	44508	MANTA TERMOPLASTICA, PEAD, GEOMEMBRANA LISA, E = 1,50 MM (NBR 15352)	m²	172,90	23,25	51,09	8.833,46
4.9	SINAPI	composição	ENCHIMENTO DE BRITA 01 PARA MEIO FILTRANTE LANÇAMENTO MECANIZADO, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	m³	7,41	106,70	132,51	981,90
4.10	SINAPI	composição	ENCHIMENTO DE PEDRISCO PARA MEIO FILTRANTE LANÇAMENTO MECANIZADO, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	m³	14,82	122,07	151,60	2.246,71
4.11	SINAPI	composição	ENCHIMENTO DE BRITA 02 PARA MEIO FILTRANTE LANÇAMENTO MECANIZADO, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	m³	9,88	107,23	133,17	1.315,72
4.12	SINAPI	367	AREIA GROSSA-POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADA NA JAZIDA SEM TRANSPORTE	m³	4,94	151,96	188,72	932,27
4.13	SINAPI	43977	CAIXA D' ÁGUA/RESERVATÓRIO EM POLIETILENO, 3000 LITROS, COM TAMPA	UM	1,00	1.800,98	2.236,64	2.236,64
4.14	SINAPI	103913	EXECUÇÃO DE PISO INDUSTRIAL DE CONCRETO ARMADO, FCK = 20MPA, ESPESSURA DE 12 CM	m²	83,98	126,00	156,48	13.141,14
4.15	cotação		CESTO COM GRADE PARA REMOÇÃO DE SÓLIDOS GROSSEIROS	UM	1,00	1.300,00	1.614,47	1.614,47
Custo Total			R\$ 59.302,94					

Anexo F - Orçamento da WVSF.

Item	Fonte	Código	Descrição	Unidade	Qtidade	CU R\$ (sem BDI)	CU R\$ (com BDI)	Preço total (R\$)
1			Locação					
1.1	CASAN	CASAN-020303	LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DE OBRAS LOCALIZADAS ATÉ 01 HÁ	m²	2.356,85	0,53	0,66	1.555,52
1.2	SINAPI	4813	PLACA DE OBRA (PARA CONSTRUCAO CIVIL) EM CHAPA GALVANIZADA *N. 22*, ADESIVADA, DE *2,4 X 1,2* M (SEM POSTES PARA FIXACAO)	m²	2,00	445,00	512,00	1.024,00
2			Escavação e reaterro para 1º e segundo 2º estágio					
2.1	SINAPI	101233	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 1,2 M³ / 155 HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 18 M³, DMT ATÉ 1 KM E VELOCIDADE MÉDIA 14KM/H. AF_05/2020	m³	555,35	8,66	10,75	5.970,00
2.2	SINAPI	90105	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M (MÉDIA MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), RETROESCAV. (0,26 M³), LARGURA MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_02/2021	m³	94,82	8,59	10,67	1.011,68
2.3	SINAPI	93369	REATERRO MECANIZADO DAS LATERIAS DOS MÓDULOS E VALAS DAS REDES COLETORAS E DE DISTRIBUIÇÃO DE ESGOTO	m³	812,71	12,27	15,24	12.385,64
3			Assentamento/instalação e montagem					
3.1	SINAPI	97126	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC PBA PARA REDE DE ÁGUA, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2017	m	1.029,43	1,62	2,01	2.069,15
3.2	SINAPI	97134	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC DEFOFO OU PRFV OU RPVC PARA REDE DE ÁGUA, DN 150 MM, JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2017	m	94,82	2,35	2,92	276,86

Item	Fonte	Código	Descrição	Unidade	Qtidade	CU R\$ (sem BDI)	CU R\$ (com BDI)	Preço total (R\$)
3.3	SINAPI	Composição	MONTAGEM DE CONEXÕES EM PVC	un	150,00	2,08	2,58	387,00
4			Materiais para instalação da ETE					
4.1	SINAPI	41892	TE, PVC PBA, BBB, 90 GRAUS, DN 100 / DE 110 MM, PARA REDE AGUA (NBR 10351)	un	60,95	141,00	162,39	9.898,15
4.2	SINAPI	104070	TÊ, PVC OCRE, JUNTA ELÁSTICA, DN 100 MM, PARA COLETOR PREDIAL DE ESGOTO. AF_06/2022	un	44,70	101,49	126,04	5.633,84
4.3	SINAPI	3530	JOELHO PVC, SOLDABEL, 90 GRAUS, 110 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	un	73,14	288,99	332,83	24.344,36
4.4	cotação		TUBO PEAD CORRUGADO 100 MM EM BARRAS DE 6 M PERFURADO PARA DRENAGEM DO ESGOTO TRATADO	m	270,90	36,63	42,19	11.429,36
4.5	SINAPI	104357	CAP, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM SUBCOLETOR AÉREO DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	un	40,64	18,94	23,52	955,74
4.6		cotação	REGISTRO BORBOLETA DE PVC 100 MM	un	16,00	410,67	472,97	7.567,52
4.7	SINAPI	36365	TUBO COLETOR DE ESGOTO PVC, JEI, DN 100 MM (NBR 7362)	m	423,28	41,41	47,69	20.186,43
4.8	SINAPI	36374	TUBO PVC PBA JEI, CLASSE 12, DN 100 MM, PARA REDE DE AGUA (NBR 5647)	m	372,49	68,66	79,08	29.456,53
4.9	SINAPI	41936	TUBO COLETOR DE ESGOTO, PVC, JEI, DN 150 MM (NBR 7362)	m	93,46	59,30	68,30	6.383,40
4.10	CASAN	CASAN 81713	POÇO DE VISITA (BASE FUNDO PRONTO), DN 800 MM ATÉ 1.00M - TIPO 2	un	11,00	1.271,52	1.579,10	17.370,10
4.11	CASAN	CASAN 81719	ACRÉSCIMO DE CÂMARA (BALÃO) EM POÇO DE VISITA EM ANÉIS DE CONCRETO PB, DN 800 MM	un	6,00	674,52	804,16	4.824,96
4.12	SINAPI	4102	MOURAO DE CONCRETO RETO, SECAO QUADRADA, *10 X 10* CM, H= 3,00 M	un	30,00	69,00	79,47	2.384,10
4.13	cotação		INSTALAÇÃO DE LONA PEAD 1,5 MM	m²	2.505,84	8,85	10,99	27.539,22
4.14	SINAPI	44508	MANTA TERMOPLASTICA, PEAD, GEOMEMBRANA LISA, E = 1,50 MM (NBR 15352)	m²	2.505,84	23,25	51,09	128.023,54

Item	Fonte	Código	Descrição	Unidade	Qtidade	CU R\$ (sem BDI)	CU R\$ (com BDI)	Preço total (R\$)
4.15	SINAPI	composição	ENCHIMENTO DE BRITA 01 PARA MEIO FILTRANTE LANÇAMENTO MECANIZADO, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	m³	135,45	106,70	132,51	17.948,61
4.16	SINAPI	composição	ENCHIMENTO DE PEDRISCO PARA MEIO FILTRANTE LANÇAMENTO MECANIZADO, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	m³	541,80	122,07	151,60	82.137,49
4.17	SINAPI	composição	ENCHIMENTO DE BRITA 02 PARA MEIO FILTRANTE LANÇAMENTO MECANIZADO, FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO	m³	203,18	107,23	133,17	27.057,01
4.18	SINAPI	367	AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m³	541,80	151,96	188,72	102.248,78
5			Fechamento do terreno					
5.1	SINAPI	101198	CERCA COM MOURÕES DE CONCRETO, SEÇÃO "T" PONTA INCLINADA, 10X10 CM, ESPAÇAMENTO DE 2,5 M, CRAVADOS 0,5 M, COM 11 FIOS DE ARAME DE AÇO OVALADO 15X17 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_05/2020	m	95,00	94,05	116,80	11.096,00
5.2	SINAPI	37561	PORTAO DE CORRER EM CHAPA TIPO PAINEL LAMBRIL QUADRADO, COM PORTA SOCIAL COMPLETA INCLUIDA, COM REQUADRO, ACABAMENTO NATURAL, COM TRILHOS E ROLDANAS	m	6,00	467,81	538,78	3.232,68
Preço total			R\$ 564.203,21					

BIORREATOR E BIOFILTRO

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

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



MATERIAL
PEMD



MATERIAL
PRFV



GARANTIA*



PRODUTO ECO
FAZ BEM PARA
O NOSSO MUNDO



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

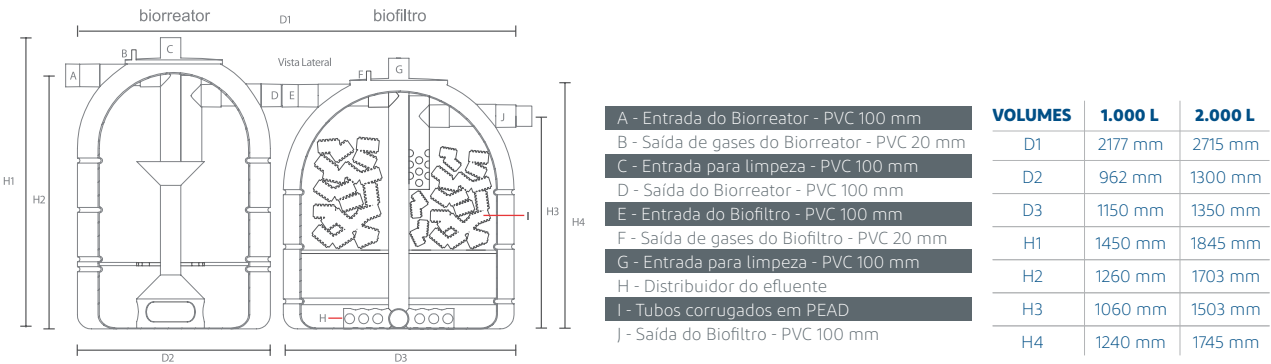


- Grande redução da carga orgânica (fossa e fossa-filtro reduzem no máximo em 50%);
- Não requer colocação de brita (fossa e fossa-filtro requerem);
- Não requer retrolavagem (sistemas com brita requerem);
- Feito com material estanque, evita infiltração no solo e no lençol freático;
- O lodo gerado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

* Garantia conforme instrução de instalação do fabricante.

BIORREATOR E BIOFILTRO EM POLIETILENO (PEMD)

Medidas nominais do equipamento

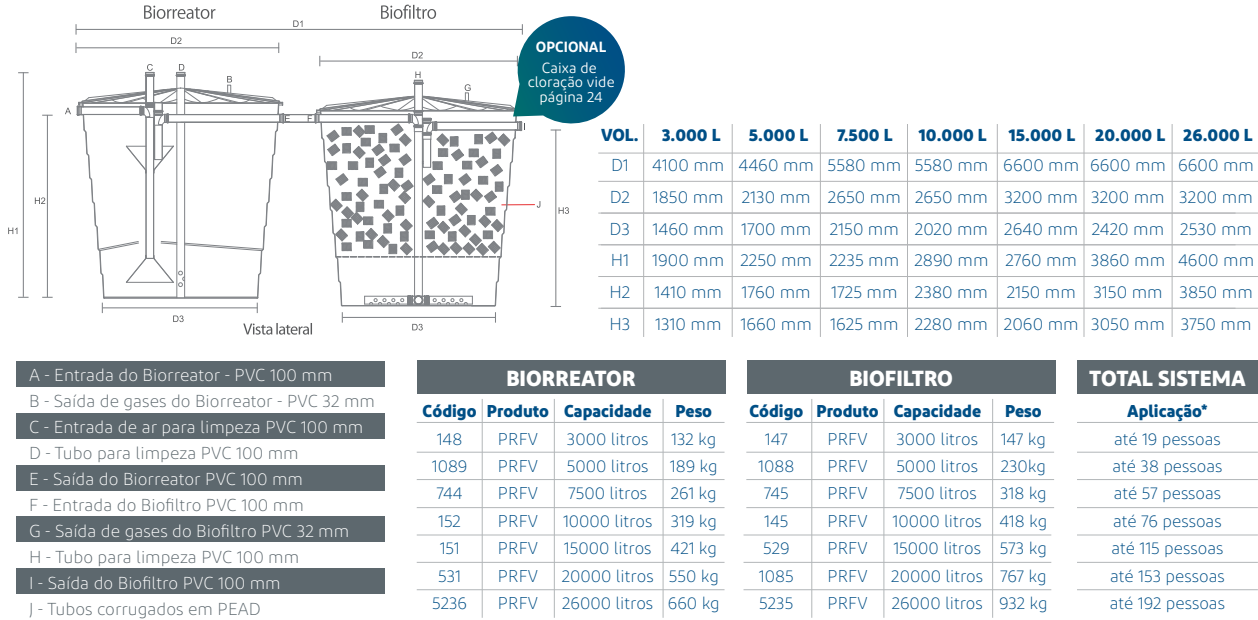


CÓDIGO

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

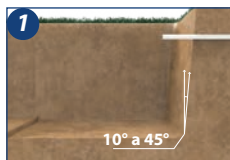
PEMD - Polietileno de Média Densidade.

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

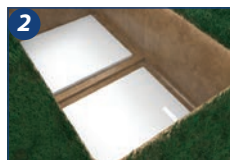


PRFV - em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV). Para sistemas com capacidade acima de 50.000 litros, consultar fábrica.
*Contribuição referente ao Padrão Médio (130 litros/dia por pessoa)

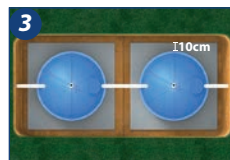
INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO



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 Retor e Biofiltro Bakof Tec.



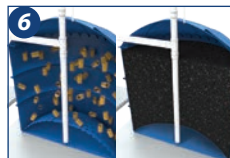
3. A base deve apoiar todo o fundo do equipamento e ser pelo menos 10cm maior que o diâmetro do mesmo.



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



5. Encher com água o Retor 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 aterro 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 Retor 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 Retor e Biofiltro Bakof[®]

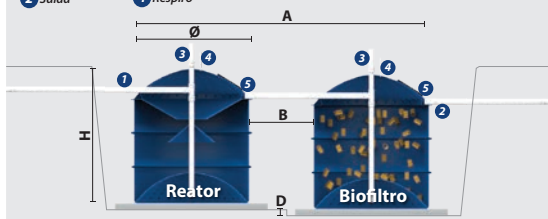
Modelo (€/dia*)	A (m)	B (m)	D (m)	Ø (m)	H (m)	PESSOAS ATENDIDAS		
						Padrão Alto**	Padrão Médio***	Padrão Baixo****
400€	2x1,0	1,00	0,10	0,68	1,26	2	3	4
600€	2x1,0	1,00	0,10	0,68	1,50	3	4	6
1.600€	3x1,2	1,00	0,10	1,00	1,69	10	12	16
4.000€	4x1,7	1,00	0,10	1,50	1,93	25	30	40
8.000€	5x2,2	1,00	0,10	2,00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

E(DBO)/% Conforme NBR 13.969 **160 l/hab/dia ***130 l/hab/dia ****100 l/hab/dia e DBO de até 300 mg/L

Eficiência 70-90 Padrão de contribuição definido e de responsabilidade do contratante.

1 Entrada 2 Saída 3 Limpeza 4 Respiro 5 Tampa de Inspeção

*Dimensões aproximadas



! IMPORTANTE

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

DATA DE FABRICAÇÃO

CONTROLE DE OBRIGATORIEDADE													CONTROLE DE OBRIGATORIEDADE	
OK													OK	
TÍTULO													TÍTULO	
A													A	
B													B	
C													C	
D													D	

INDÚSTRIA BRASILEIRA

FEV/2019

PRAZO DE VALIDADE:
INDETERMINADO