

Projeto **TRATAS** **N**

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/VI/2019

ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL Diagnóstico de situação e proposição de alternativas

Cerro Negro - Santa Catarina



Novembro de 2020

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/2018

ORGANIZAÇÃO

PREFEITURA MUNICIPAL DE CERRO NEGRO

Ademilson Conrado Prefeito Municipal
Adelar José de Moraes Vice-Prefeito Municipal

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO

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

EXECUÇÃO

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

Equipe Técnica Municipal

Fabiano Mocelin Secretário Municipal de Saúde	Mário Grassi Secretário Municipal de Administração
---	--

Sandra Conrado
Secretária Municipal de Educação

Selênio Sartori Diretor Executivo do CISAMA	Katynara Goedert Coordenadora de Projetos de Saneamento Básico do CISAMA
---	---

Ademilson Conrado Prefeito de Cerro Negro	Adelar José de Moraes Vice-Prefeito de Cerro Negro
---	--

Sumário

1	Apresentação	10
2	Aspectos gerais do município.....	11
2.1	Aspectos Gerais do Município.....	11
2.2	Características Físicas.....	13
2.2.1	Hidrologia.....	13
2.2.2	Geomorfologia.....	15
2.3	Uso e ocupação de solo.....	16
2.4	Diagnóstico socioambiental.....	17
3	Estudo populacional	18
4	Cenário atual do saneamento básico.....	21
4.1	Sistema de abastecimento de água.....	21
4.2	Esgotamento sanitário.....	22
4.3	Drenagem e manejo de águas pluviais.....	23
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	26
6	Diagnóstico.....	26
6.1	Informações do município sobre a gestão do sistema de esgotos sanitários....	26
6.2	Sistemas individuais na área urbana	27
6.2.1	Metodologia de aplicação dos questionários.....	27
6.2.2	Tratamento de dados.....	28
6.3	Resultados obtidos	28
6.3.1	Diagnóstico e análise	28
6.3.2	Característica das edificações.....	28

6.3.3	Características dos sistemas de tratamento.....	30
6.3.4	Caixa de Gordura.....	31
6.3.5	Fossa Rudimentar	32
6.3.6	Tanque Séptico	33
6.3.7	Filtro Anaeróbio	34
6.3.8	Sistemas de disposição	35
6.3.9	Idade dos sistemas	38
6.3.10	Limpeza dos sistemas	38
6.3.11	Espaço no terreno para instalação	43
6.4	Caixa de água.....	43
7	Legislação.....	45
8	Soluções para o tratamento de esgoto sanitário.....	46
8.1	Tanques sépticos.....	46
8.1.1	Dimensionamento do tanque séptico.....	48
8.1.2	Limpeza dos tanques sépticos	48
8.2	Filtro anaeróbio.....	49
8.2.1	Dimensionamento do filtro anaeróbio	50
8.3	Estudo de caso envolvendo a aplicação de tanque séptico e filtro anaeróbio..	50
8.4	Alternativa baseada no sistema de <i>wetlands</i>	52
8.4.1	Tratamento de esgoto bruto por meio de <i>wetland</i> vertical Sistema Francês	52
8.4.2	Tratamento de lodos através de sistemas <i>wetlands</i> construídos.....	55
8.4.3	Dimensionamento das unidades <i>wetlands</i> para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do esgoto bruto doméstico	57
8.4.4	Dimensionamento do <i>wetland</i> construído para tratamento de lodo de tanque séptico	58
8.5	Alternativas de disposição do esgoto tratado.....	59
8.6	Edificações sem espaço útil	59

9	Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Cerro Negro.....	60
10	Custos e cobrança pelos serviços	66
11	Plano de ação	73
12	Considerações finais	78
13	Referências	79
14	Anexos	83

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Distribuição da população no território municipal.....	12
Tabela 2 - Evolução da população de Cerro Negro entre os anos de 1996 e 2020.	18
Tabela 3 - Projeção da população urbana de Cerro Negro para o período de 2021-2042, utilizando vários modelos.....	19
Tabela 4 - Projeção da população no município de Cerro Negro.....	20
Tabela 5 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área urbana de Cerro Negro...	24
Tabela 6 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Cerro Negro.	25
Tabela 7 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área rural de Cerro Negro.	26
Tabela 8 - Projeção de produção de lodo na área rural de Cerro Negro.....	26
Tabela 9 - Referências de taxas de sólidos aplicados em <i>wetlands</i>	56
Tabela 10 - Parâmetros de dimensionamento para tratamento de lodo de TS.	58
Tabela 11 - Custos dos sistemas de tratamento individual.....	67
Tabela 12 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Lages.	68
Tabela 13 - Estimativa de custos para a limpeza considerando a gestão associada entre Campo Belo do Sul, Cerro Negro e Capão Alto.	69
Tabela 14 - Custos para a implementação e operação de sistema coletivo de esgoto na área urbana e individual na área rural. Nos cenários são previstos custos para um horizonte de 20 anos.	71
Tabela 15 - Custos de implementação e manutenção considerando a tecnologia de <i>wetlands</i> construídos na área urbana.	72

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização do município de Cerro Negro no Brasil e no Estado de Santa Catarina.....	12
Figura 2 - Localização da região hidrográfica Planalto de Lages (RH4).....	13
Figura 3 - Usina Hidrelétrica Barra Grande, localizada no Rio Pelotas.....	14
Figura 4 - Localização da bacia do Alto Canoas	14
Figura 5 - Perímetro da bacia do Rio Pelotas	15
Figura 6 - Tipos de solo em Cerro Negro	16
Figura 7 - Classificação do uso e ocupação do solo no município de Cerro Negro	17
Figura 8 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de Cerro Negro.....	20
Figura 9- Dados da população total de Cerro Negro entre 1996 e 2020 e evolução populacional entre 2021 e 2042.....	21
Figura 10 - Localização georreferenciada da ETA e do Reservatório de Cerro Negro e a posição do Arroio Bonito.	22
Figura 11 – Equipe técnica da UDESC e da prefeitura de Cerro Negro, e agentes comunitária de saúde do município.	27
Figura 12 - Número de pessoas nas edificações entrevistadas. Esses números representam a quantidade mais provável de pessoas na edificação.....	29
Figura 13 - Número máximo de pessoas nas edificações.....	29
Figura 14 - Distribuição das propriedades entre sistemas coletivos e individuais.....	30
Figura 15 - Sistema de tratamento utilizado de forma coletiva em Cerro Negro.....	31
Figura 16 - Porcentagem de caixas de gordura instaladas.....	32
Figura 17 - Presença ou não de fossa rudimentar nas residências.....	33
Figura 18 - Presença de tanque séptico nas edificações entrevistadas.	34
Figura 19 - Presença de filtro anaeróbio nas edificações entrevistadas.	34
Figura 20 - Presença de sumidouro nas propriedades entrevistadas.	35
Figura 21 - Presença de tubulação de drenagem na rua.	36
Figura 22 - Porcentagem de entrevistados que afirmaram estarem ligados ou não à rede de drenagem pluvial.....	37
Figura 23 - Exemplos de disposição irregular de esgotos.	37
Figura 24 - Idade dos sistemas de tratamento ou da propriedade.....	38
Figura 25 - Realização de limpeza nos sistemas de tratamento.	39

Figura 26 - Distribuição da frequência de limpeza dos sistemas.	40
Figura 27 - Ano da última limpeza.	40
Figura 28 - Acesso ao sistema de esgoto.	41
Figura 29 - Presença de tampa de inspeção.	41
Figura 30 - Exemplo de sistema com acesso dificultado.	42
Figura 31 - Ocorrência de problemas no sistema de esgoto.	42
Figura 32 - Disponibilidade de espaço para instalação de sistemas individuais.	43
Figura 33 - Existência de caixa de água.	44
Figura 34 - Volumes das caixas de água.	44
Figura 35 - Tanque séptico.	47
Figura 36 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.	49
Figura 37 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbio.	51
Figura 38 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.	53
Figura 39 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.	54
Figura 40 - Perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio do Sistema Francês. .	55
Figura 41 - <i>Wetland</i> vertical para tratamento de lodo.	57
Figura 42 - Concepção padrão a ser adotada na proposta.	58
Figura 43 - Proposta do programa de gestão associada de tratamento de esgoto sanitário na área urbana para os municípios de Capão Alto, Campo Belo do Sul e Cerro Negro. A área rural pode ser contemplada com sistemas individuais nos três municípios.	65

Lista de Quadros

Quadro 1 - Bairros visitados para aplicação do diagnóstico do tratamento individual de esgoto no município de Cerro Negro.....	28
Quadro 2 - Características dos filtros anaeróbios de diferentes sentidos de fluxo.....	49
Quadro 3 - Objetivo 1: adequar o município em termos legislativos e executivos sobre os sistemas individuais de tratamento de esgotos e planejar o sistema de cobranças.....	74
Quadro 4 - Objetivo 2: regularizar as edificações do município de Cerro Negro com relação aos sistemas de esgotos sanitários.....	75
Quadro 5 - Objetivo 3: implantar o serviço de manutenção dos sistemas individuais...	76
Quadro 6 - Objetivo 4: realizar campanhas de educação ambiental.....	77

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 Cerro Negro, 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 realizar o diagnóstico do tratamento individual de esgotos domésticos em municípios com menos de 15 mil habitantes e propor ações que busquem a universalização deste serviço nos municípios contemplados. Em geral, os municípios envolvidos não possuem corpo técnico para a realização de um estudo desta natureza e, portanto, a iniciativa da ARIS em parceria com o Consórcio Intermunicipal Serra Catarinense (CISAMA) é fundamental para o planejamento de ações voltadas a universalização dos serviços de esgotamento sanitário em municípios da Serra Catarinense.

2 Aspectos gerais do município

2.1 Aspectos Gerais do Município

O estudo foi realizado no município de Cerro Negro, cidade localizada na Serra Catarinense e pertencente a Mesorregião Serrana e a Microrregião dos Campos de Lages (Figura 1), e possui 3.581 habitantes (CERRO NEGRO, 2011b; IBGE, 2020). O município apresenta uma área territorial de 416,774 km². Na Tabela 1 apresenta-se a distribuição da população e domicílios do município de Cerro Negro, segundo censo demográfico de 2010.

Tabela 1 - Distribuição da população no território municipal.

Dados	Unidade	Valor
População urbana	Habitantes	764
População rural	Habitantes	2.817
Domicílio na área urbana	Residências	250
Domicílio na área rural	Residências	849
Taxa de ocupação	Habitantes/domicílio	1,52

Fonte: Adaptado (IBGE, 2020).

Figura 1 - Localização do município de Cerro Negro no Brasil e no estado de Santa Catarina.



Fonte: (CERRO NEGRO, 2011b).

A colonização do município ocorreu a partir de 1880 por imigrantes italianos, estes fundaram a localidade de Freguesia de São Francisco do Cerro Negro. O distrito de Cerro Negro foi criado em 06 de julho de 1916, instalado em 16 de janeiro e no dia 27 de setembro de 1991 teve sua emancipação política (SEBRAE, 2010).

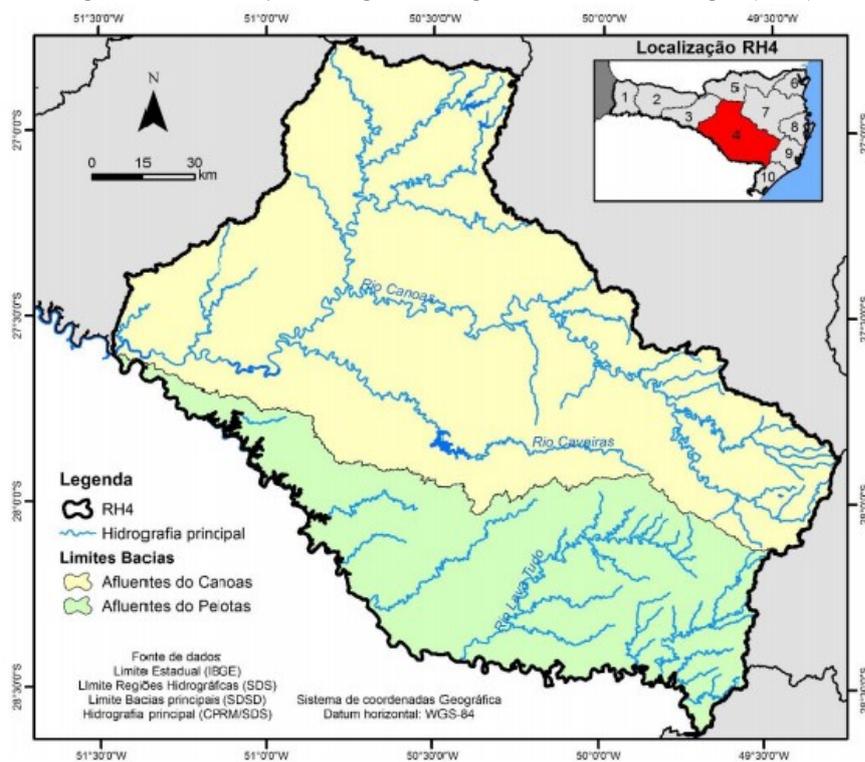
O Produto Interno Bruto (PIB) de Cerro Negro é de R\$ 84.998.000,00, enquanto o PIB per capita é de R\$ 22.220,46 (IBGE, 2020). O setor agropecuário é responsável por 34,8% da economia no município, enquanto o setor industrial representa 11,9%. A produção de milho, uva e erva-mate são as culturas mais desenvolvidas na região (SEBRAE, 2010).

2.2 Características Físicas

2.2.1 Hidrologia

O município de Cerro Negro está localizado na região hidrográfica Planalto de Lages, RH4, sendo essa dividida entre duas grandes bacias, nos quais 55% do município está contido na Bacia do Rio Canoas e o restante na Bacia do Rio Pelotas (Figura 2). A maior parte de sua área está ocupada pelo reservatório da Usina Hidrelétrica Barra Grande, situada no Rio Pelotas. Ela possui um reservatório de 95 km² (Figura 3), cuja potência corresponde a 690 MW, sendo esta capacidade suficiente para atender 24% da demanda do estado de Santa Catarina e 18% do estado do Rio Grande do Sul (BAESA, 2020; CERRO NEGRO, 2011b).

Figura 2 - Localização da região hidrográfica Planalto de Lages (RH4).



Fonte: (SDS, 2017).

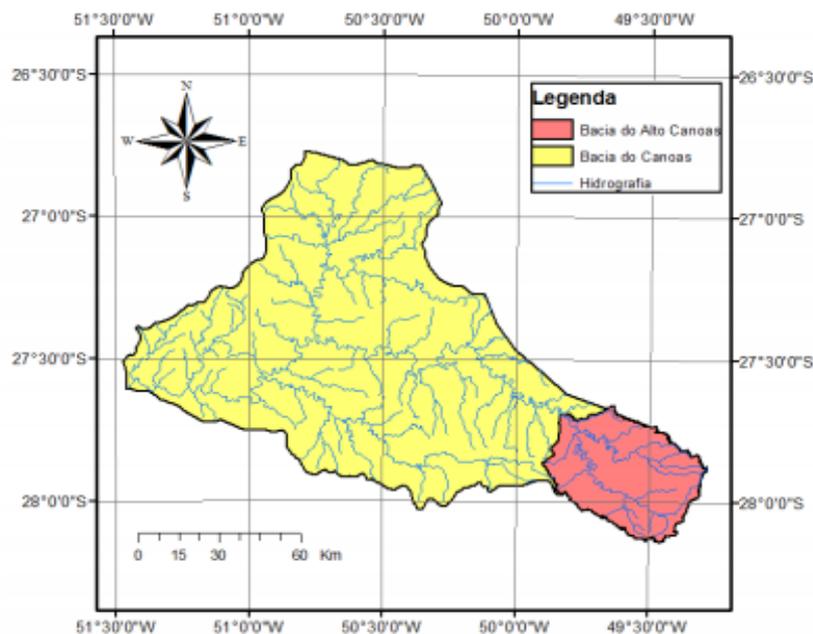
Figura 3 - Usina Hidrelétrica Barra Grande, localizada no Rio Pelotas.



Fonte: (BAESA, 2020)

A bacia hidrográfica do Rio Canoas abrange diversos municípios do planalto catarinense, incluindo a cidade em estudo. Ela possui um território de drenagem com cerca de 1.973,61 km² e um relevo bem acidentado com altitudes médias de 838 a 1.818 m. Na Figura 4 está representada a localização da bacia do Alto Canoas em relação a bacia hidrográfica do Canoas (ANTUNES, 2015).

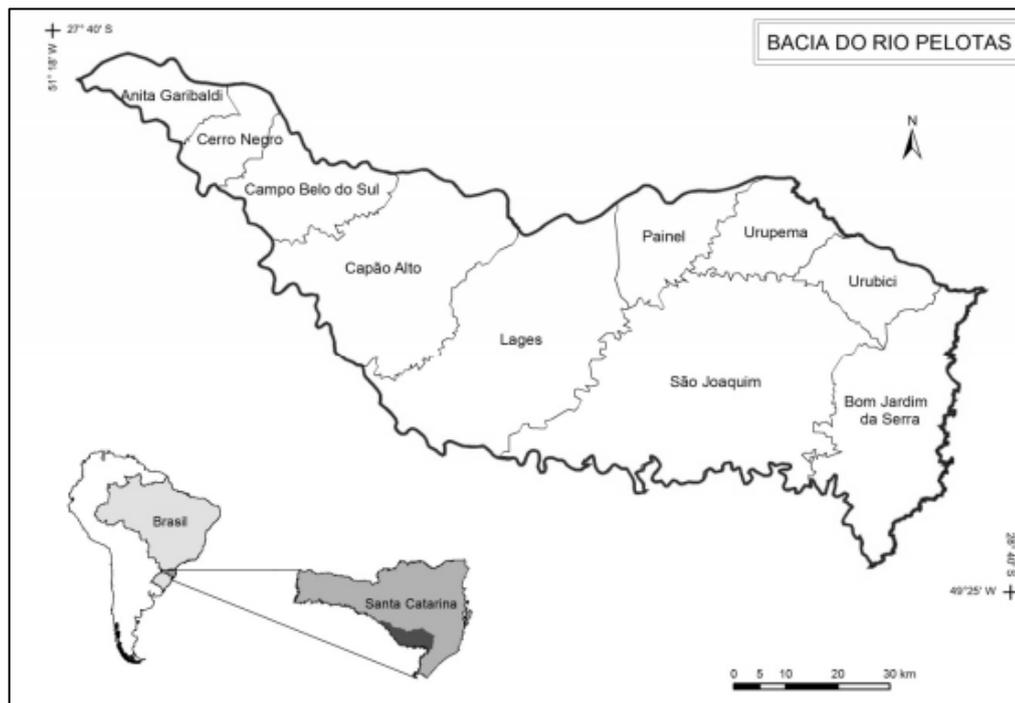
Figura 4 - Localização da bacia do Alto Canoas.



Fonte: (ANTUNES, 2015).

A bacia do Rio Pelotas, que também compõe a região hidrográfica do município, constitui uma área de 7.277 km² e é responsável pela drenagem de aproximadamente 12 municípios (Figura 5). Em consequência, a detenção de 90% das vazões de permanência é responsável por alguns problemas ambientais frequentes nesta bacia, como inundações, em sua grande maioria proveniente do desmatamento (CERRO NEGRO, 2011b).

Figura 5 - Perímetro da bacia do Rio Pelotas

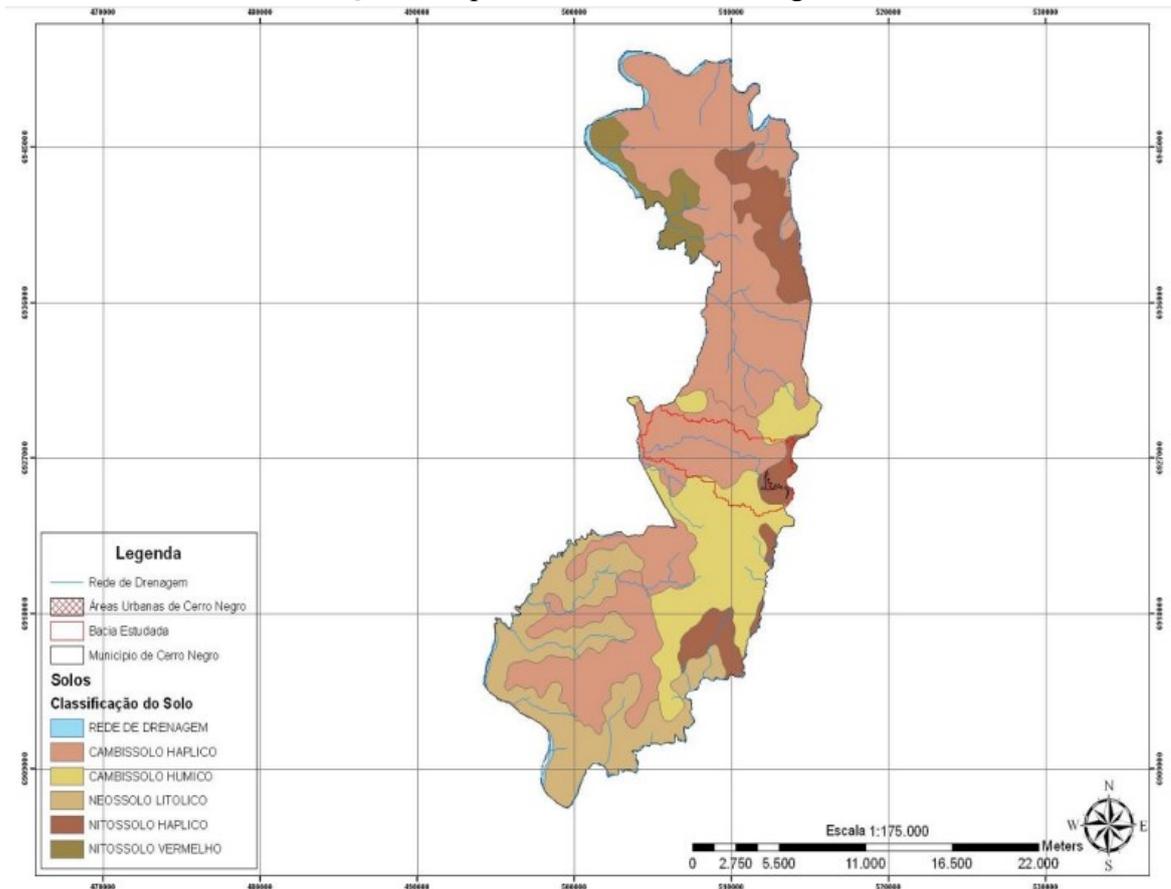


Fonte: (SEVEGNANI et al., 2012).

2.2.2 Geomorfologia

A geomorfologia do município pertence ao grupo São Bento, que é dividido em duas formações, Botucatu e Serra Geral. Entretanto, a cidade de Cerro Negro faz parte da formação Serra Geral, caracterizada por rochas básicas com elevado teor de sílica e baixas concentrações de ferro e magnésio (POTTER *et al.*, 2004). Além disso, os solos predominantes são cambissolos, neossolo e nitossolos. Os cambissolos são de origem mineral e não hidromórficos, já os neossolos possuem baixa profundidade, ao contrário dos nitossolos que são profundos, e apresentam uma ótima drenagem (Figura 6) (CERRO NEGRO, 2011b).

Figura 6 - Tipos de solo em Cerro Negro

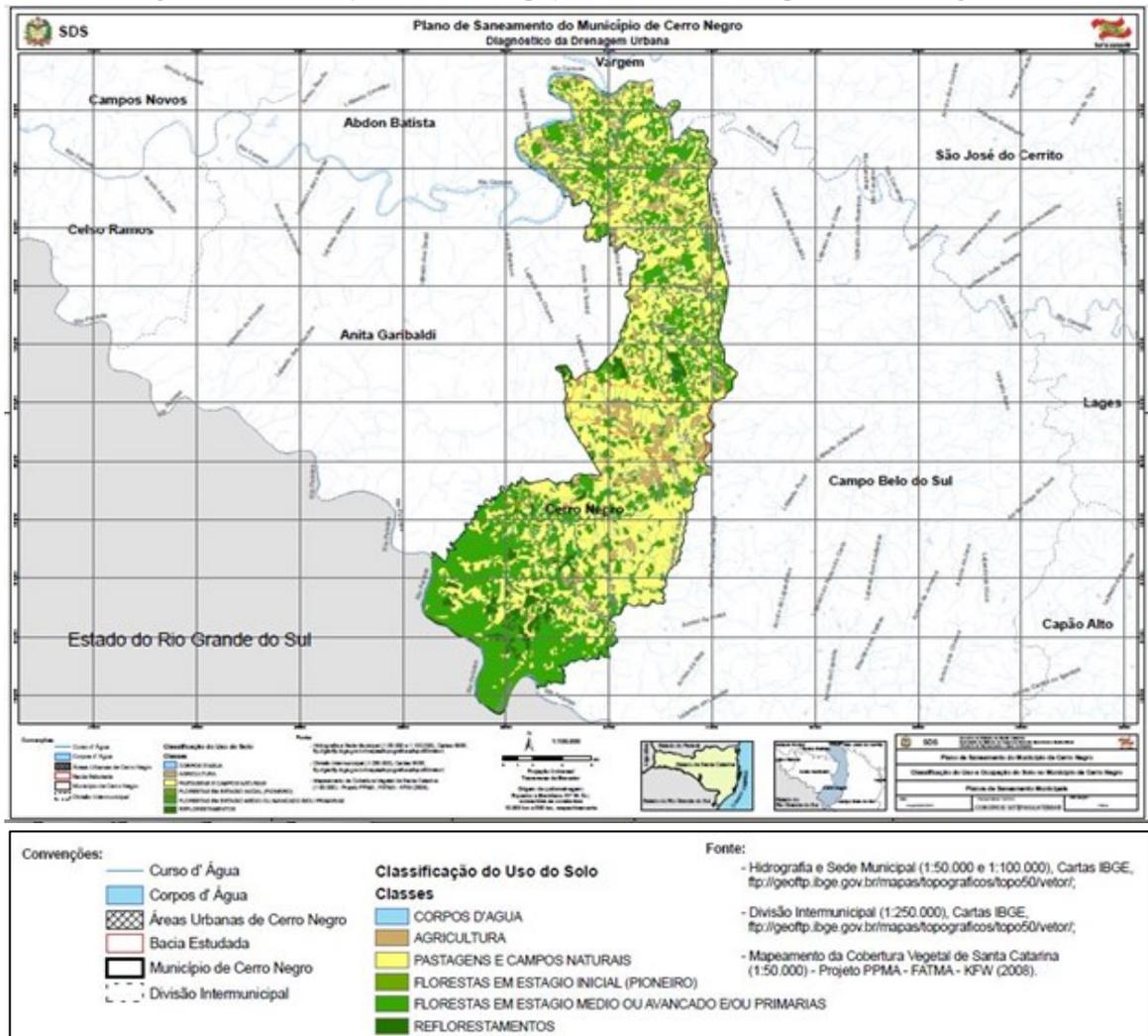


Fonte: (CERRO NEGRO, 2011b)

2.3 Uso e ocupação de solo

O mapeamento do uso e ocupação do solo está representado por 11 classes distintas, sendo essas: Agricultura, Área de mineração, Área urbanizada, Corpos d'água, Florestas em estágio inicial, Florestas em estágio médio ou avançado, Mangues (formação pioneira exclusiva), Pastagens e campos naturais, Reflorestamentos, Solo exposto e Vegetação de várzea e restinga. Estas classes estão representadas no mapa elaborado pela Prefeitura de Cerro Negro junto a Fundação do Meio Ambiente – FATMA, na escala 1:25.000 (Figura 7) (CERRO NEGRO, 2011b).

Figura 7 - Classificação do uso e ocupação do solo no município de Cerro Negro



Fonte: (CERRO NEGRO, 2011b)

Além disto, o município de Cerro Negro no dia 13 de dezembro de 2010, instituiu a Lei Ordinária nº 526/2010 que tem por objetivo estabelecer diretrizes e critérios para o uso e ocupação do solo urbano visando garantir o desenvolvimento sustentável do município.

2.4 Diagnóstico socioambiental

Conforme IBGE, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) para Cerro Negro, representa o dado de 0,621, sendo considerado baixo segundo o critério da metodologia aplicada pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). A principal atividade econômica do município como já mencionado anteriormente é o setor agropecuário, este compreende uma participação de 50,43% na composição do PIB municipal. Entretanto o

setor industrial compõe apenas 4,46% e, o percentual restante, representado por 45,1%, está compreendido em serviços administrativos, defesa, educação, saúde e segurança (IBGE, 2020).

O clima do município de Cerro Negro é subtropical de altitude (Cfa), com inverno intenso, com possibilidade de geada e até nevadas, e um verão com temperatura elevadas, com temperatura média de 16,1°C. Nas estações do ano, primavera e verão, a possibilidade de chuvas de granizo aumenta e prejudica as lavouras e produções locais. A economia municipal é fomentada pela pecuária, agricultura familiar e artesanato em couro. Além disso, a região é conhecida pela sua produção milho, soja, feijão, e outras atividades como, apicultura, pecuária de corte, produção de gado leiteiro e silvicultura de reflorestamento de *pinus*. O setor industrial mesmo que menos expressivo, também se encontra em destaque na região com sua produção concentrada em alimentos, madeira, papel, bebida, papelão e mobiliário (CERRO NEGRO, 2011b).

3 Estudo populacional

Para o planejamento das ações visando a universalização do serviço de esgotamento sanitário, foi realizado um estudo de projeção populacional para um horizonte de 20 anos. Neste sentido, foram obtidos dados do IBGE, entre 1996 e 2020, referentes a censos e estimativas de população para avaliar as modificações no número de habitantes do município de Cerro Negro ao longo do tempo. Com base nos dados da Tabela 2, foram aplicados modelos matemáticos, segundo a metodologia desenvolvida e recomendada pela ARIS (ARIS, 2019), permitindo projetar a população urbana e rural ao longo dos próximos 20 anos.

Tabela 2 - Evolução da população de Cerro Negro entre os anos de 1996 e 2020.

Ano	População (hab.)		
	Urbana	Rural	Total
1996	740	3.631	4.371
2000	694	3.404	4.098
2007	842	3.106	3.948
2010	764	2.817	3.581
2020	655	2.413	3.068

Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Os modelos matemáticos utilizados envolvem a aplicação de equação linear, equação logarítmica, equação polinomial, projeção aritmética, projeção geométrica e regressão

parabólica. Os dados para a projeção da população urbana de Cerro Negro são apresentados na Tabela 3.

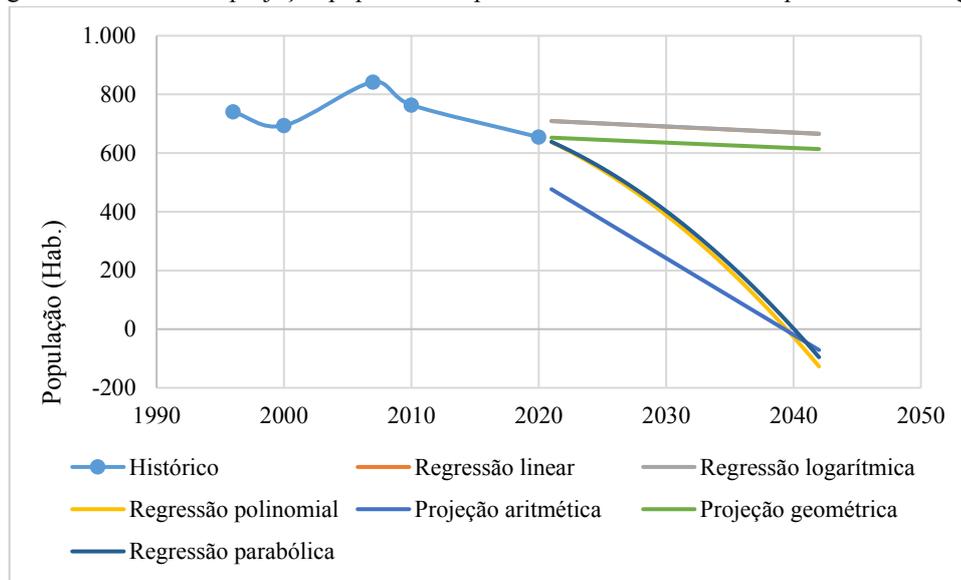
Tabela 3 - Projeção da população urbana de Cerro Negro para o período de 2021-2042, utilizando vários modelos.

Ano	Equação Linear	Equação Logarítmica	Equação Polinomial	Projeção Aritmética	Projeção Geométrica	Regressão Parabólica
2021	709	709	638	477	653	638
2022	707	707	616	451	651	618
2023	705	705	593	425	649	596
2024	703	703	568	399	647	573
2025	701	701	542	373	645	548
2026	699	699	514	346	643	522
2027	697	697	485	320	641	494
2028	695	695	454	294	639	465
2029	692	693	422	268	638	435
2030	690	691	389	242	636	403
2031	688	689	354	216	634	369
2032	686	687	317	190	632	334
2033	684	685	280	164	630	298
2034	682	683	240	138	628	260
2035	680	681	199	112	626	221
2036	678	679	157	85	625	180
2037	676	677	113	59	623	138
2038	674	675	68	33	621	94
2039	672	672	22	7	619	49
2040	670	670	-26	-19	617	2
2041	668	668	-76	-45	616	-46
2042	665	666	-127	-71	614	-96

Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Os valores obtidos foram utilizados para a construção de curvas de projeção populacional (Figura 8), incluindo os dados do IBGE entre 1996 e 2020 e os valores estimados pelos diversos modelos matemáticos.

Figura 8 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de Cerro Negro.



Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Desta forma, foi observado os modelos apresentaram como resultado uma tendência à diminuição da população ao longo do horizonte do plano. Desta forma, a população entre 2021 e 2042 foi fixada em 655 habitantes com base na projeção populacional apresentada pelo IBGE para 2020 (Tabela 4).

Assim como para a área urbana, os modelos apontaram uma redução na população para a área rural. Os dados do IBGE indicam uma diminuição na população dentro de período de 1996 a 2020. Neste sentido, decidiu-se fixar a população rural ao longo do horizonte do plano, resultando em uma população de referência igual a 2.413 habitantes entre 2021 e 2042. Em resumo, foi definido uma população de final de plano igual a 3.068 habitantes, sendo 655 na área urbana do município e 2.413 na área rural. A Tabela 4 resume a projeção da população total do município de Cerro Negro e as populações urbana e rural.

Tabela 4 - Projeção da população no município de Cerro Negro.

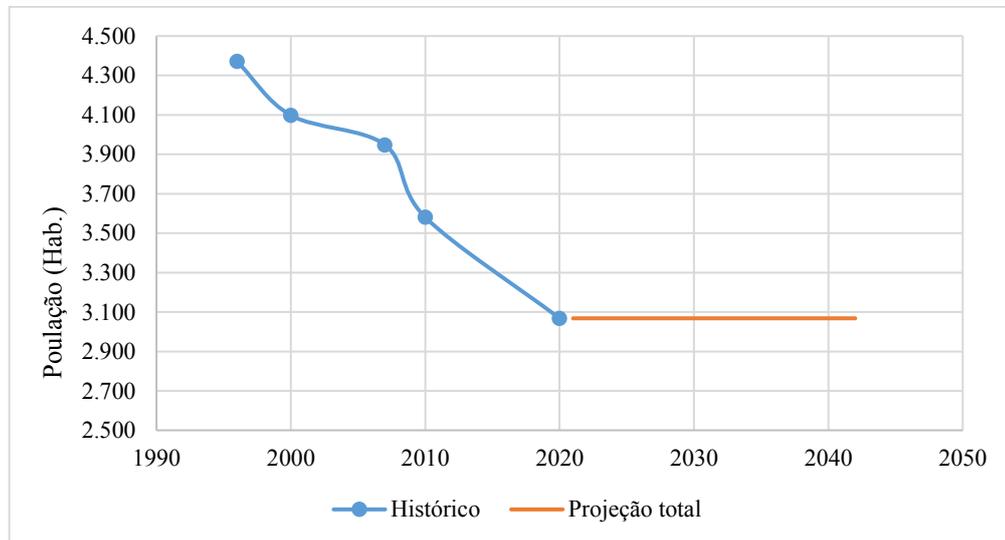
Ano	Projeção Urbana	Projeção Rural	Projeção População Total
2021	655	2.413	3.068
2042	655	2.413	3.068

Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

A Figura 9 representa graficamente os dados da população total segundo dados do IBGE entre 1996 e 2020 e projeção considerada no estudo para os anos de 2021 a 2042. Assim, esses dados populacionais foram considerados para a realização do plano de ação a ser apresentado

na sequência.

Figura 9- Dados da população total de Cerro Negro entre 1996 e 2020 e evolução populacional entre 2021 e 2042.



Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

4 Cenário atual do saneamento básico

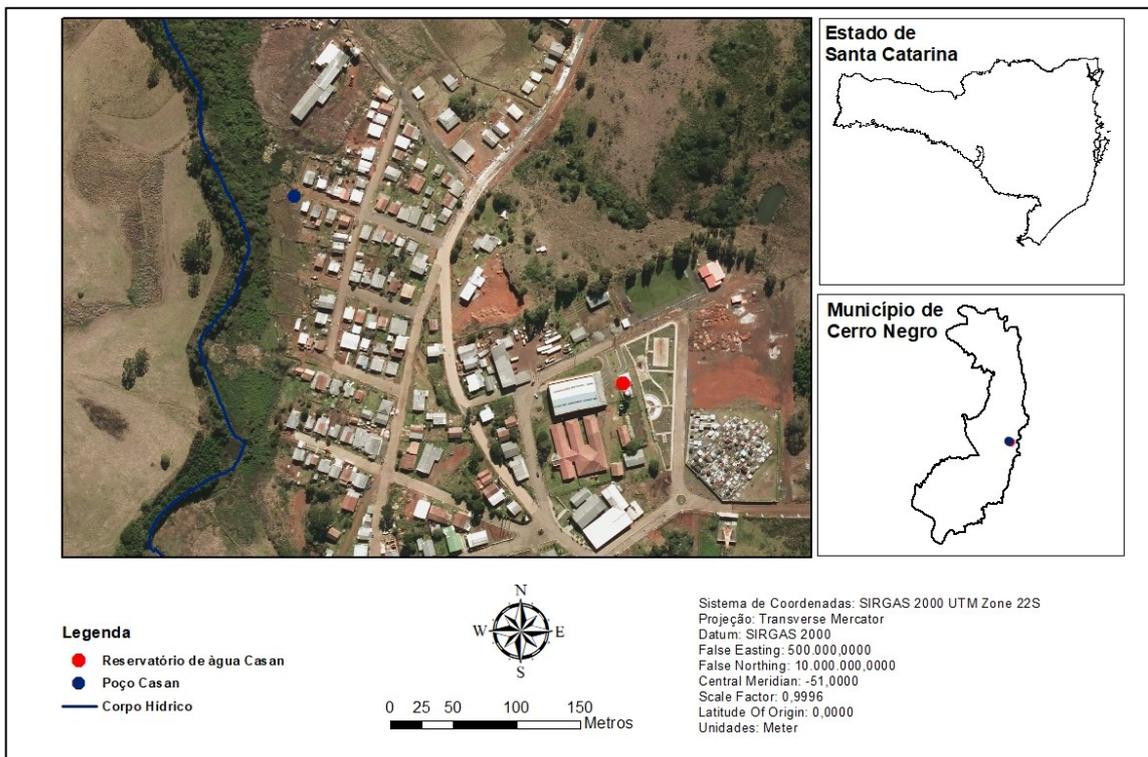
4.1 Sistema de abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água em Cerro Negro abastece 1.217 pessoas (AG 1217), segundo os dados atuais do SNIS (SNIS, 2019). Na área urbana existe um atendimento de 100% dos munícipes (IN023) e a população abastecida é de 679 pessoas (AG026). Assim, são estimadas por volta de 260 economias na área urbana, sendo 459 economias ao longo do município (AG003), resultando em um atendimento de 38,26% da população total de Cerro Negro. A extensão da rede de água é de 12.440 metros (AG005) e 99,98% de ligações ativas são hidromedidas. O percentual de perdas de água na distribuição é de 21,64% (IN049) e o consumo médio per capita foi de 107,31 L/hab.dia (IN051) em 2018. O índice de perdas na distribuição de água no município de Cerro Negro merece destaque pois ele foi reduzido de 54,6% em 2011 para 28,1% em 2017, estando próximo da meta de 25% que era prevista ser alcançada em 2017 segundo o PMSB (CERRO NEGRO, 2011a).

O tratamento de água para abastecimento em Cerro Negro consiste na desinfecção e fluoretação de água obtida por captação subterrânea. A vazão aproximada é de 6,3 L/s e o

sistema opera entre 13 a 15 horas por dia (ARIS, 2018). O sistema de abastecimento possui um reservatório elevado de 30 m³ e a distribuição ocorre por gravidade em alguns pontos e por bombeamento em outros, sendo a pressão dinâmica da rede ajustada com o auxílio de um sistema moto-bomba (*booster*) (ARIS, 2018). A Figura 10 apresenta a localização georreferenciada do sistema.

Figura 10 - Localização georreferenciada da ETA e do Reservatório de Cerro Negro e a posição do Arroio Bonito.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

4.2 Esgotamento sanitário

O município de Cerro Negro não possui rede coletora de esgoto e estação de tratamento de efluentes que atendam a área urbana ou a área rural. Foram identificados no diagnóstico aplicado em campo apenas sistemas individuais em algumas residências e em prédios públicos e alguns exemplos de sistemas coletivos entre edificações próximas. Esses dados serão detalhados durante a apresentação dos resultados do diagnóstico.

4.3 Drenagem e manejo de águas pluviais

O município de Cerro Negro possui uma taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana de 60% (IN020) (SNIS, 2019). A macrodrenagem nesta área é realizada pelo Arroio Bonito, identificado anteriormente. Segundo levantamento do PMSB, em 2011 existiam 3.500 metros de vias pavimentadas e 1.500 metros necessitavam recuperação com sistemas de drenagem (CERRO NEGRO, 2011a).

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 Cerro Negro, foi considerada a população estimada em 665 pessoas (considerada população de 2042 que é a população máxima de projeto). Adicionalmente, foi ainda definido um consumo de água por habitante ao dia: 120 L/hab.dia. Foram adotados valores em conformidade com a norma técnica da ABNT:NBR 9.649/1986 (ABNT, 1986), usualmente recomendados pela literatura:

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

Vazão média

$$Q_{med} = 665 \text{ hab} \times \frac{120 \text{ L}}{\text{hab.d}} \times 0,8 = 62.880 \frac{\text{L}}{\text{d}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1.000 \text{ L}} = 62,88 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 62,88 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,2 = 75,46 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 62,88 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \times 1,5 = 94,32 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 62,88 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 31,44 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 62,88 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 113,18 \frac{m^3}{d}$$

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

Tabela 5 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área urbana de Cerro Negro.

Ano	Projeção Urbana	Q esgoto (m ³ /d)	Q máx diária (m ³ /d)	Q máx horária (m ³ /d)	Q mín horária (m ³ /d)	Q máx final de projeto (m ³ /d)
2021	655	62,88	75,46	94,32	31,44	113,18
2042	655	62,88	75,46	94,32	61,44	113,18

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

5.2 Lodo na área urbana

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

A NBR 7.229 (ABNT, 1993) estima que a quantidade de lodo produzido e encaminhado para os tanques sépticos é de 1 L/hab.dia. Considerando que as fossas serão limpas 1 vez ao ano, que a temperatura média do mês mais frio no município fica abaixo de 10°C e que o valor da taxa de acúmulo de lodo (K) foi de 94 dias, calculou-se o volume de lodo que deverá ser coletado na zona urbana de Cerro Negro. Nesse estudo foram avaliados apenas sistemas individuais. Os sistemas coletivos não foram analisados, pois o volume de lodo gerado apresenta variação de acordo com o sistema de tratamento utilizado. Os dados da projeção de produção de lodo são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Cerro Negro.

Ano	Produção de lodo		
	(m ³ /d)	(m ³ /mês)	(m ³ /ano)
2021	0,17	5,13	61,57
2042	0,17	5,13	61,57

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

5.3 Esgoto na área rural

A população da área rural foi definida como 2.413 pessoas (considerada população de 2042 que é a população máxima de projeto). O consumo de água por habitante ao dia: 120 L/hab.dia. Foram adotados valores em conformidade com a norma técnica da ABNT (NBR 9.649/1986), similarmente àqueles considerados para a população urbana:

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

Vazão média

$$Q_{med} = 2.413 \text{ hab} \times \frac{120L}{\text{hab.d}} \times 0,8 = 231.650 \frac{L}{d} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 231,65 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 231,65 \frac{m^3}{d} \times 1,2 = 277,98 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 231,65 \frac{m^3}{d} \times 1,5 = 347,47 \frac{m^3}{d}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 231,65 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 115,82 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 231,65 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 416,97 \frac{m^3}{d}$$

No que pese a projeção da população rural do município de Cerro Negro, foi considerada uma população fixa, conforme apresentado no estudo populacional. Dessa forma, os dados de

projeção de esgoto para a área rural são resumidos na Tabela 7.

Tabela 7 - Projeção de geração de esgoto doméstico na área rural de Cerro Negro.

Ano	Projeção Rural	Q esgoto (m ³ /d)	Q máx diária (m ³ /d)	Q máx horária (m ³ /d)	Q min horária (m ³ /d)	Q máx final de projeto (m ³ /d)
2021	2.413	231,65	277,98	347,47	115,82	416,97
2042	2.413	231,65	277,98	347,47	115,82	416,97

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

5.4 Lodo na área rural

Na área rural seguem-se as mesmas recomendações sugeridas para a área urbana. Utilizando a mesma quantidade de lodo produzido e encaminhado para os tanques sépticos, conforme a NBR 7.229 (ABNT, 1993), de 1 L/hab.dia e considerando que as fossas serão limpas 1 vez ao ano, que a temperatura média do mês mais frio no município fica abaixo de 10°C e que o valor da taxa de acúmulo de lodo (K) foi de 94 dias, foi calculado o volume de lodo que deverá ser coletado na zona rural de Cerro Negro, sendo os dados resumidos na Tabela 8.

Tabela 8 - Projeção de produção de lodo na área rural de Cerro Negro.

Ano	Produção de lodo		
	(m ³ /d)	(m ³ /mês)	(m ³ /ano)
2021	0,62	18,90	226,82
2042	0,62	18,90	226,82

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6 Diagnóstico

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

Com relação aos dados administrativos referentes ao tratamento de esgotos no município de Cerro Negro (Anexo A), foi verificado junto à administração municipal que não há legislação própria que estabelece os procedimentos para instalação de projetos hidrossanitários nos termos da NBR 13.969 (ABNT, 1997) e NBR 7.229 (ABNT, 1993). Também não existe fiscalização do projeto do sistema de esgoto ou fiscalização da execução e operação do sistema de esgoto. Existe ainda emissão de alvará de construção e em sendo aprovado o projeto, concede-se o habite-se geral. Por fim, a prefeitura municipal faz a limpeza de alguns sistemas no município.

6.2 Sistemas individuais na área urbana

6.2.1 Metodologia de aplicação dos questionários

Para conhecer a realidade do município de Cerro Negro em relação ao esgotamento sanitário, foi aplicado o questionário apresentado no Anexo B, desenvolvido pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) e adaptado conforme as características observadas no município de Cerro Negro.

A pesquisa foi conduzida no dia 18 de dezembro de 2019, por onze pessoas previamente treinadas (Figura 11), com aplicação dos questionários ao longo do dia e teve como objeto de estudo as edificações da área urbana do município. O trabalho envolveu acadêmicos de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, mestrandos em Ciências Ambientais e professores do departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária da UDESC. As agentes comunitárias de saúde do município prestaram apoio e a equipe da UDESC foi distribuída ao longo de 5 bairros na área urbana.

Figura 11 – Equipe técnica da UDESC e da prefeitura de Cerro Negro, e agentes comunitária de saúde do município.



Fonte: Acervo da Prefeitura Municipal de Cerro Negro (2019).

6.2.2 Tratamento de dados

Os resultados das entrevistas obtidas por meio dos questionários aplicados foram posteriormente tabulados no *software Microsoft Office Excel 365*. As análises foram feitas utilizando como recurso a somatória e a estatística simples percentual, onde foi possível realizar a comparação das diferentes destinações de esgoto do município e obteve-se o panorama geral.

6.3 Resultados obtidos

6.3.1 Diagnóstico e análise

Foram visitadas 146 edificações, sendo 131 residências, 8 estabelecimentos comerciais e 7 propriedades mistas (residência e comércio na mesma edificação), correspondendo a uma amostragem das residências pertencentes ao município. Os bairros entrevistados são apresentados no Quadro 1.

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

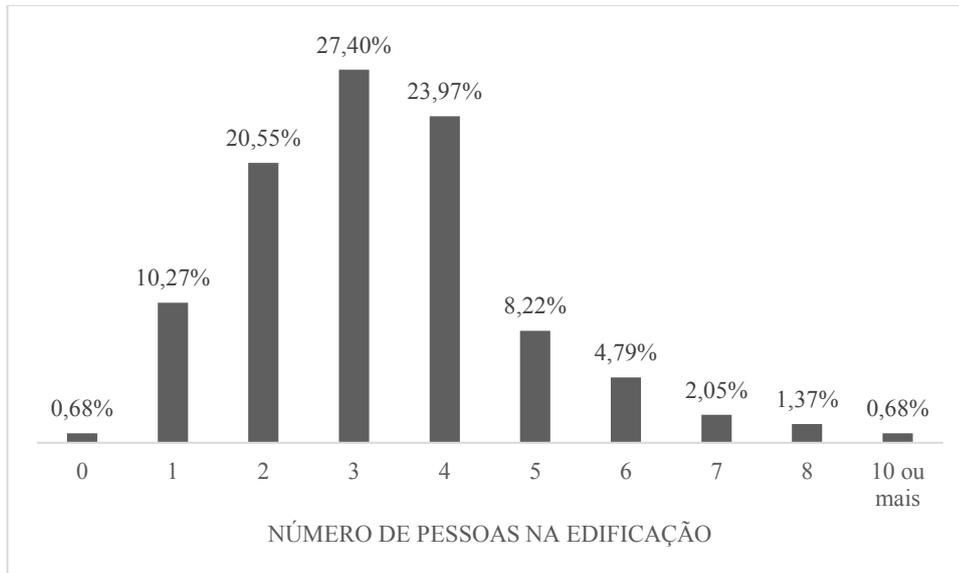
Bairros	Porcentagem
Centro	53,79%
Antônio José Matos	16,55%
São Vicente	14,48%
Acy Aviano Varela Xavier	12,41%
Área Industrial	2,76%
Total	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.3.2 Característica das edificações

Foi questionado aos entrevistados acerca do número de pessoas que residem na propriedade ou estabelecimento comercial (Figura 12) e o número máximo de pessoas que pode eventualmente frequentar o local (Figura 13). Os dados mostraram que a presença até 5 pessoas são os resultados mais frequentes, representando 91,10% das respostas. A menor parte dos dados foi associada a residências ou estabelecimentos que são frequentadas por mais de 6 pessoas.

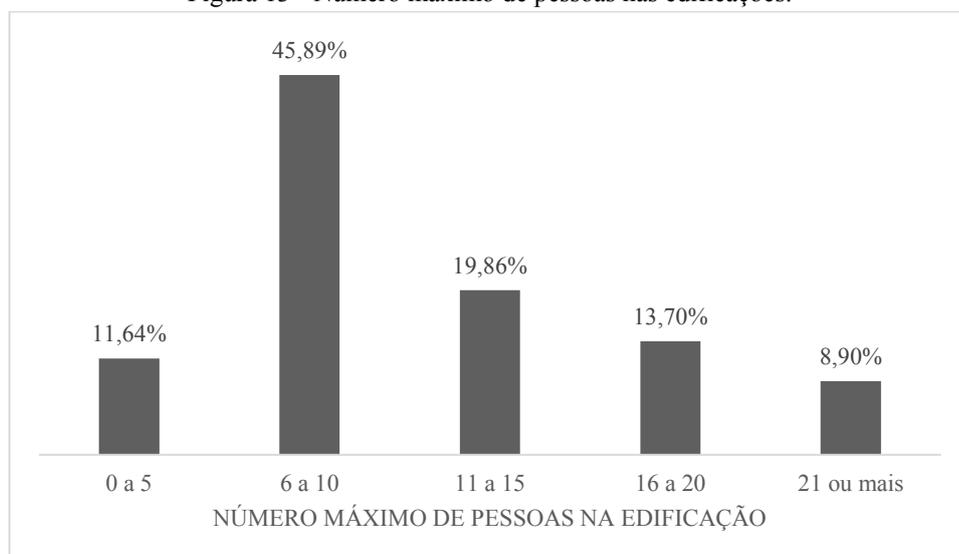
Figura 12 - Número de pessoas nas edificações entrevistadas. Esses números representam a quantidade mais provável de pessoas na edificação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com relação ao número máximo de pessoas na residência, a maior parte das respostas indicou a presença entre 6 a 10 pessoas na residência ou estabelecimento, correspondendo a 45,89%. 11,64% dos entrevistados indicaram um número máximo de 5 pessoas e 42,47% corresponde à porcentagem de residências que recebem 11 ou mais pessoas. Esse número está relacionado ao recebimento de visitas e reuniões em residências ou lotações máximas nos estabelecimentos entrevistados.

Figura 13 - Número máximo de pessoas nas edificações.

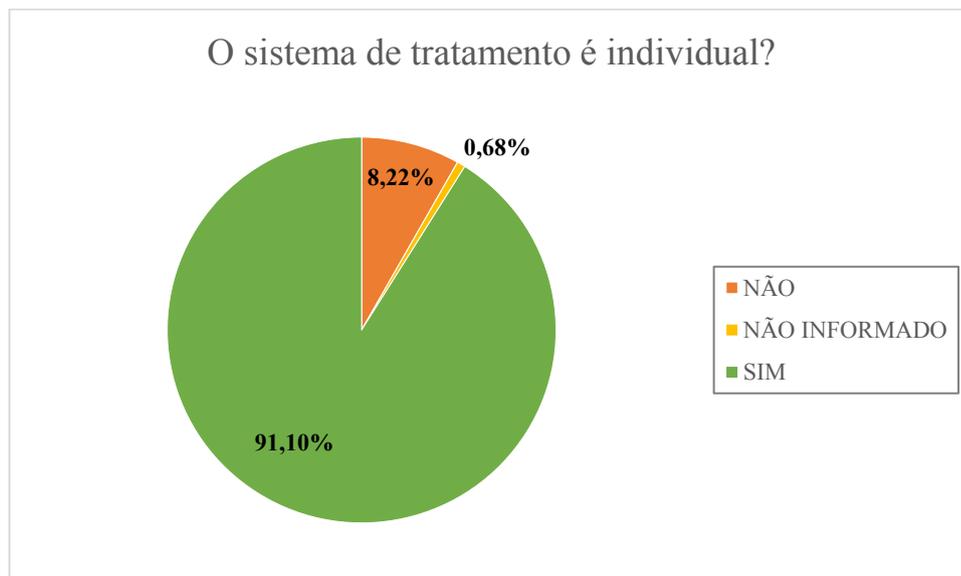


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.3.3 Características dos sistemas de tratamento

O município de Cerro Negro 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, 8,22% dos moradores responderam que o sistema de tratamento não é individual (Figura 14). Nesse caso, são utilizados sistemas associados com outras residências próximas, o que foi interpretado como sistemas coletivos. Como exemplo, a Figura 15 apresenta um sistema coletivo para algumas salas comerciais em um posto de gasolina no município. 0,68% não souberam informar e 91,10% dos entrevistados apontaram a utilização do sistema individual.

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



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Figura 15 - Sistema de tratamento utilizado de forma coletiva em Cerro Negro.

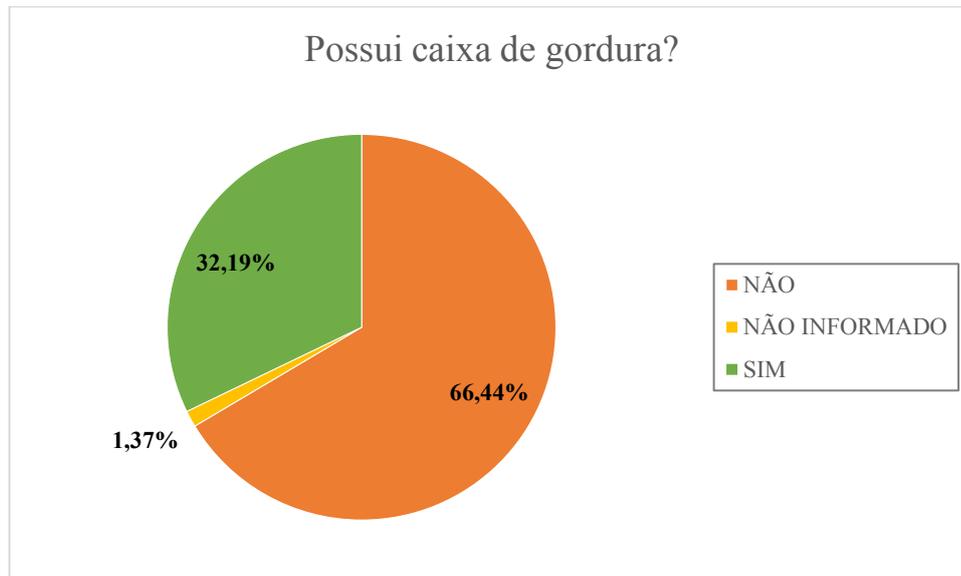


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.3.4 Caixa de Gordura

Com relação às caixas de gordura, mais da metade dos entrevistados, 66,44% afirmaram não possuir esse sistema na residência. 1,37% não souberam informar, principalmente por não conhecerem o sistema de tratamento pelo fato de ele estar enterrado (Figura 16). 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). 32,19% dos munícipes afirmaram possuir caixa de gordura instalada. No entanto, devido à ausência de fiscalização, esses dispositivos podem estar funcionando de forma precária.

Figura 16 - Porcentagem de caixas de gordura instaladas.



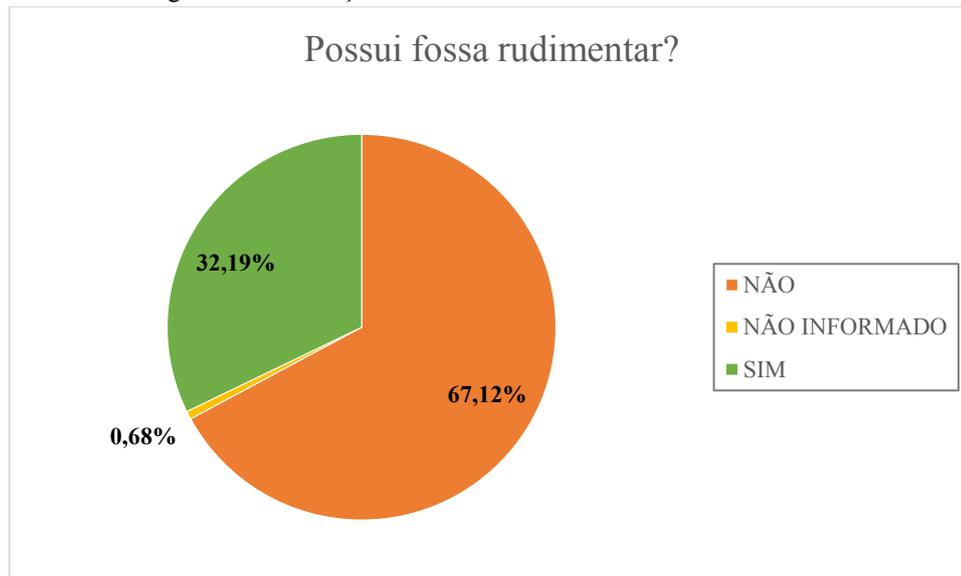
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

6.3.5 Fossa Rudimentar

Em Cerro Negro, 32,19% dos locais entrevistados apontaram a presença de fossa rudimentar (Figura 17). A grande maioria, 67,12% afirmou não possuir esse sistema de tratamento.

Figura 17 - Presença ou não de fossa rudimentar nas residências.



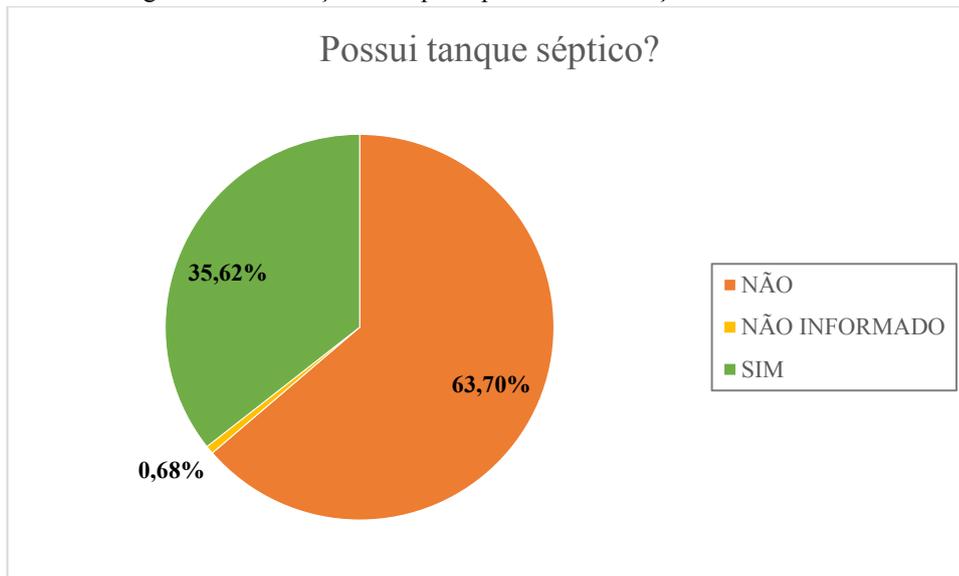
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

6.3.6 Tanque Séptico

O principal dispositivo utilizado nos sistemas de tratamento individual de esgotos sanitários é o tanque séptico. 35,62% das edificações visitadas indicaram a sua presença (Figura 18) e 63,70% afirmaram não possuir.

Figura 18 - Presença de tanque séptico nas edificações entrevistadas.

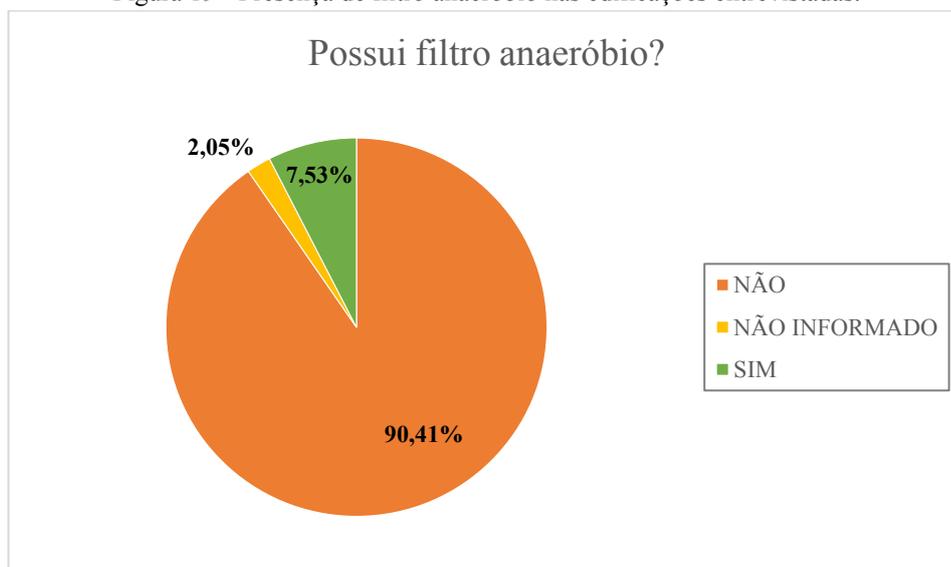


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.3.7 Filtro Anaeróbio

Como consequência da baixa presença de tanque séptico nos sistemas individuais de tratamento, o filtro anaeróbio é ainda mais raro entre as edificações estudadas. Apenas 7,53% afirmaram possuir este dispositivo instalado como unidade complementar de tratamento, associada ao tanque séptico (Figura 19) e 92,47% das propriedades não possuem ou não souberam informar sobre a sua presença.

Figura 19 - Presença de filtro anaeróbio nas edificações entrevistadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

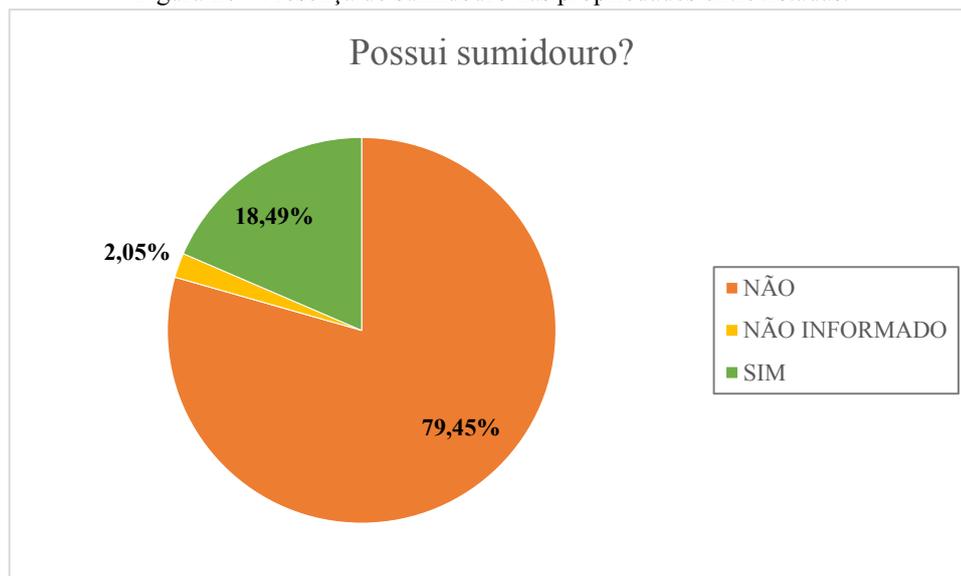
Um tratamento individual completo deve possuir o sistema de tanque séptico e filtro anaeróbio, visto que este é uma unidade complementar de tratamento, responsável por condicionar o efluente final aos padrões de lançamento.

6.3.8 Sistemas de disposição

6.3.8.1 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 18,49% das propriedades entrevistadas (Figura 20).

Figura 20 - Presença de sumidouro nas propriedades entrevistadas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Segundo a NBR 13.969 (ABNT, 1997), o sumidouro é um poço escavado no solo, destinado à depuração e disposição final do esgoto no nível subsuperficial. Neste caso, a avaliação do solo é fundamental para a sua concepção.

6.3.8.2 Filtro, vala de filtração e infiltração

Esses dispositivos, segundo a NBR 13.969 (ABNT, 1997), também podem ser

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

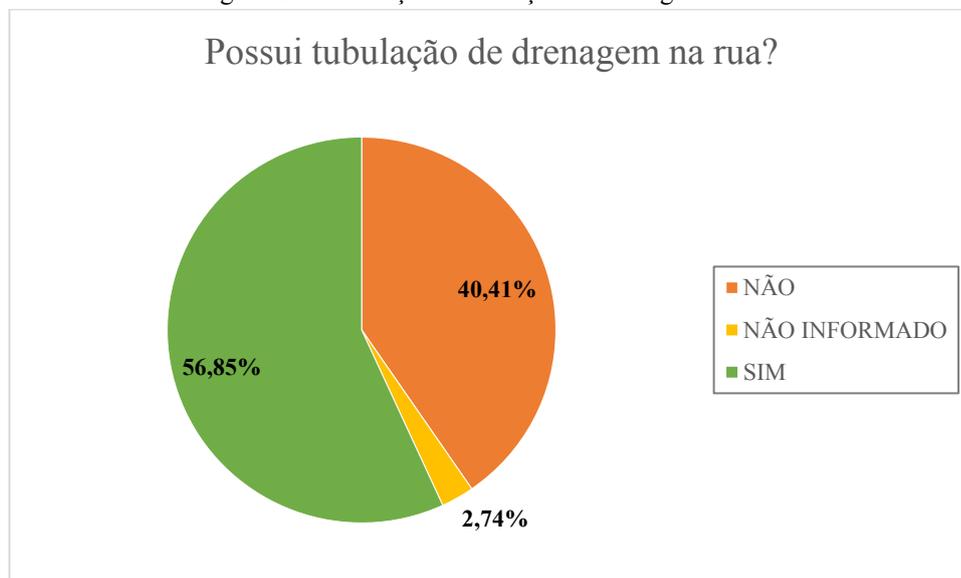
6.3.8.3 *Tanque com clorador*

Não foi observado sistema de cloração em nenhuma propriedade entrevistada no diagnóstico, e conseqüentemente, não é utilizada pastilha com cloro para a desinfecção do esgoto. De forma geral, a cloração é a tecnologia mais usada para desinfecção do esgoto, embora seu uso possa ser questionado.

6.3.8.4 *Disposição na rede pluvial*

Entre as edificações visitadas, 56,85% está situada em rua com tubulação de drenagem pluvial e 40,41% não possui esta estrutura à disposição (Figura 21).

Figura 21 - Presença de tubulação de drenagem na rua.

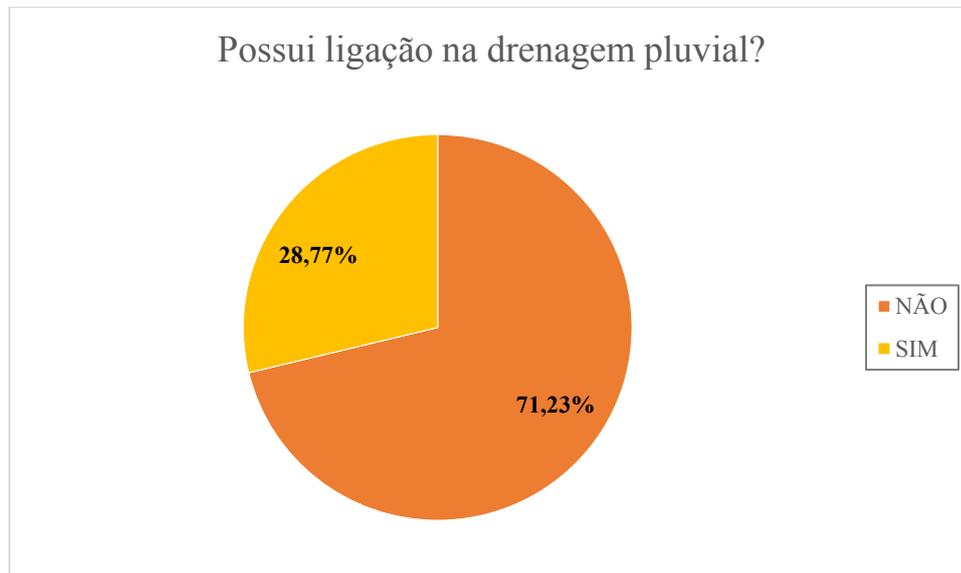


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Destes, 28,77% dos entrevistados informaram estarem ligados na rede de drenagem pluvial (Figura 22). Nesse caso, foi verificado que muitos ainda confundem a rede pluvial com a rede de esgotos, imaginando tratar-se da mesma obra de infraestrutura. Entre estes que estão

ligados, alguns afirmaram lançar o esgoto diretamente na rede de drenagem pluvial. Em alguns casos, a tubulação coleta esgoto sem tratamento e conduz diretamente para lançamento sobre o solo em valas, como pode ser observado na Figura 23.

Figura 22 - Porcentagem de entrevistados que afirmaram estarem ligados ou não à rede de drenagem pluvial.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Figura 23 - Exemplos de disposição irregular de esgotos.



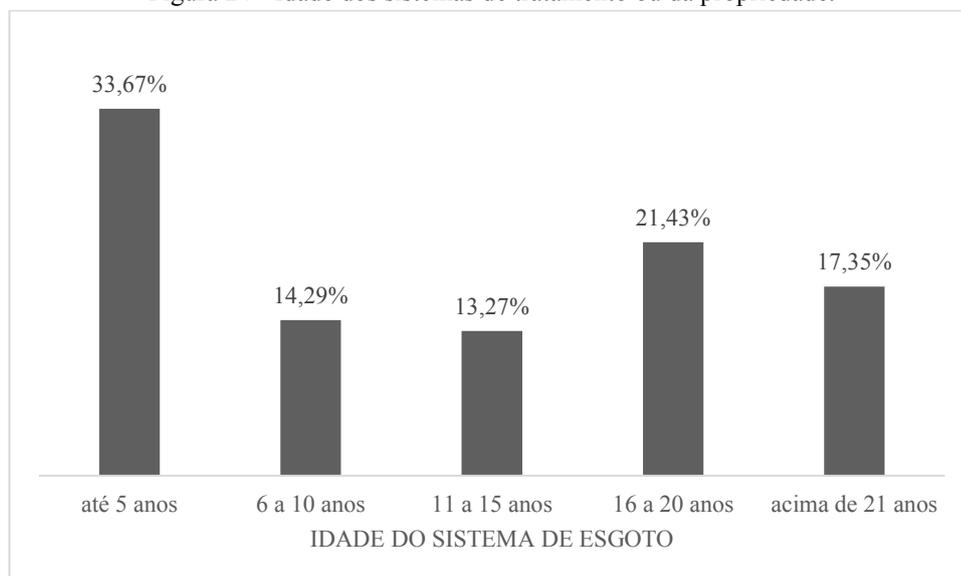
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Adicionalmente, o lançamento de esgoto bruto no solo pode ser um problema, visto que foi identificada a presença de poço de água próximo (até 15 metros) à residência em 2,74% das propriedades. Ao mesmo tempo, 45,21% informaram estarem próximos de rio ou açude próximo, a uma distância máxima de 1000 metros (79,03% estava pelo menos a 500 metros). A rede de drenagem do município envolve o Arroio Bonito, na sede do município. Desta forma, em se atestando tecnicamente a impossibilidade de infiltração no solo de alguns efluentes, o lançamento do esgoto tratado na rede de drenagem pluvial pode ser uma opção.

6.3.9 Idade dos sistemas

A idade dos sistemas de tratamento de esgotos também foi objeto de investigação. Como existem poucos sistemas instalados no município, considerou-se o tempo de construção da edificação como referência. Foram observados que 82,65% das propriedades têm menos de 20 anos de construção (Figura 24).

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



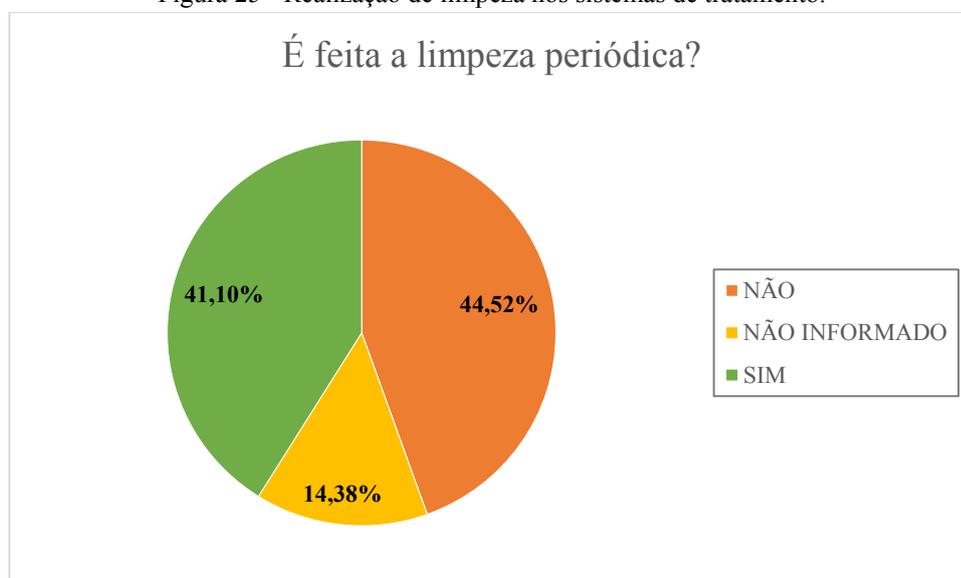
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.3.10 Limpeza dos sistemas

O tempo para limpeza dos sistemas, tendo como base a NBR 7.229 (ABNT, 1993), é um parâmetro de projeto que varia entre 1 a 5 anos e determina o tamanho do sistema. Desta forma, o projeto prevê estes intervalos de limpeza de acordo com o tamanho do equipamento

projetado. 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, 41,10% informaram realizar a limpeza, enfatizando principalmente a limpeza da caixa de gordura (Figura 25). Além disso, 14,38% não soube informar por não ter informações mais detalhadas sobre o sistema. O restante, 44,52% informou não realizar nenhuma limpeza devido ao sistema não apresentar entupimento, além de alguns sistemas encontrarem-se enterrados. Vale ressaltar que o município não possui empresa especializada em limpeza de sistemas individuais de tratamento.

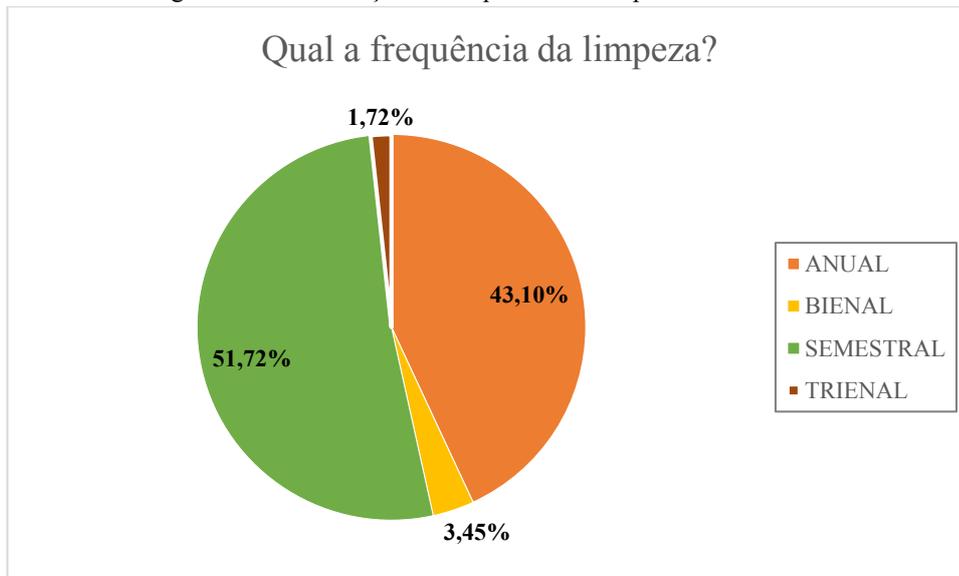
Figura 25 - Realização de limpeza nos sistemas de tratamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Entre os que realizam a limpeza, foram apresentadas respostas relacionadas à frequência de manutenção de forma semestral, anual, bienal ou quadrienal (Figura 26). As limpezas realizadas a cada 6 meses e anualmente representaram a maior parte das respostas (94,83%).

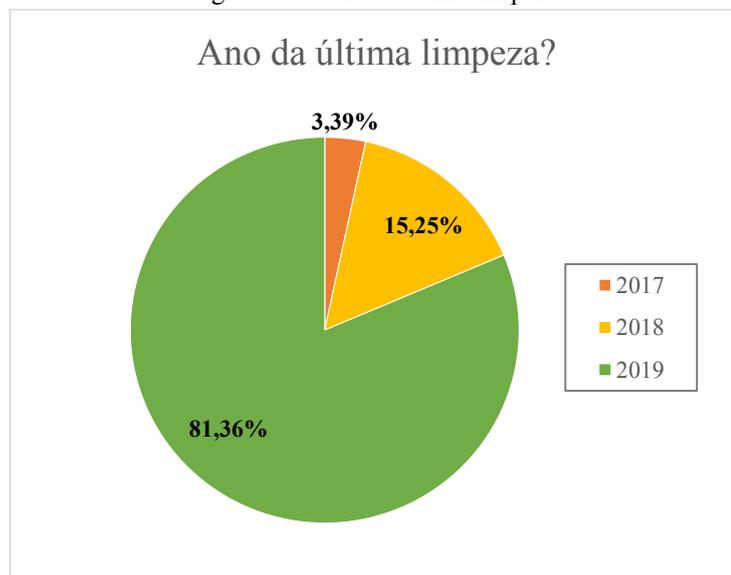
Figura 26 - Distribuição da frequência de limpeza dos sistemas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com relação ao ano da última limpeza (Figura 27), a maior parte dos entrevistados informou que ela foi realizada no mesmo da entrevista (81,36%) e 15,25% declarou que ela foi realizada no ano anterior (2018).

Figura 27 - Ano da última limpeza.

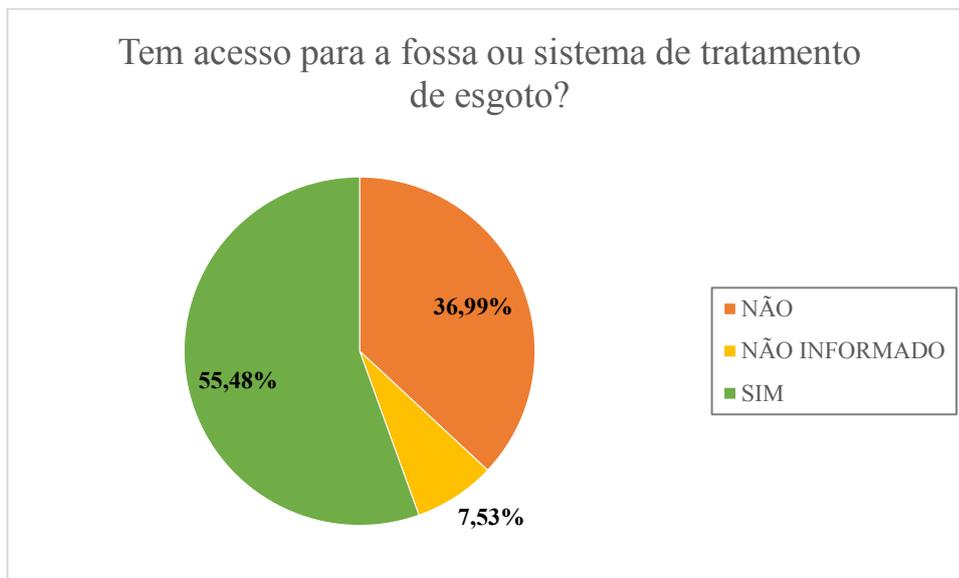


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para a manutenção dos sistemas (limpeza), é necessário que exista acesso ao mesmo para manobra de equipamentos de sucção do lodo. Além disso, deve existir uma tampa de acesso para remoção do excesso de sólidos. Os gráficos das Figuras 29 e 30 apresentam o

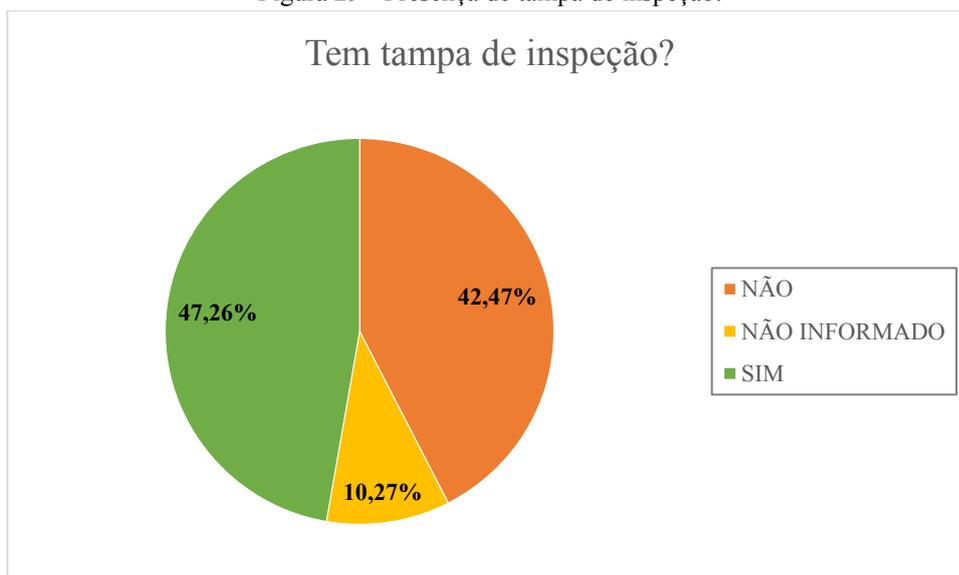
cenário relacionado à disponibilidade de acesso ao sistema de esgoto e presença de tampa para limpeza, respectivamente. Observou-se que a maioria dos sistemas apresenta acesso ao sistema de tratamento (55,48%) e 47,26% possui tampa que permite a remoção do lodo. Alguns sistemas não possuíam acesso como apresentado na Figura 30. Cabe ressaltar que a ausência de acesso para manutenção compromete o desempenho do sistema de tratamento, pois a limpeza é responsável pela garantia da eficiência de tratamento dos sistemas individuais.

Figura 28 - Acesso ao sistema de esgoto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Figura 29 - Presença de tampa de inspeção.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

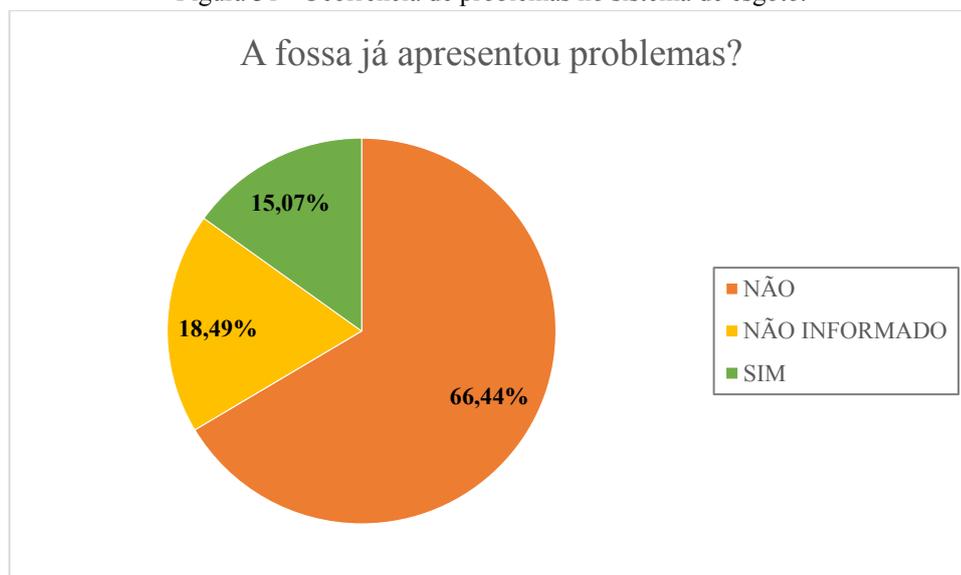
Figura 30 - Exemplo de sistema com acesso dificultado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Dos entrevistados, 66,44% relataram não ter tido problemas com o sistema de esgotos (entupimento ou mau odor) conforme os dados da Figura 31. Nesse caso, muitos sistemas enviam diretamente o esgoto para a rede pluvial e outros encontram-se enterrados. Nesse sentido, mesmo não apresentando entupimento ou mau odor, isso não significa que os sistemas estão funcionando adequadamente.

Figura 31 - Ocorrência de problemas no sistema de esgoto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.3.11 Espaço no terreno para instalação

Em um eventual plano de ação apontando para a instalação de sistemas individuais de tratamento no município, é necessário que os terrenos possuam espaço para inserir os tanques que fazem parte do processo de esgotamento sanitário. Dessa forma, foi avaliada a disponibilidade de espaço de pelo menos 3x2 metros, conforme dimensões características de sistemas baseados em fossa séptica e filtro anaeróbio. Observou-se que a quase a totalidade dos terrenos possui esse espaço (93,15%) e o restante pode ter a opção de sistemas coletivos entre algumas residências como alternativa (Figura 32).

Figura 32 - Disponibilidade de espaço para instalação de sistemas individuais.

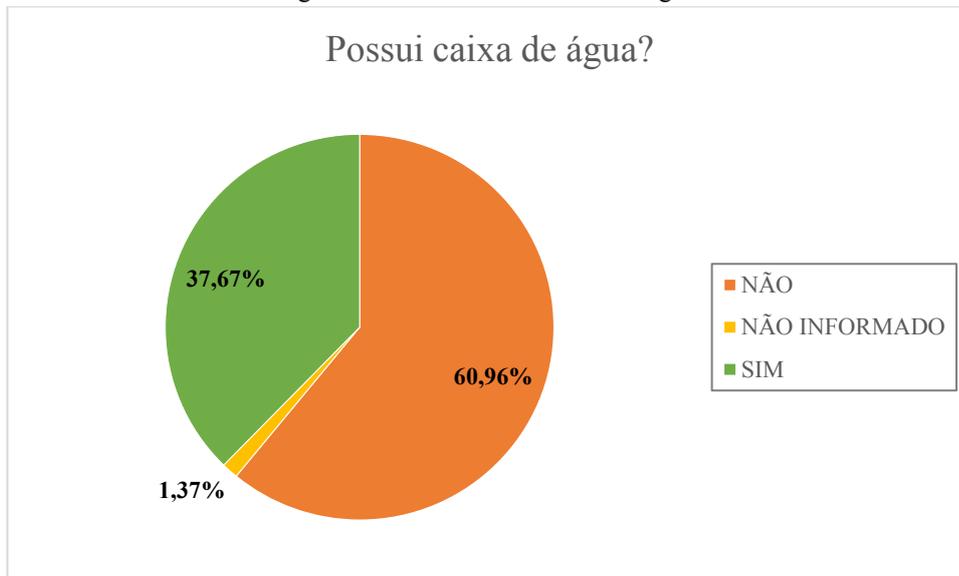


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.4 Caixa de água

Durante as entrevistas, os moradores foram questionados sobre a presença de caixa de água nas propriedades. Apenas 37,67% afirmaram possuírem o sistema de reservação de água potável (Figura 33).

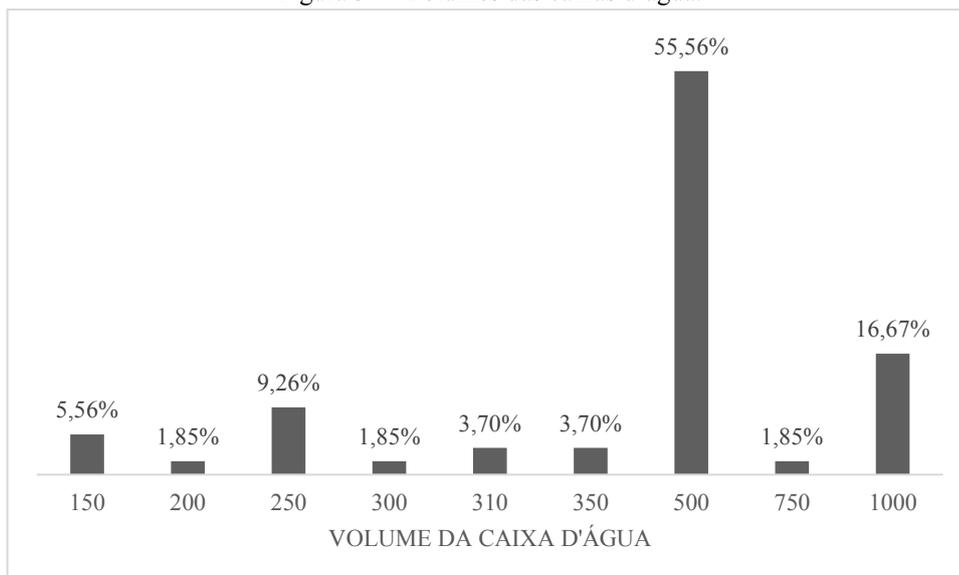
Figura 33 - Existência de caixa de água.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Segundo a NBR 5.626/98 (ABNT, 1998), o volume de água reservado para uso doméstico deve ser, no mínimo, o suficiente para 24 h de consumo normal. Sendo que, no caso de residência de pequeno tamanho, recomenda-se que a reserva mínima seja de 500 L. No entanto, observa-se na Figura 34 que existem caixas menores instaladas nas residências, de 150 a 350 litros que responderam por 25,93% dos reservatórios.

Figura 34 - Volumes das caixas d'água.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

7 Legislação

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

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

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

c) Resolução CONAMA Nº 430/2011 - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. As condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários para o lançamento direto de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:

- pH entre 5 e 9;

- Temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;

- Materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone *Inmhoff*. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

- Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

- Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L; e

- Ausência de materiais flutuantes.

8 Soluções para o tratamento de esgoto sanitário

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

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

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

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

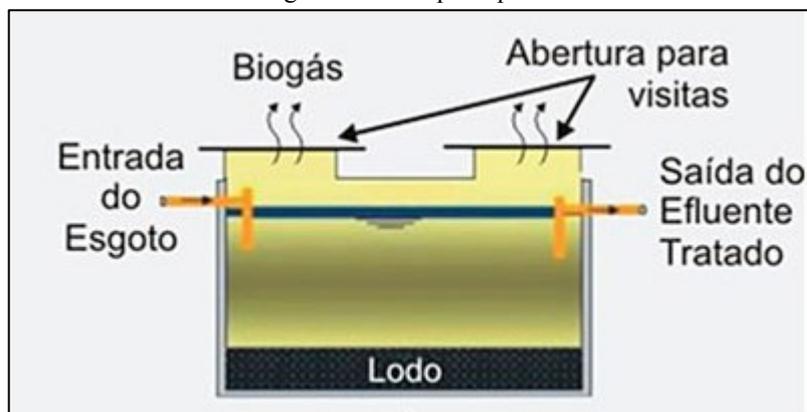
8.1 Tanques sépticos

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

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

A configuração dos reatores varia entre cilíndrica ou prismática-retangular, apresentando câmara única (Figura 35), câmaras em série ou sobrepostas.

Figura 35 - Tanque séptico.



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

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

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

em corpos de água ou galerias de águas pluviais;

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

8.1.1 Dimensionamento do tanque séptico

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

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

Onde:

V = volume útil, em litros;

N = número de pessoas ou unidades de contribuição;

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

T = período de detenção, em dias;

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

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

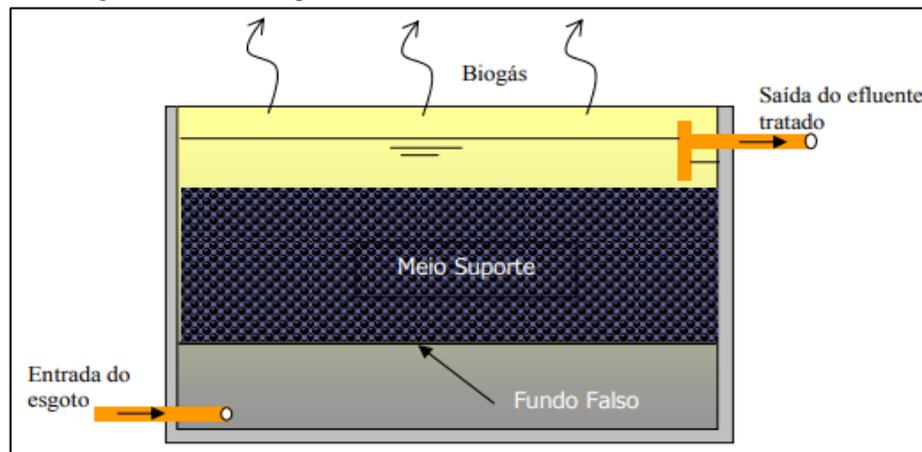
8.1.2 Limpeza dos tanques sépticos

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

8.2 Filtro anaeróbio

Os filtros anaeróbios são reatores biológicos preenchidos com material inerte com elevado grau de vazios, que permanece estacionário, e onde se forma um leito de lodo biológico fixo. O material de enchimento serve como suporte para os microrganismos facultativos e anaeróbios, que formam películas ou um biofilme na sua superfície, propiciando alta retenção de biomassa no reator (ÁVILA, 2005). Assim, como estabelece a NBR 13.969 (ABNT, 1997) o filtro é composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida com o meio filtrante submerso, onde atuam os microrganismos, como pode-se observar na Figura 36. Os microrganismos formam películas ou um biofilme na sua superfície.

Figura 36 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.



Fonte: (ÁVILA, 2005).

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

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

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

<p>- São mais indicados para esgotos com baixa concentração; - Maiores riscos de entupimento dos interstícios.</p>	<p>afogado apresentam baixa eficiência.</p>	<p>- Remoção do lodo difícil; - Deve ser usado com baixas taxas de carga orgânica.</p>
--	---	--

Fonte: Adaptado de ÁVILA (2005).

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

8.2.1 Dimensionamento do filtro anaeróbio

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

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

Onde:

N = número de contribuintes;

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

T = tempo de detenção hidráulica, em dias.

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

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

Devido às restrições impostas pela legislação ambiental para a concentração de DBO no efluente, ou em casos que o corpo d'água receptor tem uma capacidade limitada de assimilar o efluente, autodepuração, faz-se necessário o uso de tratamento complementar à etapa anaeróbia.

Porém, existem casos como os sistemas compostos por tanque séptico seguido por filtro anaeróbico (Figura 37) em que a combinação de diferentes processos anaeróbios pode atender as exigências menos restritivas quanto à sua eficiência e concentração do efluente final.

Figura 37 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbico.



Fonte: Acervo do LABTRAT/CAV/UDESC.

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

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

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

Um estudo realizado na cidade de Rio Rufino-SC, avaliou um sistema de tratamento descentralizado de esgotos sanitários, constituído por reator anaeróbico de manta de lodo e biofiltro em polietileno. A eficiência do sistema foi avaliada e o efluente final teve seus parâmetros comparados aos padrões estabelecidos pela Resolução 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente e a Lei 14.675/2009 do Estado de Santa Catarina. O sistema apresentou uma remoção média da demanda bioquímica de oxigênio de 88,9% e de 95,4% com

relação a demanda química de oxigênio. O efluente tratado apresentou-se em conformidade com os requisitos legais vigentes, indicando que o sistema pode ser uma alternativa para o tratamento de esgoto sanitário em regiões de baixa densidade demográfica (SOUZA; SCHROEDER; SKORONSKI, 2019).

8.4 Alternativa baseada no sistema de *wetlands*

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

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

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

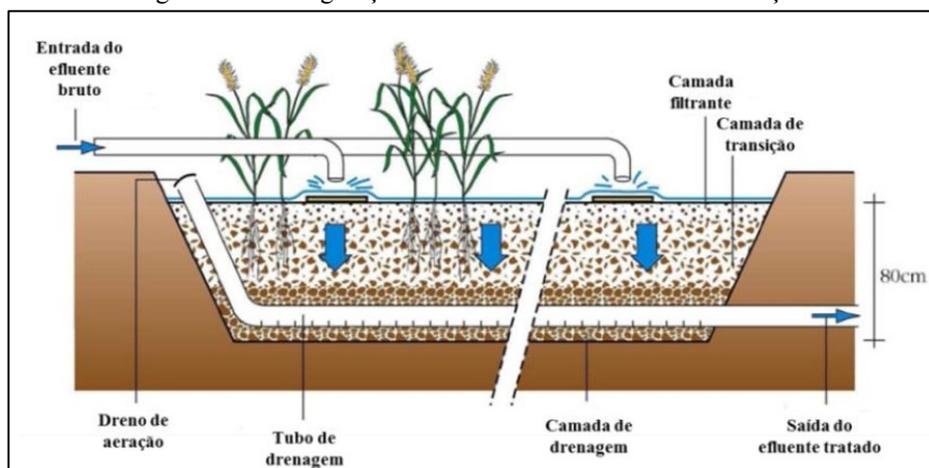
Tradicionalmente e com parâmetros de construção e operação bem definidos, o *Wetland* Sistema Francês (WSF) possui dois estágios de tratamento, compostos de três filtros verticais em paralelo no primeiro estágio e dois filtros verticais ou um horizontal no segundo estágio. Tem como principal característica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

O efluente bruto, após passar por gradeamento, é bombeado para o primeiro estágio. Na primeira etapa, o efluente é filtrado através de uma camada de, no mínimo, 30 cm de brita fina (conhecido como pedrisco) para, posteriormente, passar através de uma segunda camada de transição com material intermediário e, então, atingir a camada de drenagem com material

grosso no fundo do filtro. Em relação aos filtros utilizados no segundo estágio, estes possuem praticamente as mesmas características do primeiro, com exceção da camada de filtração composta de no mínimo 30 cm de areia ($0,25 \text{ mm} < d_{10} < 0,40 \text{ mm}$), ao invés do pedrisco.

O dimensionamento e regime operacional é adaptado de acordo com alguns fatores, como o clima, o nível de remoção de poluentes exigido pelas autoridades, a carga orgânica recebida no verão, a carga hidráulica, entre outros. Para o primeiro estágio, é indicado uma superfície de $1,2 \text{ m}^2$ por habitante para o conjunto dos três filtros, com uma carga orgânica de $300 \text{ gDQOm}^2/\text{d}$, $\approx 150 \text{ gSSTm}^2/\text{d}$, $\approx 25 - 30 \text{ gNTKm}^2/\text{d}$ e uma carga hidráulica de $0,37 \text{ m/d}$ sobre um filtro em funcionamento. A Figura 38 mostra a configuração de um sistema em perfil.

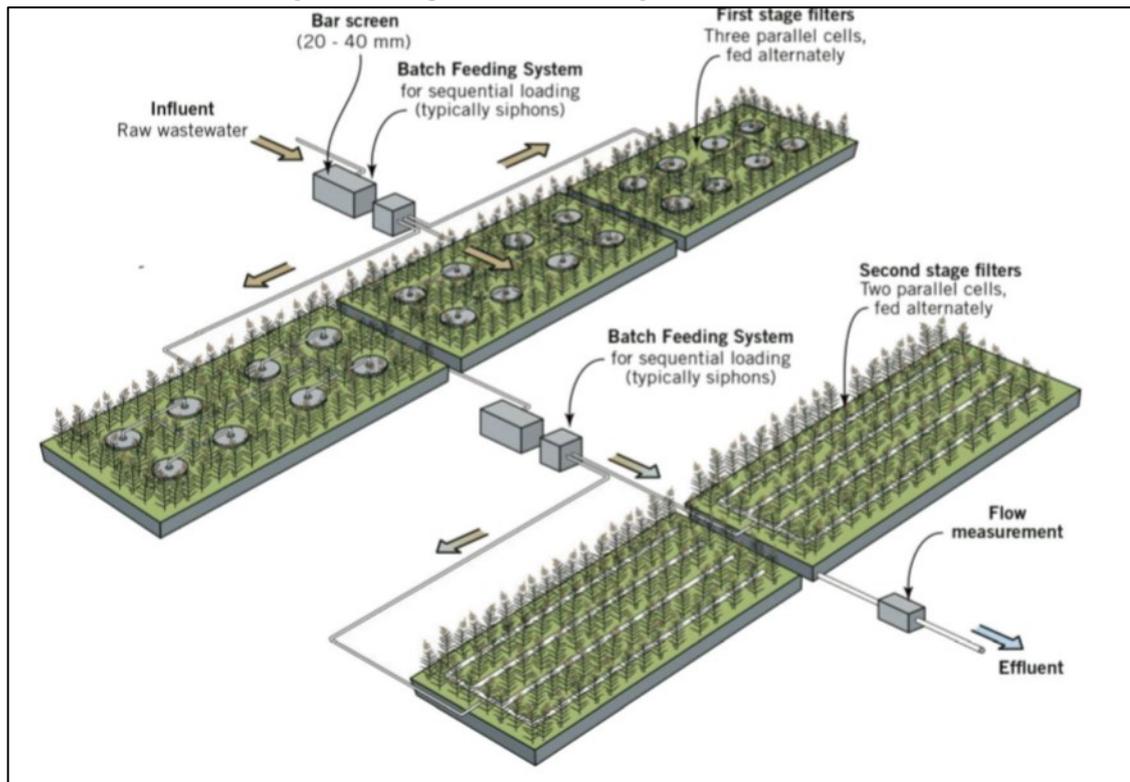
Figura 38 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.



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 39.

Figura 39 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.

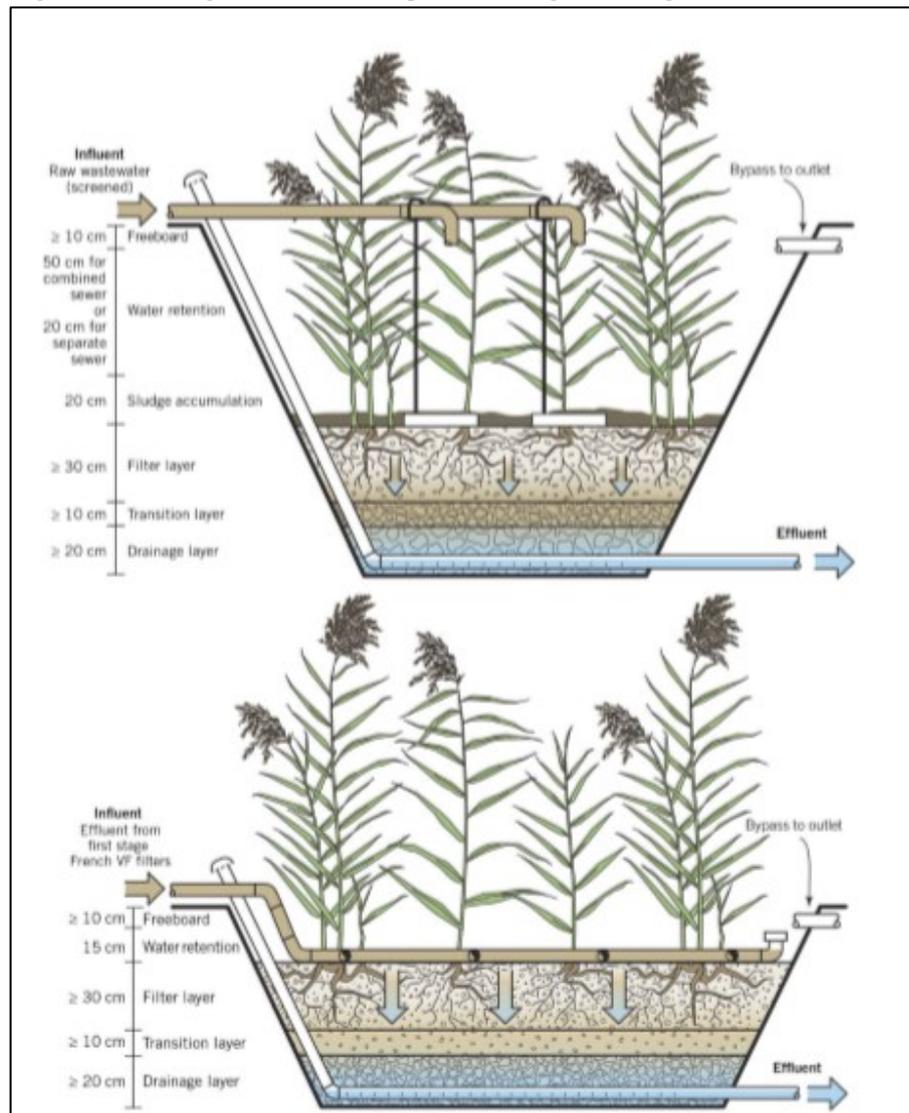


Fonte: (DOTRO *et al.*, 2017).

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

Figura 40 - Perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio do Sistema Francês.



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

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

8.4.2 Tratamento de lodos através de sistemas *wetlands* construídos

Os sistemas *wetlands* construídos para o tratamento de lodo são basicamente uma

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

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

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

A Tabela 9 mostra diferentes taxas aplicadas para diferentes autores e em diferentes condições climáticas.

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

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

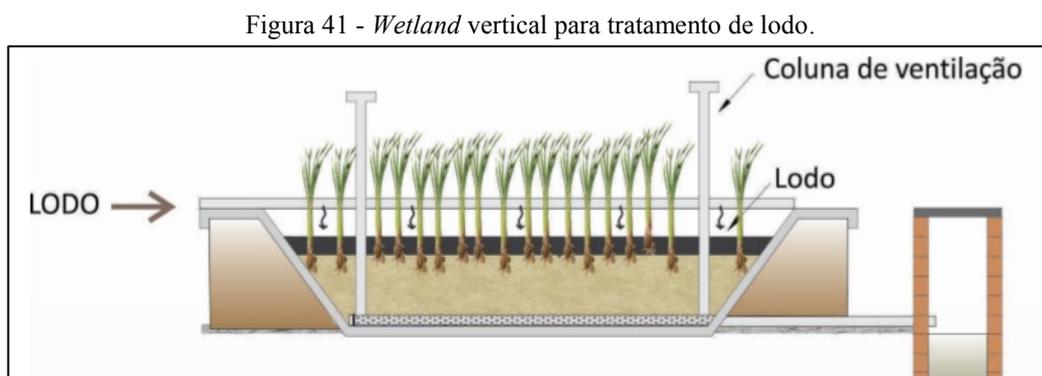
Fonte: Adaptado de Andrade (2015).

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

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

em ao ano. Comparado a outras tecnologias convencionais, como os leitos de secagem, centrífugas e filtros prensa, os sistemas plantados possibilitam um maior armazenamento de lodo ao longo do tempo. Geralmente, a camada de lodo pode ser removida do leito depois de 2 a 3 anos, podendo ser utilizada na agricultura, a depender do grau de higienização do lodo. De acordo com Suntti (2010), o lodo acumulado, após seco e estabilizado, pode ser aplicado no solo diretamente ou após uma compostagem, levando em consideração as normas e legislações específicas para tais disposições. No Brasil, a Resolução CONAMA nº 498/2020 Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências. (BRASIL, 2006).

Para a retirada do lodo recomenda-se um período de repouso de 6 meses de modo que haja uma estabilização adequada para diversos usos agrícolas, por exemplo. A Figura 41 mostra um estereótipo padrão de um leito plantado de tratamento de lodo.



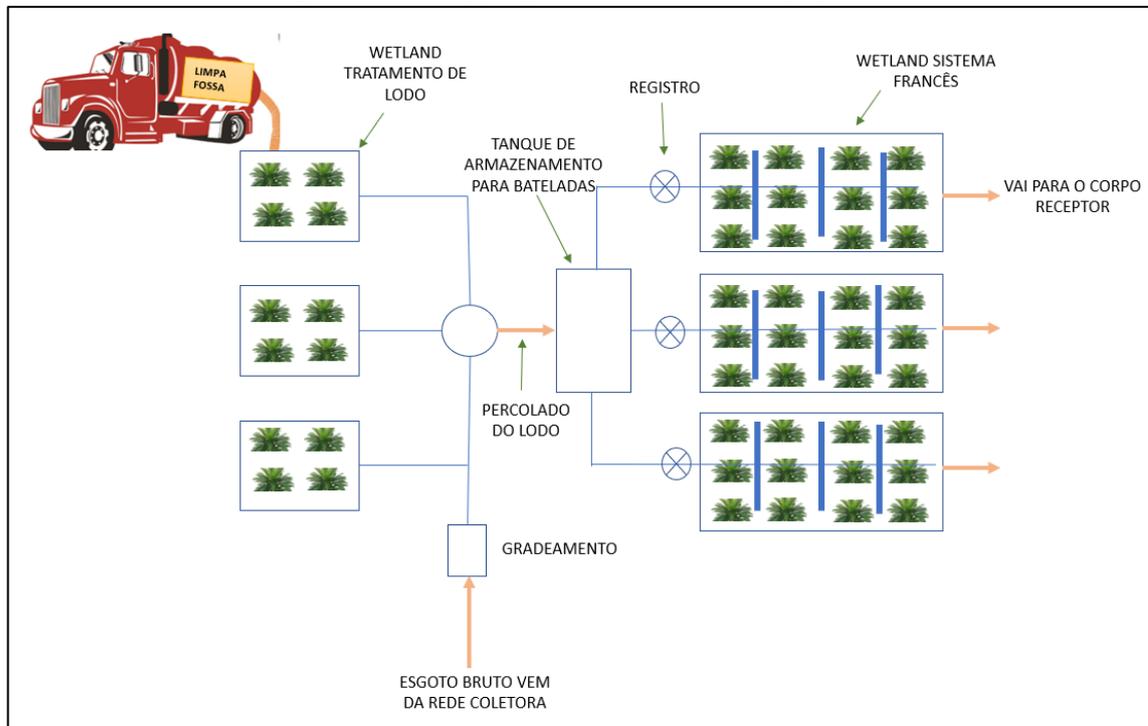
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

Para o dimensionamento das duas unidades de tratamento foram utilizados parâmetros de dimensionamento, dados de entrada e contribuições reportados na NBR 7.229 (ABNT, 1993) e valores de referência da literatura. Cabe ressaltar que todos esses valores remetem a uma simulação hipotética, não havendo um embasamento real de cada município. Este estudo serve apenas para elencar uma potencialidade de utilização de sistemas *wetlands* para tratamento de esgotos e de lodos de TS no município investigado. Para um estudo de concepção real, seriam necessários vários outros estudos e dados para um projeto de fato, que não foram considerados aqui por se tratar de um plano de ação.

A Figura 42 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 42 - Concepção padrão a ser adotada na proposta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

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

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

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

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

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

8.5 Alternativas de disposição do esgoto tratado

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

8.6 Edificações sem espaço útil

Conforme os dados obtidos nos questionários aplicados no município de Cerro Negro, uma das questões mais importantes para a viabilidade e aplicação do sistema proposto para o município, é o espaço disponível no terreno para a construção do sistema individual, formado por tanque séptico e filtro anaeróbio. A maioria dos terrenos do município de Cerro Negro possuem espaço para a implementação do sistema descentralizado de tratamento de esgoto,

totalizando aproximadamente 93% das edificações. Esse valor demonstra que a maioria da população urbana do município pode usufruir desse plano de esgotamento sanitário. Sobretudo, para o restante, uma maneira de contornar esse problema, é a ligação do esgoto para a residência mais próxima que possui o espaço necessário, garantindo então o seu tratamento.

9 Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Cerro Negro

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

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

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

Alternativa 01 – Edificações com solução individual de tratamento

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

- a) Devem ser realizados ajustes na legislação municipal para que sejam exigidas as instalações de sistemas de tratamento individual de esgoto sanitário, conforme dimensionamento e recomendações técnicas da ABNT, para emissão de alvará de construção para novas

edificações. Deve ainda, ser previsto a fiscalização do projeto, execução e operação dos sistemas pela prefeitura. Para a operação, devem ser considerados dispositivos que assegurem a limpeza periódica de acordo com a base de dados utilizada para o dimensionamento dos sistemas individuais de esgotamento sanitário;

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

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

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

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

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

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

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

individuais de esgotamento sanitário;

- b) A prefeitura deve buscar fontes de investimentos e/ou subsídios para a implementação de sistemas individuais nas áreas urbana e rural nos locais onde eles se fazem inexistentes e em substituições aos sistemas em desacordo com as normas técnicas da ABNT;
- c) Podem ser previstos o uso de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou uma alternativa para atualização periódica do cadastro dos sistemas individuais de tratamento de esgoto;
- d) Elaborar e celebrar convênio para a gestão associada de disposição do lodo coletado em sistemas individuais em ETE que possua licenciamento ambiental para a atividade;
- e) Elaborar e executar programas de manutenção dos sistemas individuais de tratamento para coleta do lodo e envio para a ETE associada;
- f) Elaborar e implementar taxa ou tarifa para a manutenção dos sistemas individuais de tratamento que cubram as despesas com esse serviço e garantam a sua sustentabilidade econômico-financeira;
- g) Elaborar projetos tipos para facilitar a concepção e execução dos sistemas pelo usuário e consequentemente a aprovação por parte do órgão responsável na prefeitura;
- h) Executar plano de ação previsto no plano municipal de saneamento básico levando em conta a implementação e adequação dos sistemas individuais de tratamento e a inclusão de serviços prestados com caminha limpa fossa. Deve-se ainda considerar a elaboração de projetos e prospecção de recursos para implementação de rede coletora e estação de tratamento de esgotos considerando horizonte de médio e longo prazo.

Alternativa 03 – Sistemas condominiais de tratamento de esgotos sanitários.

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

- a) Devem ser realizados ajustes na legislação municipal para que sejam exigidas as instalações de sistemas de tratamento individual de esgoto sanitário conforme dimensionamento e recomendações técnicas da ABNT para emissão de alvará de construção para novas edificações. Deve ainda ser previsto a fiscalização do projeto, execução e operação dos sistemas pela prefeitura. Para a operação, devem ser considerados dispositivos que assegurem a limpeza periódica de acordo com a base de dados utilizada para o dimensionamento dos sistemas individuais de esgotamento sanitário;
- b) A prefeitura deve buscar fontes de investimentos e/ou subsídios para a implementação de sistemas individuais nas áreas urbana e rural nos locais onde eles se fazem inexistentes e em substituições aos sistemas em desacordo com as normas técnicas da ABNT;
- c) Devem ser apresentadas alternativas para a execução das obras de sistema de esgoto condominial por parte da prefeitura e/ou associação de moradores, sob supervisão dos órgãos competentes da prefeitura, para ligação na rede coletora do município;
- d) Podem ser previstos o uso de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou uma alternativa para atualização periódica do cadastro dos sistemas condominiais de tratamento de esgoto;
- e) Elaborar e implementar taxa ou tarifa para a manutenção dos sistemas condominiais de tratamento que cubram as despesas com os serviços de coleta e tratamento e garantam a sua sustentabilidade econômico-financeira;
- f) Executar plano de ação previsto no plano municipal de saneamento básico levando em conta a implementação e adequação dos sistemas individuais de tratamento. Deve-se ainda considerar a elaboração de projetos e prospecção de recursos para implementação de rede coletora e estação de tratamento de esgotos considerando horizonte de médio e longo prazo.

Alternativa 04 – Implantação de redes coletoras de esgoto

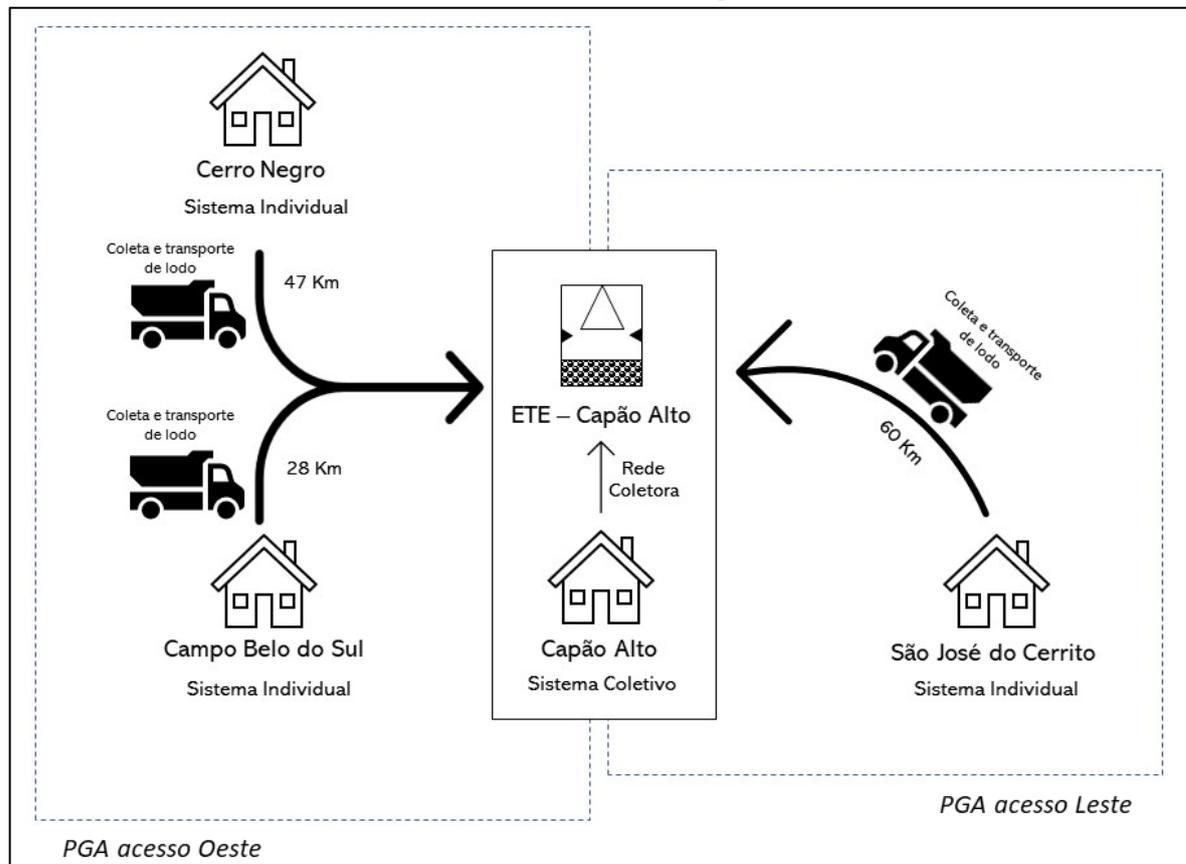
Finalmente, a alternativa 04 envolve a implantação de rede coletiva de coleta de esgotos e estação de tratamento de efluentes centralizada. Esse é o modelo previsto para a área urbana do município de Cerro Negro, segundo o plano municipal de saneamento. Nesse modelo, as prefeituras municipais podem executar 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 Cerro Negro, indica-se as alternativas 01 e 02 para as áreas urbana e rural do município, para curto e médio prazo. Para estas alternativas, devem ser instalados tanques sépticos seguidos de filtro anaeróbio com disposição final do esgoto tratado em sumidouros. A manutenção dos sistemas pode ser realizada sob responsabilidade e fiscalização do município. Alternativamente, a prefeitura municipal pode cobrar uma taxa dos usuários para a prestação do serviço de manutenção dos sistemas individuais por meio de caminhão limpa fossa e envio à ETE de Capão Alto, conforme viabilidade a ser discutida a seguir. Desta forma, além da cidade de Cerro Negro, a ETE de Capão Alto poderia receber também o lodo proveniente dos sistemas de tratamento de Campo Belo do Sul, de forma a compor um Programa de Gestão Associada (PGA) dos sistemas de esgotos sanitários dos dois municípios, conforme a Figura 22, denominado PGA acesso Oeste. Por questões de planejamento e proximidade para administração, os sistemas do município de São José do Cerrito e os sistemas da área rural de Capão Alto foram considerados para a elaboração do PGA acesso Leste. Desta forma, a ETE de Capão Alto poderia ser utilizada como o sistema de tratamento para o atendimento aos dois PGAs citados. Na Figura 43, é apresentada a opção para a gestão da área urbana. Para a área rural devem ser considerados apenas sistemas individuais.

Figura 43 - Proposta do programa de gestão associada de tratamento de esgoto sanitário na área urbana para os municípios de Capão Alto, Campo Belo do Sul e Cerro Negro. A área rural pode ser contemplada com sistemas individuais nos três municípios.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com base nos dados apresentados anteriormente, o volume de lodo que deverá ser coletado e transportado para a ETE de Capão Alto, pelo caminhão limpa fossa, será de 288,39 m³ por ano (0,79 m³/d). Multiplicando a concentração de matéria orgânica no lodo que é de 6 kg/m³ (JORDÃO; PESSÔA, 2005) pelo volume de lodo coletado e dividindo o resultado pelo volume do reator anaeróbico, modelo UASB, da cidade de Capão Alto (113 m³), obtemos uma carga orgânica volumétrica de 0,04 kg/m³.d. Considerando ainda os sistemas urbanos e rurais dos municípios de São José do Cerrito, Campo Belo do Sul e os sistemas da área rural de Capão Alto, este valor é de 0,29 kg/m³.d. Um reator anaeróbico do tipo UASB pode receber uma carga orgânica volumétrica de até 15 kg/m³.d (JORDÃO; PESSÔA, 2005), muito acima da carga orgânica volumétrica gerada pelo lodo coletado nas fossas da cidade de Cerro Negro e dos outros municípios envolvidos no PGA. Portanto, o lodo das fossas da cidade de Cerro Negro pode ser enviado a estação de tratamento de efluentes da cidade de Capão Alto sem causar prejuízos ao tratamento biológico.

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

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

10 Custos e cobrança pelos serviços

A seguir são apresentados quatro cenários possíveis para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário no município de Cerro Negro. Primeiramente foi considerada a possibilidade de universalização via implementação de sistemas individuais em todo o município com manutenção realizada via contratação de serviço especializado. Em um segundo cenário, a manutenção pode ser realizada e administrada por três prefeituras, com possibilidade de participação do CISAMA. No terceiro cenário, foi considerada a proposta apresentada no plano municipal de saneamento básico do município em 2011. Finalmente, o quarto cenário considera a tecnologia de *wetlands* construídos para o tratamento de esgoto da área urbana e disposição do lodo gerado nos sistemas da área rural. Cada cenário foi abordado com relação aos custos de implementação e manutenção, servindo como base para a avaliação da

possibilidade de sustentabilidade do serviço de saneamento de acordo com a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 que estabelece em seu artigo 29:

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

Neste sentido, o município de Cerro Negro possui 260 unidades na área urbana e 849 unidades na área rural que necessitam regularização do sistema de esgotamento sanitário. O valor da área urbana foi definido por meio das informações do SNIS, relacionando as ligações de água e a população projetada para a área urbana segundo a projeção do IBGE para 2020. Conforme o levantamento realizado *in loco* na área urbana, somente 6% das unidades eram constituídas por sistemas de tanque séptico seguido de pós-tratamento em filtro anaeróbio, o qual constitui-se no sistema individual ideal. Dessa forma, definiu-se que mesmos esses sistemas necessitariam passar por revisão e, portanto, em um cenário conservador, foi considerado a totalidade de unidades para o orçamento. Os valores dos sistemas foram obtidos por consulta no comércio local de Lages e são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Custos dos sistemas de tratamento individual.

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

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os volumes dos tanques referem-se a unidades para o tratamento de até 5 pessoas, correspondendo aos dados majoritários obtidos no diagnóstico. Desta forma, para a instalação de sistemas individuais de esgotamento sanitário, envolvendo a área urbana e rural, os custos irão variar entre **R\$ 2.864.657,90** e **R\$ 4.012.251,10** em função dos custos unitários mínimo e

máximo para aquisição dos sistemas individuais. O custo do sumidouro não foi cotado em função da possibilidade de utilização de materiais alternativos para sua construção ou, em alguns casos, ser necessário o lançamento do efluente tratado na rede pluvial. Neste caso, em atendimento à NBR 13.969, em seu item 4.6, o efluente deverá ser clorado, sob responsabilidade do proprietário, anteriormente ao seu lançamento (ABNT, 1997).

Com relação à manutenção dos sistemas, o município de Cerro Negro não possui empresa especializada na limpeza de sistemas individuais de esgoto sanitário. Nesse sentido, o local mais próximo para oferta do serviço é o município de Lages, estando a aproximadamente 75 km de distância. Em consulta a empresa do setor, o custo para limpeza dos sistemas é de R\$ 250,00 acrescido da taxa de R\$ 3,50 por quilômetro rodado (incluindo ida e volta). Considerando a distância média apresentada, o valor para limpeza de cada sistema seria aproximadamente R\$ 768,00. Assim, os valores envolvidos na manutenção dos sistemas podem ser resumidos na Tabela 12, considerando uma limpeza anual dos sistemas.

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

Setor	Número de unidades	Custos
Urbano	260	R\$ 199.680,00
Rural	849	R\$ 652.032,00
Custo anual de manutenção de todas as unidades		R\$ 851.712,00
Custo anual por unidade		R\$ 768,00
Custo mensal por unidade		R\$ 64,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Em função da ausência de empresas que realizam o serviço de limpeza de sistemas de esgotos no município, o valor por unidade resultou elevado para a realidade do município. Diversos moradores relataram não limpar seus sistemas devido à dificuldade em custear esse serviço. A título de comparação, a concessionária responsável pela gestão da água no município cobra uma taxa fixa de disponibilização de infraestrutura no valor de R\$ 29,49, acrescido de R\$ 1,96 para cada m³ de água consumido, conforme informações levantadas com o município. Desta forma, o valor estimado para a manutenção mensal do esgoto seria equivalente ao valor cobrado pelo consumo de 17,60 m³, além da taxa fixa.

Alternativamente, o município de Capão Alto, situado a 47 km de Cerro Negro, possui uma estação de tratamento de esgotos (ETE) com capacidade para o recebimento do lodo gerado

nos potenciais sistemas individuais, que poderiam ser implementados em Cerro Negro, conforme demonstrado anteriormente. Neste sentido, um cenário alternativo para a manutenção dos sistemas individuais envolveria a aquisição de caminhões equipados com tanque contendo hidrojato e sistema de vácuo para sucção, além de tanque com volume de 10 m³ para recolhimento de esgoto e 6 m³ para água limpa. Como referência, o SAMAE - Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Araranguá-SC, adquiriu via licitação em 2019 um caminhão com as características citadas anteriormente, no valor total de **R\$ 520.000,00** (SAMAE/ARARANGUÁ, 2019). Esses caminhões poderiam ser utilizados de forma associada entre os municípios de Cerro Negro e Campo Belo do Sul (PGA – acesso Oeste) para a manutenção dos sistemas individuais, com a participação da ETE de Capão Alto. Considerando os sistemas das áreas rurais e urbana dos dois municípios, tem-se um total de 3.433 unidades estimadas. Considerando a limpeza de 5 sistemas por dia, a aquisição de 3 caminhões envolveria o seu uso em 230 dias no ano. Desta forma, observa-se que existe ainda um período que pode ser considerado para manutenções preventivas ou corretivas dos caminhões e/ou do equipamento durante o ano. No que pese a existência da ETE no município de Capão Alto para a disposição e tratamento do lodo, as distâncias de viagem de Campo Belo do Sul e Cerro Negro até a ETE seriam de 28 e 47 km, respectivamente, estando a ETE de Capão Alto posicionada estrategicamente para essa atividade. O serviço de limpeza poderia ser realizado e administrado pelas prefeituras e/ou pelo Consórcio Intermunicipal Serra Catarinense (CISAMA).

Assim, considerando um valor de referência de R\$ 12.000,00 para o pagamento mensal de três operadores (salário e encargos), um custo de R\$ 1,8311 por quilômetro rodado segundo a Resolução ANTT nº 5.899/2020 (ANTT, 2020), a mensalidade do sistema informatizado de cobrança da taxa (R\$ 443,60), foram estimados os seguintes valores da Tabela 13 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de Cerro Negro. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio de 0,5 km na área urbana e de 12,5 km na área rural.

Tabela 13 - Estimativa de custos para a limpeza considerando a gestão associada entre Campo Belo do Sul, Cerro Negro e Capão Alto.

Dados	Valores
Produção anual de lodo (Toneladas)	288,39
Número de viagens necessárias	29
Distância para disposição em Capão Alto (km)	47
Distância média percorrida para coleta (km)	9,7

Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 53.504,74
Custo anual por unidade	R\$ 48,25
Custo mensal por unidade	R\$ 4,02

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O valor resultante é inferior ao estimado considerando a contratação de um serviço especializado no município de Lages-SC, podendo ser considerada como uma alternativa potencial para implementação nos municípios de Cerro Negro e Campo Belo do Sul. Desta forma, a taxa mensal para a limpeza dos sistemas poderia ter como base o custo de manutenção de R\$ 4,02, acrescido do valor de R\$ 2,00 referente à aquisição dos caminhões (R\$ 1.647.840,00 arrecadado em 20 anos), R\$ 1,99 referente à taxa de administração do CISAMA e R\$ 1,99 referente ao fundo Funserra para execução do plano de ação a ser apresentado posteriormente, resultando em uma taxa mensal para cada ligação igual a **R\$ 10,00**. Neste caso, considera-se a participação dos municípios de Capão Alto e Campo Belo do Sul contribuindo com esse valor ao longo de 20 anos de horizonte de plano, sendo possível equilibrar o custo de aquisição do caminhão e a manutenção dos sistemas.

Comparativamente, são apresentados os valores previstos para a universalização do serviço de esgoto sanitário previsto no plano municipal de saneamento básico de Cerro Negro (CERRO NEGRO, 2011a). Nesse caso, é sugerido a implementação de rede coletora e estação de tratamento de esgoto para a área urbana do município e sistemas individuais para a área rural. Foi estimado um valor de **R\$ 3.773.743,02** em 2011. Esse valor se torna **R\$ 6.368.250,31** quando corrigido para 2020 pelo INCC - Índice Nacional de Custo de Construção. Para os sistemas individuais, foi estimado um valor de R\$ 950.256,59 em 2011, o qual equivale a R\$ 1.603.572,84 em 2020 quando corrigido pelo INCC. Desta forma, considerando as 849 unidades na área rural, verifica-se que o valor previsto para cada sistema, segundo o plano, para 2020 é de R\$ 1.888,77 estando abaixo dos valores orçados para os sistemas individuais no comércio de Lages. Cabe salientar que o plano diagnosticou a presença de 30% de sistemas de esgoto na área rural, o que pode ter influenciado na obtenção deste valor. Ainda, deve ser observado que 76% dos sistemas a serem instalados serão na área rural e, portanto, o valor previsto para a universalização do serviço de tratamento de esgoto em Cerro Negro considerando sistema coletivo na área urbana é de 1,59 a 2,22 vezes maior que o estimado considerando apenas implementação de sistemas individuais. Considerando apenas a área urbana, o custo de implementação do sistema coletivo é de 5,07 a 7,09 vezes maior que o custo

associado ao sistema individual.

Com relação aos custos de operação previstos pelo plano de saneamento, os valores foram corrigidos pelo IGPM - Índice Geral de Preços do Mercado e são apresentados na Tabela 14. Para a obtenção do custo de operação para o sistema de esgoto, foi verificada a diferença entre o valor estimado considerando a manutenção do cenário tendencial (considera apenas abastecimento água, sendo 100% na área urbana e 30% de sistema alternativo de esgoto na área rural) e a possibilidade de implementação de um cenário desejável (100% área urbana atendida e 100% de sistema alternativo na área rural com água e esgoto).

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

Cenários possíveis	Valores
Cenário tendencial em 2011 – custos com água	R\$ 895.936,64
Cenário desejável em 2011 – custos com água e esgoto	R\$ 1.280.267,00
Custos somente com esgoto em 2011	R\$ 384.330,36
Cenário tendencial para 2020 – custos com água	R\$ 1.659.609,25
Cenário desejável para 2020 - custos com água e esgoto	R\$ 2.371.532,61
Custos somente com esgoto para 2020	R\$ 711.923,36
Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 35.596,17
Custo anual por unidade	R\$ 41,67
Custo mensal por unidade	R\$ 3,47

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os dados da Tabela 14 mostram que o custo anual de manutenção de todas as unidades de R\$ 35.569,17, menor que o previsto considerando a universalização apenas com sistemas individuais. Entretanto, apenas a área rural envolvendo 849 unidades envolveria um custo anual de R\$ 652.032,00 devido a necessidade de contratação de um serviço especializado no município de Lages. Desta forma, embora o valor da manutenção do sistema de esgoto previsto no plano municipal seja menor que o observado para a universalização via sistemas individuais, deve-se considerar que o custo de limpeza dos sistemas pode ter aumentado em relação àquele passível de correção pelo IGPM ou é possível uma negociação com empresas prestadoras deste serviço para que realizem o serviço em Cerro Negro com valor menor que o levantado neste

trabalho.

Como último cenário, é apresentada a opção de *wetlands* construídos para o tratamento de esgotos gerados na área urbana e lodo gerado na área rural. A Tabela 15 apresenta o custo de implantação do sistema de esgotamento sanitário para o município de Cerro Negro, considerando um sistema centralizado atendendo toda a área urbana e sistema individual na área rural. A tecnologia de tratamento adotada foi o *Wetland Vertical Sistema Francês*, conforme detalhado no item 9.4. Os custos com manejo de lodo referem-se à retirada da ETE após 10 anos de operação. Em média o lodo acumula-se em torno de 2 cm por ano, chegando aos 10 anos com um lodo já estabilizado e desaguado, com potencial de ser utilizado na agricultura. Para este cenário foi considerada uma situação conservadora, envolvendo o transporte de todo o lodo para aterro sanitário, com um custo de R\$ 400,00 por tonelada, o qual inclui transporte e disposição final. Ainda, na área rural foram considerados os sistemas de tratamento individual baseados em tanques sépticos e filtros anaeróbios e a limpeza efetuada pela prefeitura, considerando a aquisição de um caminhão com as características descritas anteriormente. Neste caso, seria necessário um caminhão para o município e o valor a ser arrecadado mensalmente dos munícipes seria R\$ 2,60 por unidade para o custeio deste veículo (R\$ 529.776,00 arrecadado em 20 anos, considerando os 849 sistemas da área rural). Além disto, considerando um valor de referência de R\$ 4.000,00 para o pagamento mensal de um operador (salário e encargos), um custo de R\$ 1,8311 por quilômetro rodado segundo a Resolução ANTT nº 5.899/2020 (ANTT, 2020), a mensalidade do sistema informatizado de cobrança da taxa (R\$ 874,47), foram estimados os valores da Tabela 15 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de Cerro Negro. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio 12,5 km na área rural.

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

Custo de Implementação	Valores
Implementação dos sistemas na área urbana envolvendo rede coletora e ETE (<i>Wetland Vertical Sistema Francês</i>)	R\$ 4.103.973,70
Sistemas individuais para a área rural (mínimo e máximo)	R\$ 2.193.051,90 R\$ 3.071.597,10
Total para área urbana e rural (mínimo e máximo)	R\$ 6.297.025,60 R\$ 7.175.570,80

Custo de Manutenção	Valores
Custo anual de manutenção de todas as unidades na área urbana	R\$ 6.288,00
Custo anual por unidade na área urbana	R\$ 24,18
Custo mensal por unidade na área urbana	R\$ 2,02
Custo anual de manutenção de todas as unidades na área rural	R\$ 53.358,74
Custo anual por unidade na área rural	R\$ 4.446,56
Custo mensal por unidade na área rural	R\$ 5,24
Custo médio mensal por unidade na área urbana e rural	R\$ 4,48

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para este último cenário, embora os valores sejam compatíveis àqueles considerando a universalização somente com sistemas individuais, o valor obtido para a manutenção dos sistemas é ligeiramente maior que o considerado envolvendo o programa de gestão associada e valorizando a ETE já construída no município de Capão Alto (Tabela 13). A soma do valor base de R\$ 4,48 com a contribuição para aquisição do caminhão de 2,60 se torna R\$ 7,08. Este valor é superior àquele estimado na Tabela 13, de R\$ 6,02 (R\$ 4,02 + R\$ 2,00), considerando os mesmos fatores, já que neste último cenário as prefeituras administrariam isoladamente os sistemas. Por fim, essa alternativa possui um custo de implementação compatível ao apresentado no plano de saneamento do município e com um valor para manutenção competitiva, podendo ser uma opção alternativa para a gestão dos sistemas de esgotos de Cerro Negro.

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 Cerro Negro. A elaboração deste plano foi discutida com a equipe do CISAMA, que gentilmente orientaram os autores deste relatório a considerar os aspectos mais importantes específicos para o município de Cerro Negro. Cabe ressaltar que a atuação do CISAMA junto aos municípios da Amures é intensa, o qual contribuiu significativamente para a definição de um plano de ação adequado ao município.

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

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

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

Meta 1.3	Aquisição de sistema informatizado para emissão de taxa e impressão de fatura para as ligações.
-----------------	---

Prazo	06 meses
Investimentos	R\$ 17.350,00 (valor a ser rateado entre Campo Belo do Sul e Cerro Negro)
Fontes de Recursos	Funserra
Responsáveis	- Secretaria Municipal de Administração - CISAMA

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

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

Meta 2.1	Instalação e/ou substituição de sistemas individuais de tratamento de esgoto em 100% da área urbana e rural, baseados em tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, dimensionados segundo critérios da ABNT.
Prazo	60 meses
Investimentos	Entre R\$ 2.864.657,90 e R\$ 4.012.251,10

Fontes de Recursos	- Funasa - Funserra - Prefeitura Municipal de Cerro Negro
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito - Secretaria Municipal de Administração - CISAMA

Meta 2.2	Implantação do sistema de tratamento coletivo na área urbana do município de Cerro Negro.
Prazo	120 meses
Investimentos	R\$ 4.764.677,47
Fontes de Recursos	Funasa
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito - Secretaria Municipal de Administração - CISAMA

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

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

Meta 3.2	Elaboração, divulgação e realização de edital de licitação para aquisição de caminhão limpa fossa.
Prazo	12 meses

Investimentos	R\$ 1.647.840,00 para aquisição de três caminhões e R\$ 500,00 para elaboração, divulgação e realização do edital
Fontes de Recursos	Funasa Fundo para Recuperação de Bens Lesados (Ministério Público de Santa Catarina)
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito - Secretaria Municipal de Administração - Procuradoria Jurídica - CISAMA

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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	Funserra Fundo para Recuperação dos Bens Lesados (Ministério Público de SC)
Responsáveis	- Secretaria Municipal de Educação - CISAMA - CASAN - ARIS

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

12 Considerações finais

O diagnóstico realizado no município de Cerro Negro identificou que a ampla maioria das residências não possui sistema de esgotamento sanitário adequado, sendo a disposição realizada diretamente na rede pluvial, no solo ou mesmo resultado da ineficiência de sistemas mal projetados de tratamento. No que pese a instalação e manutenção de sistemas individuais, a necessidade de contratação de serviço em outro município acaba onerando os custos, tornando impraticável para os munícipes custear 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 Cerro Negro.

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

13 Referências

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

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

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

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

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

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

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

ANTUNES, T. A. **Modelagem hidrológica da bacia hidrográfica do Alto Canoas através do modelo SWAT**. 130 p. - Universidade do Estado de Santa Catarina, 2015.

ARIS. **Relatório de Fiscalização RF-SAA-OP-CERRO NEGRO-004/2018**. Florianópolis: [s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.aris.sc.gov.br/relatorio/index?categoria=16&page=3&per-page=15>>.

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

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

BAESA. **Usina Hidrelétrica Barra Grande**. 2020. Disponível em: <http://www.baesa.com.br/baesa/categoria.php?&cod_modulo=1&cod_categoria=1>. Acesso em: 15/nov./20.

BRASIL. **Resolução Conama N° 498**. Brasil: Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 2020.

CAMMAROTA, M. C.; FREIRE, D. M. G. **A review on hydrolytic enzymes in the treatment of wastewater with high oil and grease content**. *Bioresource Technology*, [s.l.],

v. 97, nº 17, p. 2195–2210, 2006. ISSN: 09608524, DOI: 10.1016/j.biortech.2006.02.030.

CERRO NEGRO. Plano Municipal de Saneamento Básico de Cerro Negro - VOLUME I - Consolidação do Plano Municipal de Saneamento Básico. Prefeitura Municipal de Cerro Negro: [s.n.], 2011a.

_____. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Cerro Negro - VOLUME III: Diagnóstico da Situação do Saneamento e seus Impactos nas Condições de Vida da População.** Prefeitura Municipal de Cerro Negro: [s.n.], 2011b.

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

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

GARCÍA ZUMALACARREGUI, J. A.; SPERLING, M. VON. **Performance of the first stage of the French system of vertical flow constructed wetlands with only two units in parallel: influence of pulse time and instantaneous hydraulic loading rate.** *Water Science and Technology*, [s.l.], v. 78, nº 4, p. 848–859, 2018. ISSN: 0273-1223, DOI: 10.2166/wst.2018.355.

IBGE. **Cerro Negro/Santa Catarina/Brasil.** *Cidades@.* 2020.

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

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

KOOTTATEP, T. et al. **Treatment of septage in constructed wetlands in tropical climate: lessons learnt from seven years of operation.** *Water Science and Technology*, [s.l.], v. 51, nº 9, p. 119–126, 2005. ISSN: 0273-1223, DOI: 10.2166/wst.2005.0301.

MASSOUD, M. A.; TARHINI, A.; NASR, J. A. **Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries.** *Journal of Environmental Management*, [s.l.], v. 90, nº 1, p. 652–659, 2009. ISSN: 03014797, DOI: 10.1016/j.jenvman.2008.07.001.

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

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

MOLLE, P. **French vertical flow constructed wetlands: A need of a better understanding of the role of the deposit layer.** *Water Science and Technology*, [s.l.], v. 69, nº 1, p. 106–112, 2014. ISSN: 02731223, DOI: 10.2166/wst.2013.561.

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

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

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

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

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

SAMAE/ARARANGUÁ. **Caminhão limpa fossa já está equipado e à disposição do SAMAE**. 2019. Disponível em: <<http://www.samaeararangua.com.br/noticias/170/caminho-limpa-fossa-j-est-equipado-e-disposio-do-samae>>. Acesso em: 30/jul./20.

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

SEBRAE. **Santa Catarina em números - Cerro Negro**. Cerro Negro: [s.n.], 2010.

SEVEGNANI, L. et al. **Flora arbórea e o impacto humano nos fragmentos florestais na bacia do rio Pelotas, Santa Catarina, Brasil**. *Revista de Estudos Ambientais*, [s.l.], v. 14, nº 1, 2012.

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

SOUZA, D. H.; SCHROEDER, A.; SKORONSKI, E. **Upflow anaerobic sludge blanket reactor and biofilter in polyethylene as an alternative of decentralized wastewater treatment in municipality of Rio Rufino – SC**. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, [s.l.], v. 23, p. 11, 2019. ISSN: 2236-1170, DOI: 10.5902/2236117038534.

SUNTTI, C. **Desaguamento de lodo de tanque séptico em filtros plantados com macrófitas**. - Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

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

UGGETTI, E. et al. **Sludge treatment wetlands: A review on the state of the art.**
Bioresource Technology, [s.l.], v. 101, n° 9, p. 2905–2912, 2010. ISSN: 09608524, DOI:
10.1016/j.biortech.2009.11.102.

14 Anexos

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

Anexo B - Questionário aplicado à prefeitura municipal.

Anexo C - Modelos de sistemas individuais de tratamento.

Anexo D - Convênio de cooperação técnica entre a ARIS e o município de Cerro Negro-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 RUDIMENTAR?	
POSSUI TANQUE SÉPTICO?	() sim () não
POSSUI FILTRO ANAERÓBIO?	() sim () não

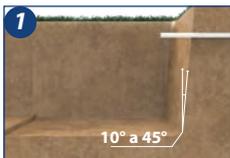
POSSUI SUMIDORO?	() sim	() não
POSSUI FILTRO VALA DE FILTRAÇÃO?	() sim	() não
POSSUI FILTRO VALA DE INFILTRAÇÃO?	() sim	() não
POSSUI TANQUE COM CLORADOR?	() sim	() não
POSSUI TUBULAÇÃO DE DRENAGEM NA RUA EM FRENTE A EDIFICAÇÃO?	() sim	() não
POSSUI LIGAÇÃO NA DRENAGEM PLUVIAL?	() sim	() não
HÁ QUANTOS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

Anexo B - Questionário aplicado à prefeitura municipal.

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

Anexo C - Modelos de sistemas individuais de tratamento

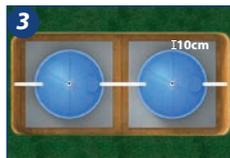
INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO



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



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



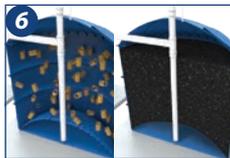
3. A base deve apoiar todo o fundo do equipamento e ser pelo menos 10cm maior que o diâmetro do mesmo.



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



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



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



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



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



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



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

Atenção!

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

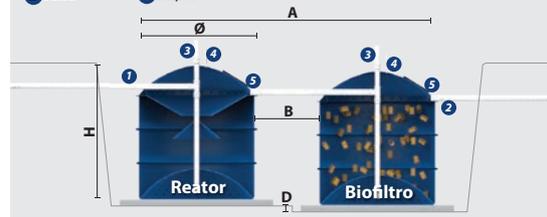
Em caso de dúvidas relativas ao produto ou instalação, contate a Área Técnica da Bakof.

Dimensões do Reator e Biofiltro Bakof[®]

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

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

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



! IMPORTANTE

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

DATA DE FABRICAÇÃO

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

INDÚSTRIA BRASILEIRA

BIORREATOR E BIOFILTRO

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

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



MATERIAL
PEMD



MATERIAL
PRFV



5 ANOS
GARANTIA*



PRODUTO ECO
FAZ BEM PARA
O NOSSO MUNDO



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

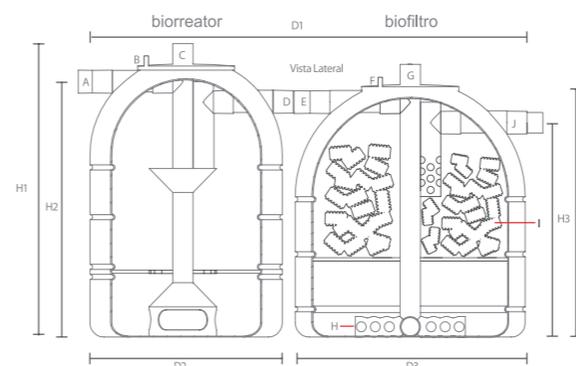


- Grande redução da carga orgânica (fossa e fossa-filtro reduzem no máximo em 50%);
- Não requer colocação de brita (fossa e fossa-filtro requerem);
- Não requer retrolavagem (sistemas com brita requerem);
- Feito com material estanque, evita infiltração no solo e no lençol freático;
- O lodo gerado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

* Garantia conforme instrução de instalação do fabricante.

BIORREATOR E BIOFILTRO EM POLIETILENO (PEMD)

Medidas nominais do equipamento



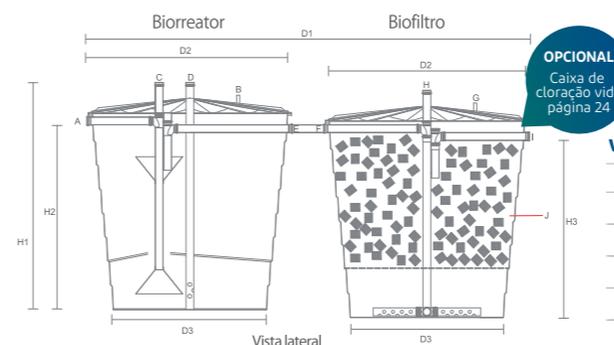
	VOLUMES	1.000 L	2.000 L
A - Entrada do Biorreator - PVC 100 mm	D1	2177 mm	2715 mm
B - Saída de gases do Biorreator - PVC 20 mm	D2	962 mm	1300 mm
C - Entrada para limpeza - PVC 100 mm	D3	1150 mm	1350 mm
D - Saída do Biorreator - PVC 100 mm	H1	1450 mm	1845 mm
E - Entrada do Biofiltro - PVC 100 mm	H2	1260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

CÓDIGO

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

PEMD - Polietileno de Média Densidade.

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



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

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

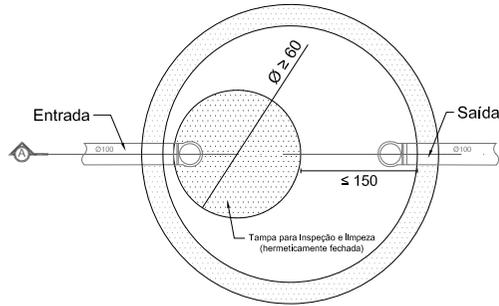
PRFV - em Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro (PRFV). Para sistemas com capacidade acima de 50.000 litros, consultar fábrica. *Contribuição referente ao Padrão Médio (130 litros/dia por pessoa)

TANQUE SÉPTICO + FILTRO ANAERÓBIO + SUMIDOURO

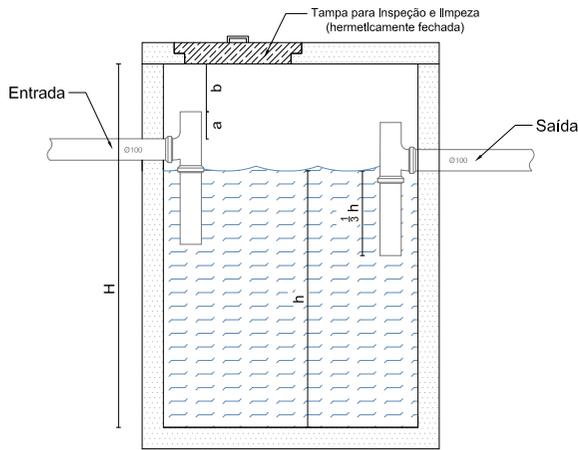
Configuração cilíndrica

Obs.: medidas em cm

Tanque séptico

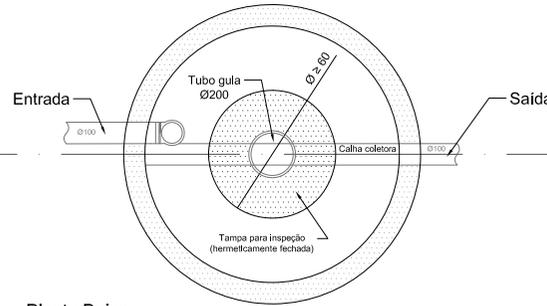


Planta Baixa
Escala 1:35

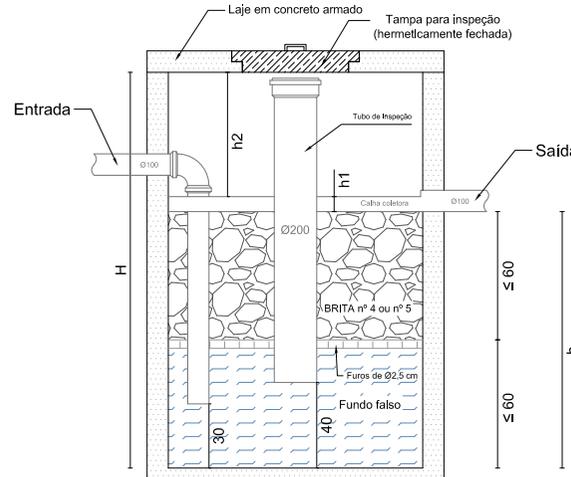


CorteAA
Escala 1:35

Filtro anaeróbico

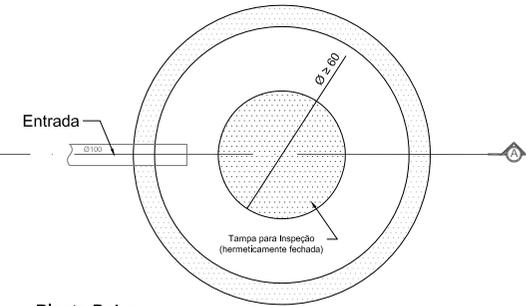


Planta Baixa
Escala 1:35

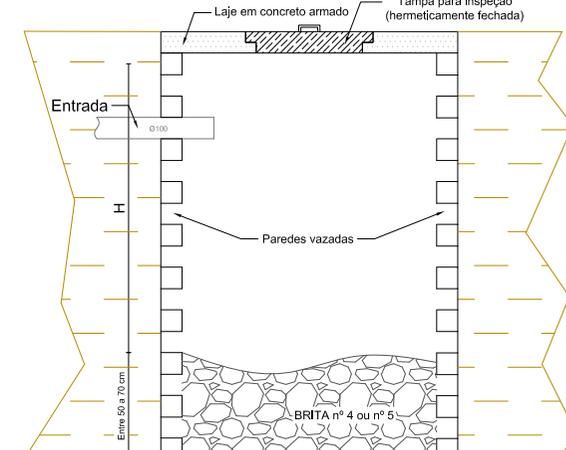


CorteAA
Escala 1:35

Sumidouro



Planta Baixa
Escala 1:35



CorteAA
Escala 1:35

Orientações

Tanque séptico

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

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

Filtro anaeróbico

D = diâmetro interno total
 H = altura interna total
 h = altura total do leito filtrante
 h_1 = altura da calha coletora
 h_2 = altura do vão livre (variável)

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

Sumidouro

D = diâmetro interno total
 H = altura útil

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

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

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

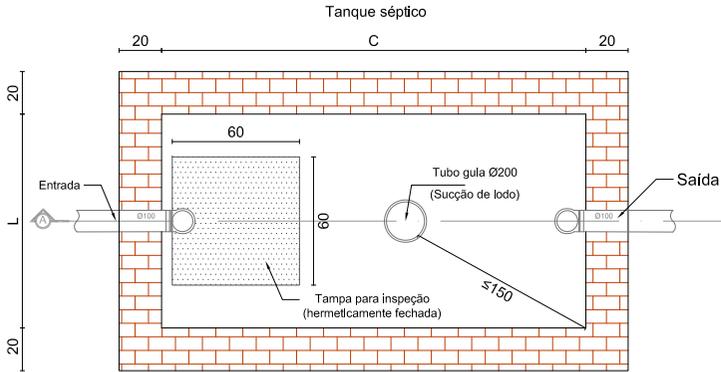
Em geral, para sistemas de uso doméstico, as exigências construtivas e de estabilidade são atendidas por construções em alvenaria de tijolo inteiro, concreto armado moldado no local e materiais pré-fabricados como anéis de concreto armado, componentes de políéster armado com fibra de vidro e chapas metálicas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

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

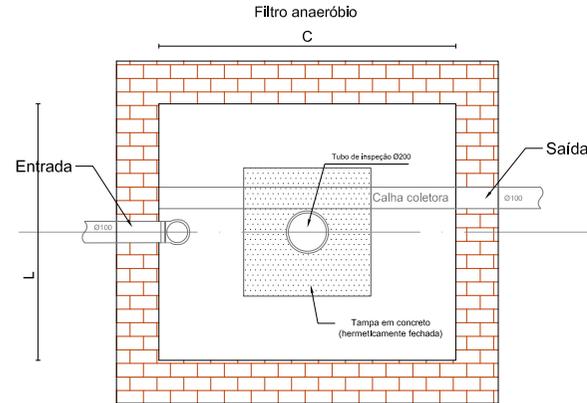
TANQUE SÉPTICO + FILTRO ANAERÓBIO + SUMIDOURO

Configuração prismática retangular

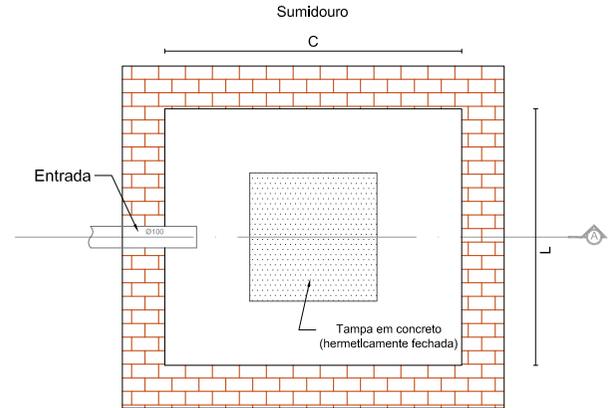
Obs.: medidas em cm



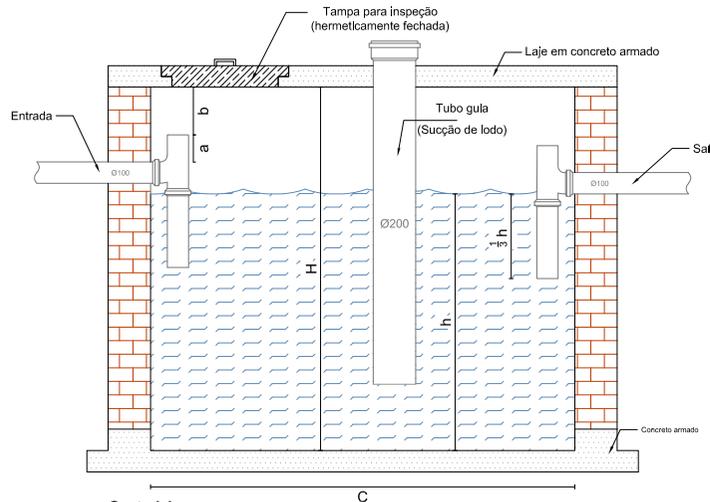
Planta Baixa
Escala 1:35



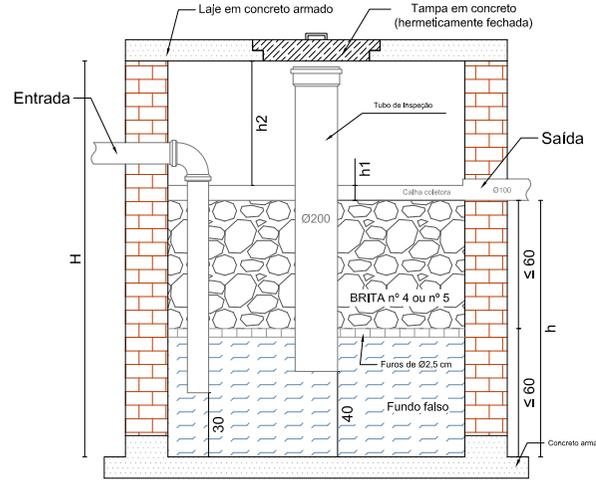
Planta Baixa
Escala 1:35



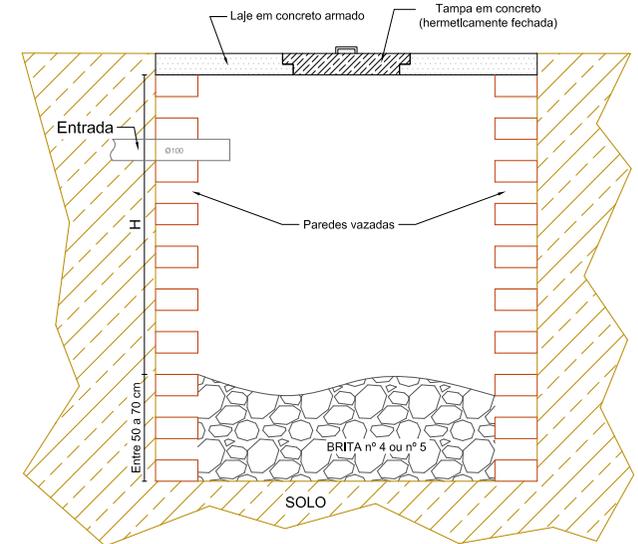
Planta Baixa
Escala 1:35



CorteAA
Escala 1:35



CorteAA
Escala 1:35



CorteAA
Escala 1:35

Orientações

Tanque séptico

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

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

Filtro anaeróbio

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

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

Sumidouro

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

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

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

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

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

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

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

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA N° 002/2019

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

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

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

Considerando o Decreto/ARIS nº 004/2017, de 30 de maio de 2019, que aprova o *PROGRAMA TRATASan* “Diagnóstico da Situação Atual Sobre a Gestão do Esgotamento Sanitário”, nos Municípios consorciados à ARIS, nos termos da Assembleia Geral Extraordinária realizada no dia 29/05/2017;

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

I – universalização;

(...)



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

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

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

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

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

Considerando a Lei Municipal nº 668/2015, que aprovou o Plano Municipal de Saneamento Básico;

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

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

Considerando que o Município se comprometeu, através de seus agentes públicos, à fiscalizar e adotar as medidas pertinentes à regularização dos sistemas individuais, inclusive para fins de análise e aprovação do respectivo projeto hidrossanitário em



conformidade com a NBR 7229/1993 e NBR 13969/1997, por profissional habilitado junto ao CREA/SC, e acompanhado da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, resolvem :

- **MUNICÍPIO DE Cerro Negro**, pessoa jurídica de direito público interno, CNPJ nº 95.991.097/0001-58, com sede na Avenida Orides Delfes Furtado, nº 739, Centro de Cerro Negro/SC, CEP: 88.585-000/ SC, neste ato representado por seu Prefeito Municipal, Sr. **ADEMILSON CONRADO** e a **AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO – ARIS**, associação pública, CNPJ nº 11.400.360/0001-05, com sede na Rua General Liberato Bittencourt, nº 1885, 12º andar, Bairro; Canto, Florianópolis/SC, neste ato representada por seu Diretor-geral, Sr. Adir Faccio, celebrar o presente **CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA**, nos termos a seguir:

CLÁUSULA PRIMEIRA – DO OBJETO

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

CLÁUSULA SEGUNDA – DAS OBRIGAÇÕES DAS PARTES:



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

CLÁUSULA TERCEIRA – DAS OBRIGAÇÕES DO MUNICÍPIO:

- a) Regulamentar, por lei, a obrigatoriedade de, não havendo rede de coleta de esgoto sanitário, ser implantada solução individual de esgotamento sanitário, especificando-a (conforme normas técnicas), conferindo prazos de adequação, se for o caso, prevendo subsídios para implantação, além da obrigatoriedade da manutenção (periodicidade de limpeza pelo particular), da forma da realização do serviço de extração do lodo (se público ou privado) e o local para a destinação final do lodo devidamente licenciado;
- b) Promover a realização e/ou atualização contínua de um cadastro com todas as edificações que disponham de soluções individuais de esgotamento sanitário, ou coletiva, por meio de um levantamento a ser realizado tanto por ocasião do “habite-se”, quanto por ocasião da fiscalização, estabelecendo, por consequência, uma rotina sobre a instalação e manutenção de todas as soluções individuais de esgotamento sanitário, de forma a garantir-lhes eficácia;
- c) Promover a realização do cadastro das empresas prestadoras dos serviços de limpeza das soluções individuais de esgotamento sanitário, bem como realizar a fiscalização do destino do lodo coletados das soluções individuais;
- d) Exigir do particular, quando não houver rede coletora de esgoto sanitário, a instalação adequada de solução individual de tratamento e destinação final de esgotos domésticos mediante prévia aprovação do respectivo projeto técnico, bem como realizar a vistoria do sistema de tratamento para concessão do “habite-se”;



- e) Fiscalizar as edificações para que as soluções individuais de tratamento sejam instaladas adequadamente, nos termos das normas técnicas e projeto respectivo, exigindo do particular a comprovação da respectiva limpeza periódica e controlando a destinação final do lodo extraído das fossas sépticas;
- f) Incorporar, quando da sua elaboração e/ou revisão, do Plano Municipal de Saneamento, como solução de esgotamento sanitário as soluções individuais de tratamento e disposição final de esgotos domésticos para todas as edificações que não disponham e não venham a dispor a curto prazo de rede de coleta de esgoto sanitário para garantir a proteção do meio ambiente e da saúde pública durante toda execução do plano;
- g) Em caso de optar por realizar diretamente ou por delegação o serviço de limpeza de fossas e transporte do lodo, cabível a cobrança de remuneração pelo serviço realizado, por meio de tarifa ou preço público, a fim de garantir a sustentabilidade da ação de saneamento;
- h) Licitar o serviço de tratamento e disposição final quando se der em estação de tratamento de esgoto (ETE) privada.
- i) Fornecer mapas, cadastro imobiliário e outros documentos existentes que possibilitem a identificação dos imóveis a serem vistoriados;
- j) Realizar atividades de educação ambiental junto à população, alertando para a necessidade da correta implantação dos sistemas individuais e limpeza periódica, como ação de saneamento a garantir a universalização do acesso, além da proteção ao meio ambiente e à saúde pública;

CLÁUSULA QUARTA – DAS OBRIGAÇÕES DA ARIS:

- a) Normatizar aspectos como condições, prazos e modo de ligação nas unidades usuárias à rede pública de esgoto;
- b) Elaborar um diagnóstico sobre os sistemas individuais de esgotamento sanitário, soluções coletivas de pequeno porte e sistema de coleta, transporte e tratamento quando público, bem como orientar a fiscalização “in loco”, em conjunto com agentes públicos



do MUNICÍPIO, mediante vistoria devidamente documentada, avaliando se as soluções individuais são tecnicamente adequadas;

- c) Elaborar estudo populacional e projetar a geração de efluentes;
- d) Apontar as características do solo (infiltração) através de levantamento de informações existentes (mapeamento, projetos com sistemas de infiltração existentes, sondagens, etc.), com apoio do município;
- e) Realizar o levantamento na área de abrangência urbana, com base em dados disponíveis (SDS, Epagri, Embrapa, PMSB, Plano de Recursos Hídricos da Bacia, Estações de Monitoramento da ANA, Dados do Diagnóstico Socioambiental, etc)
- f) Indicar alternativas para o esgotamento sanitário na área de interesse.

CLÁUSULA QUINTA – DA VIGÊNCIA

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

CLÁUSULA SEXTA – DA RESCISÃO

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

CLÁUSULA SÉTIMA – DAS ALTERAÇÕES E MODIFICAÇÕES

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

CLÁUSULA OITAVA – DO FORO

As partes elegem o foro da Comarca do Município de Campo Belo do Sul - Estado de Santa Catarina, para dirimir quaisquer conflitos resultantes do presente convênio.



CLÁUSULA NONA – DISPOSIÇÃO FINAL

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

Florianópolis, 26 de abril de 2019.


Ademilson Conrado

Prefeito de Cerro Negro


Adir Faccio

Diretor-geral da ARIS

Testemunhas:



Nome: Selenio Sautu
CPF: 712.938.849-87



Nome: Fausto Américo de Moraes
CPF: 502.116.849-53