

Projeto **TRATAS** **N**

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/I/2018

ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL Diagnóstico de situação e proposição de alternativas

Urupema - Santa Catarina



Outubro de 2020

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 002/2018

ORGANIZAÇÃO

PREFEITURA MUNICIPAL DE URUPEMA

Evandro Frigo Pereira Prefeito Municipal
Cristiane Muniz Pagani Almeida Vice-Prefeita Municipal

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO

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

EXECUÇÃO

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

Equipe Técnica Municipal

Cristiane Muniz Pagani Almeida Secretária Municipal de Saúde	Franciele Medeiros Andrade Secretária Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Econômico
Rozilene Muniz Oliveira Secretária Municipal de Educação	Candido Antenor Arruda (Tena) Secretário de Turismo e Urbanismo
Selênio Sartori Diretor Executivo do CISAMA	Katynara Goedert Coordenadora de Projetos de Saneamento Básico do CISAMA
Evandro Frigo Pereira Prefeito de Urupema	Cristiane Muniz Pagani Almeida Vice-Prefeita de Urupema

Sumário

1	Apresentação	8
2	Aspectos gerais do município.....	9
3	Características físicas	11
	3.1.1 Solo.....	11
	3.1.2 Recursos hídricos e informações das bacias.....	12
	3.2 Uso e ocupação do solo	13
	3.3 Diagnóstico socioambiental.....	13
4	Estudo populacional	14
5	Cenário atual do saneamento básico.....	17
	5.1 Sistema de abastecimento de água.....	17
	5.2 Esgotamento sanitário.....	19
	5.3 Drenagem e manejo de águas pluviais.....	23
6	Projeção da geração de lodo e esgoto.....	23
	6.1 Esgoto na área urbana	23
	6.2 Lodo na área urbana.....	24
	6.3 Esgoto na área rural	25
	6.4 Lodo na área rural	26
7	Diagnóstico.....	27
	7.1 Informações do município sobre a gestão do sistema de esgotos sanitários....	27
	7.2 Sistemas individuais na área urbana	27
	7.2.1 Metodologia de aplicação dos questionários.....	27
	7.2.2 Tratamento de dados.....	28
	7.3 Resultados obtidos	28
	7.3.1 Diagnóstico e análise	28
8	Legislação.....	30
9	Soluções para o tratamento de esgoto sanitário.....	31
	9.1 Tanques sépticos	32

9.1.1	Dimensionamento do tanque séptico	34
9.1.2	Limpeza dos tanques sépticos	34
9.2	Filtro anaeróbio	34
9.2.1	Dimensionamento do filtro anaeróbio	36
9.3	Estudo de caso envolvendo a aplicação de tanque séptico e filtro anaeróbio..	36
9.4	Alternativa baseada no sistema de <i>wetlands</i>	38
9.4.1	Tratamento de esgoto bruto por meio de <i>wetland</i> vertical Sistema Francês	38
9.4.2	Tratamento de lodos através de sistemas <i>wetlands</i> construídos	41
9.4.3	Dimensionamento das unidades <i>wetlands</i> para tratamento de lodo de tanque séptico (TS) e do esgoto bruto doméstico	43
9.4.4	Dimensionamento de <i>wetland</i> construído para tratamento de lodo de tanque séptico	44
9.5	Alternativas de disposição do esgoto tratado	45
9.6	Edificações sem espaço útil	45
10	Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Urupema	46
11	Custos e cobrança pelos serviços	52
12	Plano de ação	58
13	Considerações finais	63
14	Referências	64
15	Anexos	68

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Distribuição da população no território municipal.....	11
Tabela 2 - Evolução da população de Urupema entre os anos de 1996 e 2019, segundo IBGE.....	14
Tabela 3 - Projeção da população urbana de Urupema para o período de 2020-2041, utilizando vários modelos.....	15
Tabela 4 - Projeção da população no município de Urupema.....	16
Tabela 5 - Avaliação dos valores dos parâmetros de operação em função da população atendida.....	22
Tabela 6 - Projeção de geração esgoto doméstico na área urbana de Urupema.....	24
Tabela 7 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Urupema.....	25
Tabela 8 - Projeção de geração esgoto doméstico na área rural de Urupema.....	26
Tabela 9 - Projeção de produção de lodo na área rural de Urupema.....	27
Tabela 10 - Referências de taxas de sólidos aplicados em <i>wetlands</i>	42
Tabela 11 - Parâmetros de dimensionamento para tratamento de lodo de TS.....	44
Tabela 12 - Custos dos sistemas de tratamento individual.....	53
Tabela 13 - Custos de manutenção dos sistemas individuais quando contratada empresa terceirizada de Lages.....	53
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.....	55
Tabela 15 - Estimativa de custos para a limpeza considerando administração associada entre Painel, Urupema e Rio Rufino.....	56
Tabela 16 - Custos de implementação e manutenção considerando a tecnologia de <i>wetlands</i> construídos na área urbana.....	57

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização geográfica do município Urupema em relação ao Estado de Santa Catarina.....	10
Figura 2 - Municípios pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Pelotas (Elaborado por Débora Vanessa Lingner).....	12
Figura 3 - Modelos de projeção populacional para a área urbana do município de Urupema.	16
Figura 4 - Dados da população total de Urupema entre 1996 e 2019 e evolução populacional entre 2020 e 2041.....	17
Figura 5 - Localização georreferenciada da ETA de Urupema.	18
Figura 6 - Localização georreferenciada da ETE de Urupema.	19
Figura 7 - Dispositivos constituintes do sistema de tratamento de esgoto de Urupema. a) gradeamento, b) caixa de areia e medidor Parshall e, c) tanque de contato.	20
Figura 8 - Reatores que compõem o sistema de tratamento de esgoto de Urupema, decantador secundário e leito de secagem para o gerenciamento dos subprodutos.	21
Figura 9 - Atual cenário de sistemas de esgotamento sanitário no município de Urupema.	29
Figura 10 - Tanque séptico.	33
Figura 11 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.	35
Figura 12 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbio.	37
Figura 13 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.....	39
Figura 14 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.....	40
Figura 15 - Perfil granulométrico do primeiro e segundo estágio do Sistema Francês..	41
Figura 16 - <i>Wetland</i> vertical para tratamento de lodo.	43
Figura 17 - Concepção padrão a ser adotada na proposta.	44
Figura 18 - Proposta do programa de gestão associada de tratamento de esgoto sanitário na área urbana para os municípios de Painel, Urupema e Rio Rufino. A área rural pode ser contemplada com sistemas individuais nos três municípios.....	50

Lista de Quadros

Quadro 1 - Características dos filtros anaeróbios de diferentes sentidos de fluxo.....	35
Quadro 2 - Objetivo 1: adequar o município em termos legislativos e executivos sobre os sistemas individuais de tratamento de esgotos e planejar o sistema de cobranças.....	59
Quadro 3 - Objetivo 2: regularizar as edificações do município de Urupema com relação aos sistemas de esgotos sanitários.	60
Quadro 4 - Objetivo 3: implantar o serviço de manutenção dos sistemas individuais...	61
Quadro 5 - Objetivo 4: realizar campanhas de educação ambiental.....	62

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

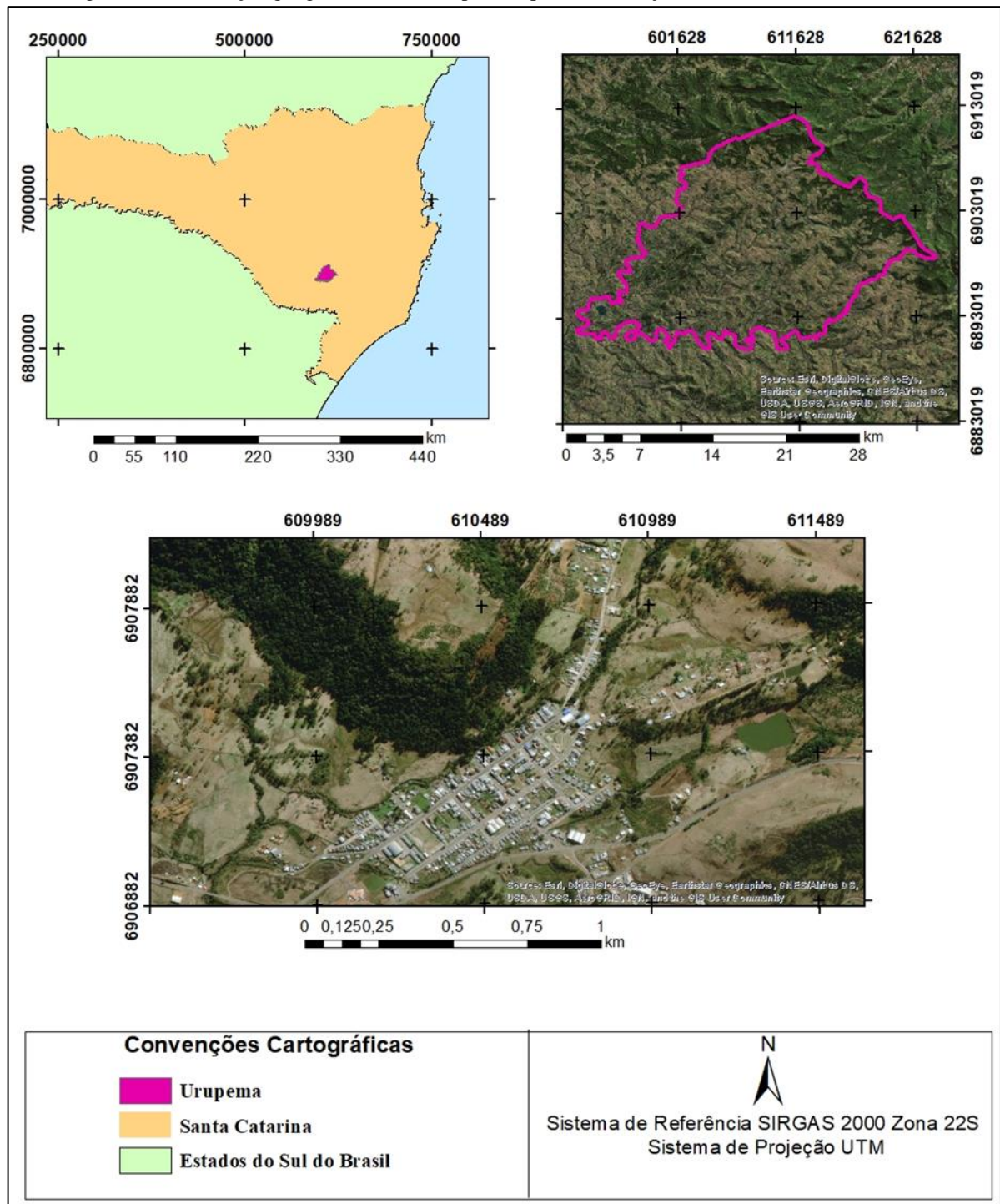
constitui-se em uma importante ferramenta para tomada de decisões por parte dos órgãos responsáveis pela infraestrutura urbana e rural, pelo controle ambiental e pela saúde da população. O presente trabalho destina-se a analisar o estado atual do esgotamento sanitário no município de Urupema, que está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

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

2 Aspectos gerais do município

O estudo foi realizado no município de Urupema, situado na Serra Catarinense, sendo um dos 18 municípios pertencentes à Associação dos Municípios da Região Serrana (Amures). Segundo dados do site do município, a cidade de Urupema compreende uma área territorial de 353 km² e altitude média de 1.425 metros, a mais alta do Estado (URUPEMA, [s.d.]). A população do censo de 2010 era 2.482 habitantes, com uma densidade demográfica estimada de 7,09 hab/km², sendo aproximadamente 50% da população residente na zona rural (IBGE, 2020). Na Figura 1 pode-se observar a localização do município em relação ao estado de Santa Catarina.

Figura 1 - Localização geográfica do município Urupema em relação ao Estado de Santa Catarina.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ainda de acordo com as informações coletadas no site do município, o clima, segundo a classificação de Köppen, pode ser considerado como chuvoso e a temperatura média anual é de 14°C, podendo chegar até -14°C no inverno. As principais fontes da economia resultam de atividades ligadas à agropecuária e pecuária de corte e leite, além da produção de produtos

orgânicos e truticultura. O turismo é uma atividade importante para a cidade, a qual é considerada uma das mais frias do país (URUPEMA, [s.d.]).

A população de Urupema, estimada pelo IBGE em 2020, foi de 2.459 habitantes (IBGE, 2020). O Índice de Desenvolvimento Humano – IDH foi de 0,699 em 2010 e o PIB (Produto Interno Bruto) per capita de Urupema foi de R\$ 27.626,73 em 2017 (IBGE, 2020). Na Tabela 1 apresenta-se a distribuição da população e domicílios do município de Urupema, segundo censo demográfico de 2010.

Tabela 1 - Distribuição da população no território municipal.

Dados	Unidade	Valor
População urbana	Habitantes	1.227
População rural	Habitantes	1.255
Domicílio na área urbana	Residências	369
Domicílio na área rural	Residências	388
Taxa de ocupação	Habitantes/domicílios	3.28

Fonte: Adaptado de (IBGE, 2020).

3 Características físicas

Nos tópicos seguintes, estão apresentados os principais aspectos físicos referentes ao município de Urupema.

3.1.1 Solo

Conforme o Mapa Geológico de Santa Catarina, disponibilizado pelo CRPM - Serviços Geológicos do Brasil (CPRM, 2014), a formação geológica do município de Urupema pertence ao Grupo Serra Geral, sendo caracterizado pela Formação Gramado. A Formação Gramado é constituída por derrames basálticos e intercalações frequentes com rochas sedimentares eólicas da formação Botucatu. Esta formação é consequência do magmatismo fissural intercontinental e sedimentação eólica, correspondendo ao encerramento da Evolução Gonduânica da Bacia do Paraná.

Informações sobre os solos e a geologia do local são extremamente importantes, pois através da infiltração de água no solo é que o reservatório subterrâneo é abastecido. Desta forma

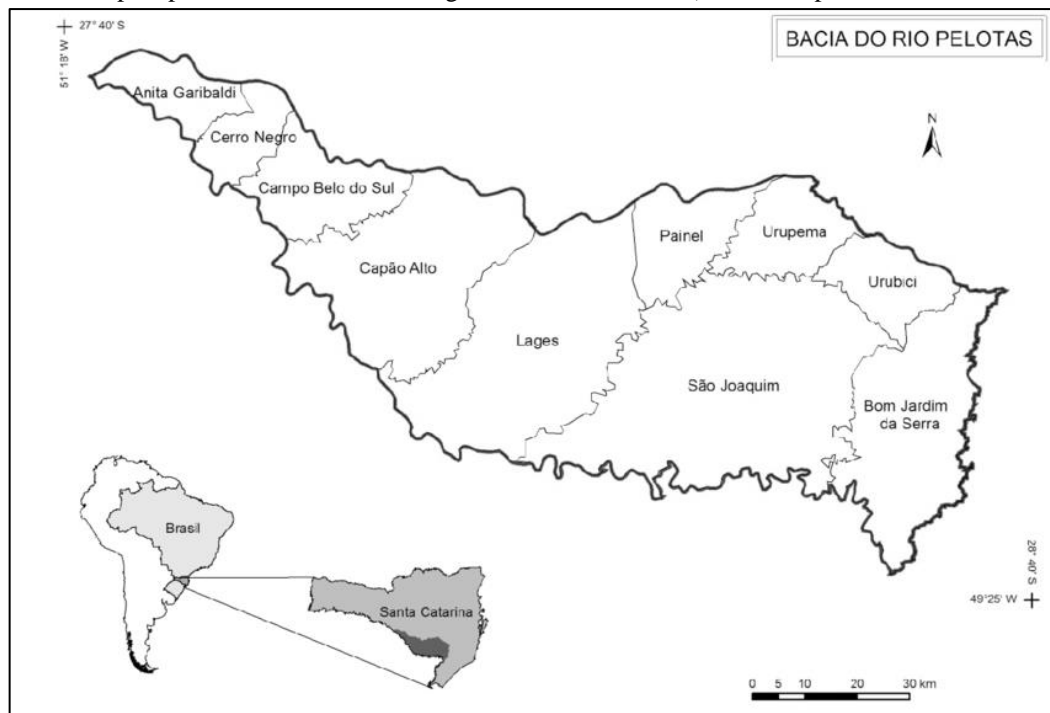
existe a necessidade de preservação da qualidade dos solos para que se mantenha o resguardo dos reservatórios. O conhecimento sobre a permeabilidade e a porosidade dos materiais são de grande importância para entender como ocorre a infiltração da água em reservatórios subterrâneos, pois tipos de rochas distintos apresentam diferentes características, o que altera o comportamento da água no processo de infiltração (HAGY, 2009).

3.1.2 Recursos hídricos e informações das bacias

A maior parte do município de Urupema pertence à bacia hidrográfica do Rio Pelotas, com destaque para o rio Caronas, o qual passa pela área urbana do município e é afluente do Rio Lava-Tudo. O Arroio do Lontras, afluente do Caronas, também passa pela área urbana do município (CPRM, 2017).

De acordo com SEVEGNANI *et al.* (2012), as atividades econômicas que se destacam nos municípios pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Pelotas nas localidades no planalto de Santa Catarina são atividades voltadas à agropecuária e à silvicultura de espécies produtoras de fibra para a indústria de papel e celulose. A Figura 2 ilustra a localização dos municípios pertencentes à esta bacia.

Figura 2 - Municípios pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Pelotas (Elaborado por Débora Vanessa Lingner).



Fonte: (SEVEGNANI *et al.*, 2012).

3.2 Uso e ocupação do solo

A Lei ordinária nº 727, no dia 08 de setembro de 2010, autorizou o município de Urupema a criar do Conselho Municipal do Plano Diretor (CMPD) (URUPEMA, 2010). No dia 05 de novembro de 2014 foi criada a lei complementar nº 68/2014 (URUPEMA, 2014), a qual dispõe sobre o uso, ocupação e parcelamento do solo do município de Urupema e segundo o art. 10 da referida lei, a área urbana do município, fica subdividida nas seguintes zonas, definidas e delimitadas de acordo com o padrão de uso e ocupação permitida para as mesmas:

- I. Zona Mista Central – ZMC;
- II. Zona Residencial Predominante – ZRP;
- III. Zona Industrial Predominante – ZIP;
- IV. Zona de Uso Especial – ZUE;
- V. Zona de Transição – ZTR.

Segundo informações coletadas no Plano Municipal de Saneamento Básico de Urupema (URUPEMA, 2011), alguns fatores adversos como topografia, a qualidade do solo e a condição climática são fatores que impedem vários locais do município a desenvolverem atividades ligadas à agricultura. Além disso, o município de Urupema destaca-se por suas belezas naturais, atraindo turistas das mais diversas regiões do país.

3.3 Diagnóstico socioambiental

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Urupema (URUPEMA, 2011), o Município de Urupema está localizado na Mesorregião Serrana do estado de Santa Catarina e na Microrregião Geográfica de Campos de Lages, conforme a regionalização do IBGE. Urupema fica a uma distância de cerca de 207 km da capital do estado, Florianópolis, e o município abriga micro e pequenas empresas que movem o setor econômico, sendo o segmento ligado à agricultura o responsável pela maior geração de empregos local (SEBRAE, 2019). Segundo o Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Urupema, o município limita-se com São Joaquim, Paineira, Rio Rufino e Urubici e possui 5 comunidades rurais, sendo elas: Cedro, Cedrinho, Bossoroca, Marmeleiro e Rio dos Touros (IFSC, [s.d.]).

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico de Urupema (URUPEMA, 2011), o município faz parte da formação Serra Geral, Botucatu e Rio do Rastro. O município está

inserido na bacia hidrográfica do Rio Pelotas, o qual serve de divisa entre os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Por ser um município essencialmente agrícola, as atividades favoráveis pertencentes ao setor são: produção animal (bovinos de corte e leite, suinocultura, apicultura e piscicultura); fruticultura (macieira, pereira, uva vinífera, ameixeira e flores de corte); batata (semente e consumo); grãos (feijão e milho) e produção orgânica de frutas (maçã, pera, ameixa, pêsego), batata, cebola, alho, cenoura, morango, feijão, ervilha, tomate e moranga. Além disso, o município destaca-se pela produção de vime e fitoterápicos (IFSC, [s.d.]).

4 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 2019, referentes a censos e estimativas de população para avaliar as modificações no número de habitantes do município de Urupema 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 Urupema entre os anos de 1996 e 2019, segundo IBGE.

Ano	População (hab)		
	Urbana	Rural	Total
1996	1.124	1.273	2.397
2000	1.185	1.342	2.527
2007	1.241	1.260	2.501
2010	1.232	1.250	2.482
2019	1.224	1.241	2.465

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 Urupema são apresentados na Tabela 3.

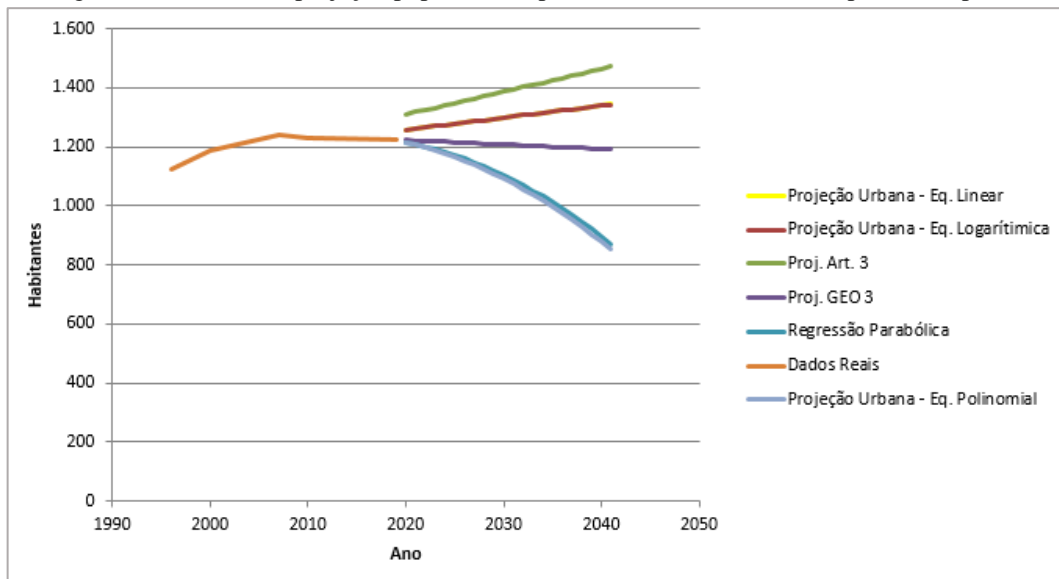
Tabela 3 - Projeção da população urbana de Urupema para o período de 2020-2041, utilizando vários modelos.

Ano	Equação Linear	Equação Logarítmica	Equação Polinomial	Projeção Aritmética	Projeção Geométrica	Regressão Parabólica
2020	1.257	1.257	1.214	1.309	1.222	1.215
2021	1.261	1.261	1.206	1.317	1.221	1.208
2022	1.265	1.265	1.197	1.325	1.219	1.200
2023	1.270	1.269	1.187	1.332	1.218	1.191
2024	1.274	1.274	1.177	1.340	1.216	1.181
2025	1.278	1.278	1.165	1.348	1.215	1.170
2026	1.282	1.282	1.152	1.355	1.213	1.158
2027	1.286	1.286	1.139	1.363	1.212	1.146
2028	1.290	1.290	1.124	1.371	1.210	1.132
2029	1.294	1.294	1.109	1.379	1.209	1.118
2030	1.298	1.298	1.093	1.386	1.207	1.102
2031	1.303	1.302	1.075	1.394	1.206	1.086
2032	1.307	1.306	1.057	1.402	1.204	1.069
2033	1.311	1.310	1.038	1.409	1.203	1.050
2034	1.315	1.314	1.018	1.417	1.202	1.031
2035	1.319	1.318	997	1.425	1.200	1.011
2036	1.323	1.323	975	1.433	1.199	990
2037	1.327	1.327	952	1.440	1.197	968
2038	1.331	1.331	928	1.448	1.196	946
2039	1.335	1.335	904	1.456	1.194	922
2040	1.340	1.339	878	1.463	1.193	897
2041	1.344	1.343	852	1.471	1.191	872

Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Os valores obtidos foram utilizados para a construção de curvas de crescimento populacional (Figura 3), incluindo os dados do IBGE entre 1996 e 2019 e os valores estimados pelos diversos modelos matemáticos.

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



Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Desta forma, o estudo de projeção populacional mostrou que a população urbana estimada pelo IBGE em 2019 e igual a 1.224 habitantes, deverá sofrer um leve declínio até 2041 (projeção geométrica 3). Assim, os autores definiram uma população fixa durante o horizonte do projeto, sendo que os outros modelos aplicados apresentam uma variação pouco representativa da projeção populacional.

Para a área rural, os modelos apontaram também para um declínio pouco expressivo. Os dados do IBGE sugerem uma estagnação na população dentro de período de 1996 a 2019. Neste sentido, decidiu-se fixar a população rural ao longo do horizonte do plano, resultando em uma população de referência igual a 1.241 habitantes entre 2020 e 2041.

Desta forma, foi definido uma população de final de plano igual a 2.465 habitantes, sendo 1.224 na área urbana do município e 1.241 na área rural. A Tabela 4 resume a projeção da população total do município de Urupema e as populações urbana e rural.

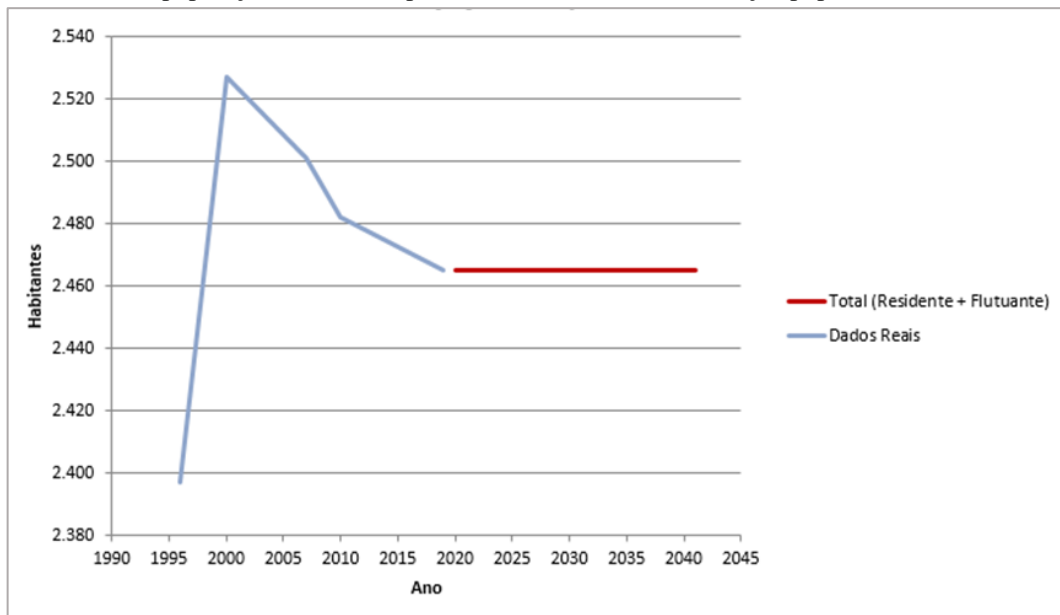
Tabela 4 - Projeção da população no município de Urupema.

Ano	Projeção Urbana	Projeção Rural	Total
2020	1.224	1.241	2.465
2041	1.224	1.241	2.465

Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

A Figura 4 representa graficamente os dados da população total segundo dados do IBGE entre 1996 e 2019 e projeção considerada no estudo para os anos de 2020 a 2041.

Figura 4 - Dados da população total de Urupema entre 1996 e 2019 e evolução populacional entre 2020 e 2041.



Fonte: Adaptado de ARIS (2019).

Neste sentido, será fixada uma população de 2.465 habitantes, entre 2019 e 2041, para a realização do plano de ação a ser apresentado na sequência.

5 Cenário atual do saneamento básico

5.1 Sistema de abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água em Urupema atende a uma população urbana de 1.227 pessoas, sendo 100% da área urbana e equivalente a 64,64% do município, que inclui também abastecimento na área rural (SNIS, 2019). Segundo relatório de fiscalização da ARIS, o sistema de abastecimento possui aproximadamente 450 ligações (ARIS, 2016). Em 2018, o consumo médio per capita (IN022) foi de 99,84 litros/hab.dia e o índice de perdas na distribuição (IN049) foi de 41,93% (SNIS, 2019). O sistema de distribuição envolve 4.672 m de rede (ARIS, 2016) e 99,24% das ligações são micromedidas (SNIS, 2019). O sistema é administrado e operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

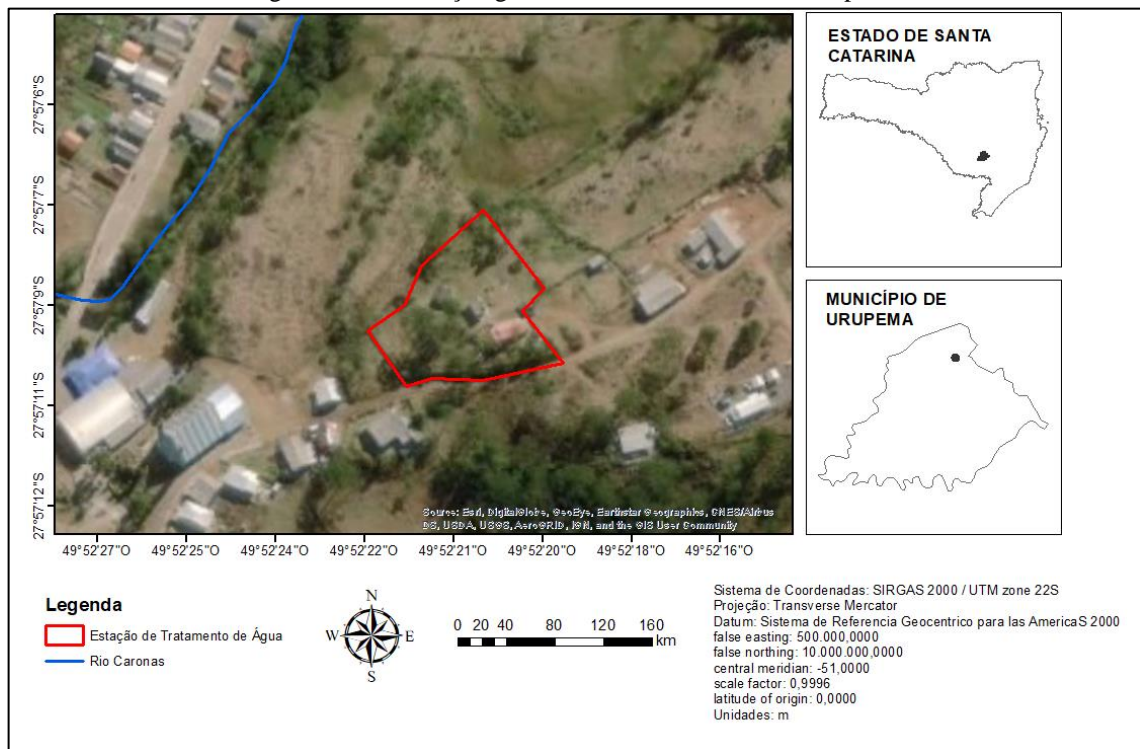
Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), algumas comunidades rurais possuem sistemas de abastecimento coletivos, em especial o Morro do Susto, Serradinho e Rio dos Touros, sendo operados pelos próprios usuários (URUPEMA, 2011). Cabe ressaltar que no plano municipal de saneamento, o índice IN049 planejado deveria ser de até 25%,

considerado bom, a partir de 2017. Entretanto, observou-se que esse valor em 2011 era 24,05%, diminuiu para 10,59% em 2012 e a partir de 2013 subiu continuamente de 28,7 para 41,93% em 2018 (SNIS, 2019).

O processo de tratamento consiste em uma estação de tratamento de água (ETA) do tipo compacta pressurizada, utilizando um sistema de filtração, com capacidade de vazão de 5,35 L/s (CASAN, 2017). Em 2016 um poço tubular profundo foi disponibilizado no mesmo terreno da ETA, com vazão de exploração de 4,72 L/s. O manancial utilizado para a captação é um dos afluentes do rio Caronas que passa pela área urbana do município. A captação ocorre por meio de barragem de nível e a adutora de água bruta funciona por gravidade (ARIS, 2016). A localização georreferenciada da ETA encontra-se na Figura 5. A ETA funciona por meio das seguintes etapas:

- Captação;
- Clarificação: envolve a coagulação, floculação e filtração rápida;
- Desinfecção e fluoretação;
- Reservação e distribuição.

Figura 5 - Localização georreferenciada da ETA de Urupema.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

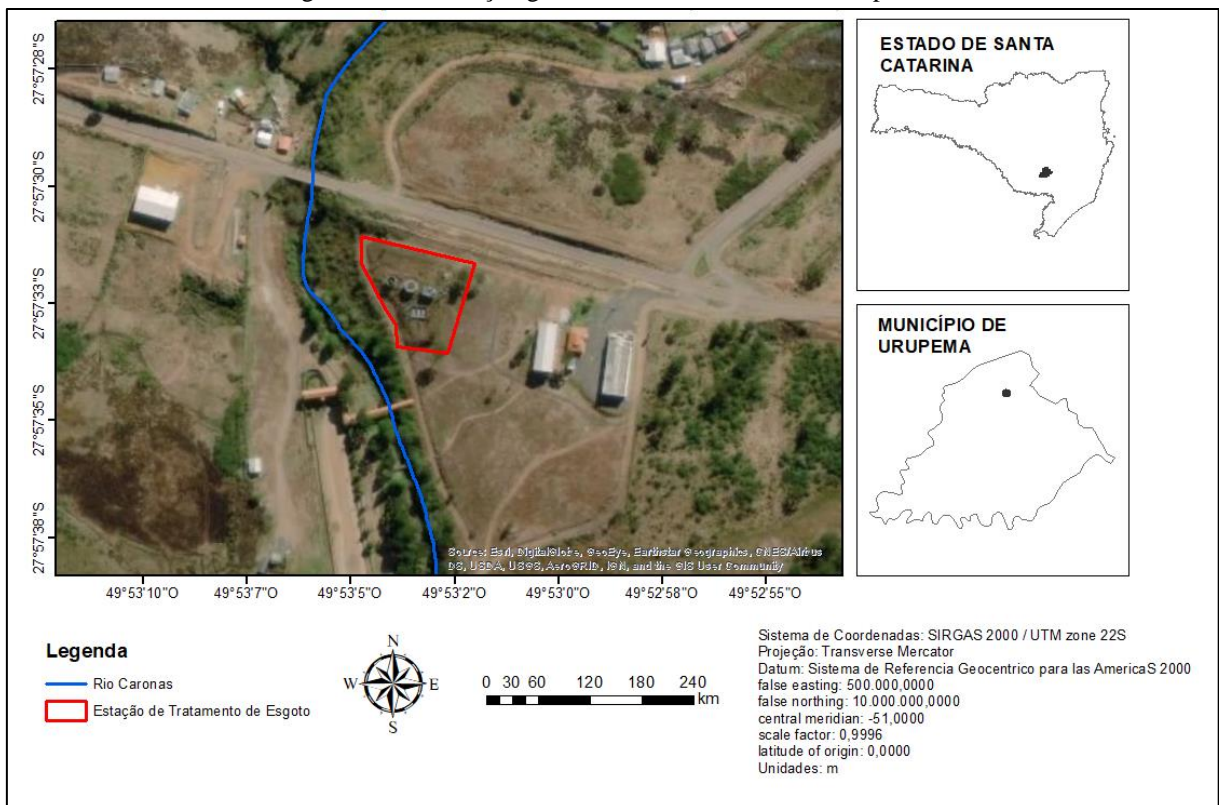
O sistema possui um reservatório apoiado com volume de 50 m³ (ARIS, 2016).

5.2 Esgotamento sanitário

O município de Urupema possui uma ETE construída nos anos 2000 (Figura 6), que não foi colocada em operação até a presente data devido à ausência de rede coletora no município. O sistema é formado pelas seguintes etapas:

- a) Gradeamento;
- b) Caixa de areia e medição de vazão em calha Parshall;
- c) Tratamento secundário utilizando a tecnologia de reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB – *upflow anaerobic sludge blanket*), seguido de filtro biológico percolador e decantador secundário;
- d) Câmara de contato para desinfecção anteriormente ao lançamento do efluente tratado no rio Caronas.

Figura 6 - Localização georreferenciada da ETE de Urupema.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Além disto, a estrutura conta com um leito de secagem para a desidratação do lodo produzido em excesso no sistema. As Figuras 7 e 8 apresentam imagens dos sistemas descritos

anteriormente.

Figura 7 - Dispositivos constituintes do sistema de tratamento de esgoto de Urupema. a) gradeamento, b) caixa de areia e medidor Parshall e, c) tanque de contato.



Fonte: Acervo do LABTRAT/CAV/UDESC.

Figura 8 - Reatores que compõem o sistema de tratamento de esgoto de Urupema, decantador secundário e leito de secagem para o gerenciamento dos subprodutos.



Fonte: Acervo do LABTRAT/CAV/UEDESC.

Em que pese a capacidade operacional da ETE, será dado ênfase aos sistemas biológicos de tratamento, visto serem as estruturas mais complexas da unidade e, portanto, devem ser consideradas como a base para o cálculo. Neste sentido, dispositivos como o gradeamento, caixa de areia, calha Parshall e o tanque de contato podem ser adaptados em função da vazão de operação assumida para o tratamento biológico. Assim, o reator UASB possui uma altura útil de 4,5 metros e seção transversal de 6,5 x 5,0 metros, resultando em um volume de 144 m³ (ACQUEDUTO, 2005). Quando o reator opera de forma satisfatória, com formação de lodo granular, a carga orgânica volumétrica (COV) de DQO (Demanda Química de Oxigênio) a ser aplicada, considerando condições conservadores, e temperaturas abaixo de 20°C, é de 1-2 KgDQO/m³.dia. A velocidade ascendente (v) deve ser inferior a 0,8-1,0 m/h e o tempo de retenção hidráulica (TRH) entre 4 e 8 horas (METCALF & EDDY; AECON, 2016). Com base nestes valores e, considerando o consumo médio per capita de água (IN022) de 98,44 L/hab.dia (SNIS, 2019) e a DQO média medida para o esgoto doméstico de Capão Alto de aproximadamente 468 mg/L (BOCASANTA; SKORONSKI, 2020), são obtidos os valores em função da população atendida apresentados na Tabela 5. Neste caso, foi utilizado o valor da DQO medido em um esgoto doméstico produzido em uma cidade da região da Amures, o qual pode ser utilizada como referência. Foi ainda considerada uma situação crítica de vazão para tratamento, com coeficiente de retorno de 100%.

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

Parâmetro	Unidade	População			Valor de Referência
		1.224	2.500	5.000	
TRH	h	28,68	14,04	7,02	4 a 8
v	m/h	0,15	0,32	0,63	0,8-1,0
COV	kgDQO/m ³ .dia	0,39	0,80	1,60	1 a 2

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os valores da Tabela 5 sugerem que para a população de projeto, o reator UASB irá trabalhar superdimensionado, com elevado TRH e baixos valores de velocidade ascensional e carga orgânica volumétrica quando comparado aos valores de referência. Isso sugere que a estrutura pode ser aproveitada para o tratamento de subprodutos obtidos em sistemas individuais do próprio município, bem como de municípios vizinhos, como será discutido posteriormente. Assim, a estrutura possui capacidade de atender uma população pelo menos 4 vezes maior que a que contribuirá com esgoto doméstico, considerando os valores apresentados anteriormente. Vale destacar, que o COV é o parâmetro que irá limitar a vazão a ser aplicada no sistema.

Com relação ao filtro percolador, que possui um volume de 70 m³ (ACQUEDUTO, 2005), a carga orgânica volumétrica de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) típica é de 0,80 kgDBO/m³.dia. Ainda, quando operado com menor carga, entre 0,30 a 0,70 kgDBO/m³.dia, é possível atingir elevados índices de nitrificação, bioconvertendo a amônia presente no esgoto (METCALF & EDDY; AECON, 2016). Considerando também o caso do esgoto doméstico de Capão Alto, a DBO média verificada pelos autores do estudo foi de 271 mg/L (BOCASANTA; SKORONSKI, 2020). Assim, a carga orgânica em termos de DBO prevista para o esgoto bruto e a população de horizonte de plano é de 0,47 kgDBO/m³.dia. Assim, considerando uma redução mínima de 50% de DBO no reator UASB, a COV aplicada no filtro percolador seria de 0,23 kgDBO/m³.dia, indicando que seria possível operar com uma vazão por volta de 3 vezes a considerada para o horizonte de plano e obter um desempenho desejável (nitrificação) no filtro percolador.

O decantador secundário possui um diâmetro de 5 metros (ACQUEDUTO, 2005) e área superficial de 19,62 m². Desta forma, considerando a população de plano, a taxa de aplicação superficial prevista é de aproximadamente 6 m³/m².dia. Assim, considerando um valor de operação típico entre 16 e 33 m³/m².dia (METCALF & EDDY; AECON, 2016), é possível

trabalhar com uma vazão pelo menos 4 vezes maior que a considerada para o horizonte de plano para a área urbana. Cabe destacar que o valor da taxa de aplicação superficial foi considerado com base em valores típicos reportados na literatura. No entanto, os autores deste plano entendem que o projeto e operação de um sedimentador deve ser realizado com base em ensaios empíricos e, portanto, a avaliação do dispositivo de clarificação aqui descrito, pode ser revista após a realização de ensaios de laboratório com o lodo gerado na ETE quando estiver em operação.

5.3 Drenagem e manejo de águas pluviais

Com relação ao sistema de drenagem e manejo de águas pluviais de Urupema, a água captada pela macrodrenagem do município é encaminhada ao Rio Caronas e ao Arroio do Lontra (URUPEMA, 2011).

Os sistemas de captação de água envolvem bocas de lobos e caixas com grelhas na sarjeta. Em 2011, o total de vias urbanas era de 8.000 m (URUPEMA, 2011), e a taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município (IN020) foi de 92,5% em 2018.

6 Projeção da geração de lodo e esgoto

6.1 Esgoto na área urbana

Para o cálculo da projeção de esgoto para a área urbana de Urupema, foi considerada a população estimada em 1.224 pessoas (considerada população de 2041 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

$$Q_{med} = 1.224hab \times \frac{120L}{hab \cdot d} \times 0,8 = 117.504 \frac{L}{d} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 117,50 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 117,50 \frac{m^3}{d} \times 1,2 = 141 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 117,50 \frac{m^3}{d} \times 1,5 = 176,25 \frac{m^3}{d}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 117,50 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 58,75 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 117,50 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 211,50 \frac{m^3}{d}$$

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

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

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)
2020	1.224	117,50	141,00	176,26	58,75	211,51
2041	1.224	117,50	141,00	176,26	58,75	211,51

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.2 Lodo na área urbana

Os esgotos possuem em sua composição, sólidos com densidade superior ao líquido e que se depositam ao longo do tempo no fundo do tanque séptico, fazendo-se necessária sua

remoção. Para que não ocorra a perda total das bactérias e, por consequência, prejuízo ao tratamento do esgoto, deve ser mantido cerca de 20% do lodo no interior da unidade ao realizar a limpeza.

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

Tabela 7 - Projeção de produção de lodo na área urbana de Urupema.

Ano	Produção de lodo		
	(m ³ /d)	(m ³ /mês)	(m ³ /ano)
2020	0,32	9,59	115,06
2041	0,32	9,59	115,06

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.3 Esgoto na área rural

A população da área rural foi definida como 1.241 pessoas (considerada população de 2041 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: k1 = 1,20;
- Coeficiente da hora de maior consumo: k2 = 1,50;
- Coeficiente da hora de menor consumo: k3 = 0,50;
- Coeficiente de retorno esgoto/água: C = 0,80;

Vazão média

$$Q_{med} = 1.241hab \times \frac{120L}{hab.d} \times 0,8 = 119.136 \frac{L}{d} \times \frac{1m^3}{1.000L} = 119,13 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima diária

$$Q = 119,13 \frac{m^3}{d} \times 1,2 = 142,95 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima horária

$$Q = 119,13 \frac{m^3}{d} \times 1,5 = 178,69 \frac{m^3}{d}$$

Vazão mínima horária

$$Q = 119,13 \frac{m^3}{d} \times 0,5 = 59,56 \frac{m^3}{d}$$

Vazão máxima de fim de projeto

$$Q = 119,13 \frac{m^3}{d} \times 1,5 \times 1,2 = 214,43 \frac{m^3}{d}$$

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

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

Ano	Projeção Rural	Q esgoto (m ³ /d)	Q máx diária (m ³ /d)	Q máx horária (m ³ /d)	Q mín horária (m ³ /d)	Q máx final de projeto (m ³ /d)
2020	1.241	119,14	142,96	178,70	59,57	214,44
2041	1.241	119,14	142,96	178,70	59,57	214,44

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

6.4 Lodo na área rural

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

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

Ano	Produção de lodo		
	(m ³ /d)	(m ³ /mês)	(m ³ /ano)
2020	0,32	9,72	116,65
2041	0,32	9,72	116,65

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

7 Diagnóstico

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

Com relação aos dados administrativos referente ao tratamento de esgotos no município de Urupema (Anexo A), existe legislação que estabelece os procedimentos para instalação de projetos hidrossanitário nos termos da NBR 13.969 (ABNT, 1997) e NBR 7.229 (ABNT, 1993). Essa legislação está amparada nas leis municipais 068 e 069/2014. A secretaria de administração é responsável pela fiscalização dos sistemas, bem como a sua execução. A secretaria de turismo fiscaliza a operação dos sistemas, mas não existe uma formalização desta atividade. Adicionalmente, não existe empresa no município que seja responsável pela limpeza dos sistemas individuais de tratamento.

O município possui uma estação de tratamento de esgotos na área urbana, mas não possui rede coletora, razão pela qual a ETE está fora de operação. Os dados envolvendo as características da ETE serão apresentados posteriormente.

7.2 Sistemas individuais na área urbana

7.2.1 Metodologia de aplicação dos questionários

A pesquisa foi conduzida no dia 13 de abril de 2019 no município de Urupema que está localizado no estado de Santa Catarina. A aplicação dos questionários foi feita no período vespertino. O estudo consistiu em uma visita técnica a área urbana, sendo este o local de estudo para a aplicação de questionário, com perguntas referentes ao saneamento básico no município.

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

características observadas no município de Urupema. O objetivo da pesquisa foi a coleta de informações das edificações da área urbana do município que, para facilitar, foi dividido em setores. A pesquisa foi conduzida por 13 pessoas previamente treinadas para abordar os moradores e caracterizar os sistemas adotados.

7.2.2 Tratamento de dados

Os resultados das entrevistas obtidas por meio dos questionários aplicados foram posteriormente tabulados no *software Microsoft Office Excel 2013*. 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.

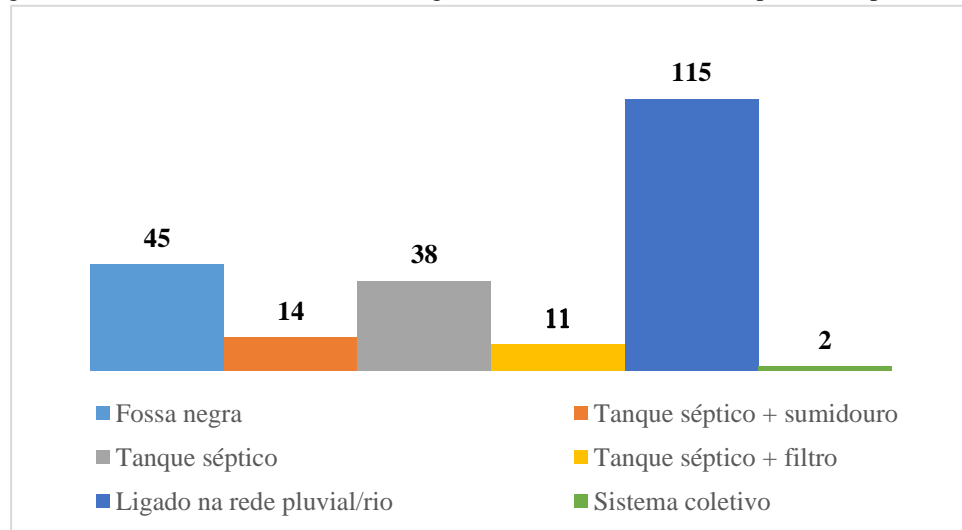
7.3 Resultados obtidos

7.3.1 Diagnóstico e análise

Durante a realização do levantamento de dados no município de Urupema, houve algumas dificuldades acerca da obtenção de informações, principalmente devido à ausência de moradores nas residências. Além disto, alguns entrevistados não sabiam se havia tratamento e como era feito, bem como algumas pessoas se recusaram a participar da pesquisa. Assim, foram registrados 346 domicílios (incluindo estabelecimentos comerciais, públicos e residenciais), dos quais foi possível obter informações sobre saneamento básico de 225 domicílios. As edificações onde residem até 5 pessoas representaram 92,21% dos locais entrevistados. O número máximo de 10 pessoas que eventualmente estariam presentes na residência foi de 89,36%.

Através dos questionários aplicados nas residências, obteve-se a quantificação dos tipos de sistemas existentes. Na Figura 9 é apresentada a contabilização de cada categoria de sistema de esgotamento sanitário encontrado nas moradias. Como pode-se observar, as ligações na rede pluvial ou diretamente em rios ainda são a grande maioria, contabilizando 115 ligações e correspondendo a 51,1% das categorias. Os somatórios de todas as outras categorias de disposição de esgoto foram de 110 sistemas.

Figura 9 - Atual cenário de sistemas de esgotamento sanitário no município de Urupema.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Pode-se perceber a precariedade dos sistemas (Figura 9), pois o sistema mais utilizado é a fossa negra sendo responsável por 41% dos sistemas de tratamento identificados. A fossa negra consiste no lançamento de esgoto diretamente em buracos profundos escavados no solo (TONETTI *et al.*, 2018), onde todo o resíduo ali despejado irá percolar/infiltrar no solo diretamente, podendo levar a contaminação do lençol freático. Destaque para a porcentagem de sistemas envolvendo a presença de tanque séptico e filtro anaeróbio, o qual corresponde a apenas 4,9% do total de soluções apontadas. Este é considerado o sistema ideal para uma concepção de esgotamento sanitário do tipo descentralizada. Este arranjo é responsável pela minimização da contaminação de águas subterrâneas e pode ser uma alternativa para o reuso da água.

Outra situação que também chamou atenção, foi o fato de 63% das residências não possuírem caixa de gordura. Segundo a NBR 8.160:1999 (ABNT, 1999), este dispositivo tem por objetivo reter material gorduroso incluindo óleos, graxas e gorduras, evitando que este resíduo seja enviado para a rede de esgotos. Quando a caixa de gordura não opera de forma satisfatória, a ETE pode ser comprometida devido a flotação da biomassa, diminuindo a sua capacidade operacional.

Outro ponto importante da pesquisa foi com relação à limpeza periódica dos sistemas descentralizados. Esta limpeza é importante para não ocorrer sobrecarga dos sistemas, pois além de diminuir a sua eficácia, potencializa a emissão de mau odor e pode promover vazamento de esgoto. Nas residências em que dispõem de sistema individual no município de Urupema, 76%

relataram que não realizavam a limpeza dela. Ainda, somente 49% têm acesso para a fossa, as outras têm algum tipo de construção em cima, impossibilitando a realização de limpeza e manutenção.

Em termos de presença de tubulação de drenagem na rua, 62,96% dos entrevistados apontaram a presença desta estrutura. Neste caso, muitas ligações são realizadas direto na rede pluvial ou o esgoto é enviado sem tratamento a córregos que o transportam para o rio Caronas que passa próximo à área urbana do município.

Em relação as características do lote e a localização do sistema, 74,67% dos entrevistados possuem a propriedade próxima a um corpo de água, sendo 92,59% estando a menos de 200 metros de distância. Por outro lado, apenas 3,85% estavam próximos de poços de água. Ainda, embora a opção de instalação de sistemas individuais para a área urbana não seja aplicada para o município de Urupema, 90,91% das propriedades teriam espaço para implementação destes sistemas.

Finalmente, nas residências verificadas, 38% não possuem caixa d'água. Quando presente, os volumes de 250, 300 e 500 litros foram as respostas mais frequentes. A importância de se ter o reservatório é principalmente em ocasiões em que o serviço de abastecimento de água da cidade necessite interromper o fornecimento para fazer uma manutenção, onde locais equipados com caixa d'água dificilmente vão sentir os efeitos da falta de água. Na cidade de Urupema, como foi relatado por moradores que não possuíam caixa d'água, durante períodos de frio extremo a empresa responsável pelo abastecimento da cidade interrompe o fornecimento, para prevenir a ruptura de canalizações devido às baixas temperaturas. Tal ação ocasiona noites inteiras sem água nas residências que não dispõem de reservatório.

8 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 *Imhoff*. 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.

9 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 Urupema serão apresentadas, a seguir, as alternativas de tratamento de esgotos utilizando tanque séptico acoplado a um filtro anaeróbio e *wetlands* construídos. No caso de *wetlands*, embora o município possua uma ETE, ela poderia ser considerada para uma possível necessidade de tratamento terciário, para a remoção de nutriente e também como alternativa para o tratamento do lodo gerado na ETE.

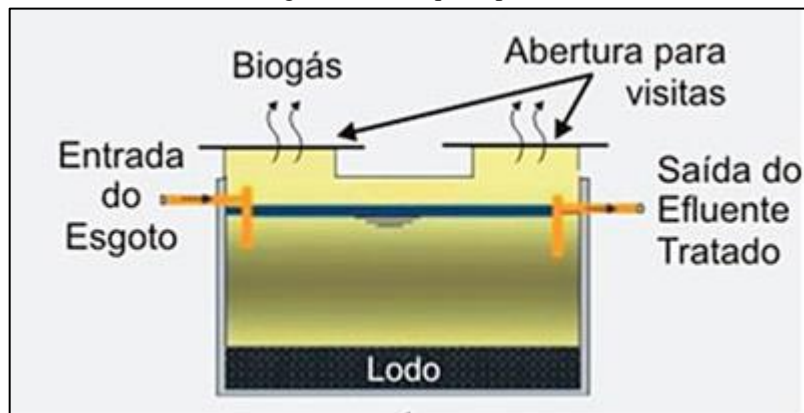
9.1 Tanques sépticos

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 10), câmaras em série ou sobrepostas.

Figura 10 - Tanque séptico.



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

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

- O sistema de tanques sépticos aplica-se primordialmente ao tratamento de esgoto doméstico e, em casos plenamente justificados, ao esgoto sanitário;
- O uso do sistema de tanque séptico é indicado para área desprovida de rede pública coletora de esgoto; tratamento de esgoto em áreas providas de rede coletora local, e também para retenção prévia dos sólidos sedimentáveis, em casos onde a rede coletora apresenta diâmetro e/ou declividade reduzidos;
- O sistema deve ser dimensionado e implantado de forma a receber a totalidade dos despejos (águas pluviais e provenientes de piscinas e de reservatórios de água não devem ser encaminhadas aos tanques sépticos);
- O sistema em funcionamento deve preservar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas;
- O lodo e a espuma removidos dos tanques sépticos em nenhuma hipótese podem ser lançados em corpos de água ou galerias de águas pluviais;
- A contribuição de despejo deve ser calculada a partir do número de pessoas a serem atendidas;
- Os tanques sépticos podem ser cilíndricos ou prismáticos retangulares. Os cilíndricos são empregados em situações onde se pretende minimizar a área útil em favor da profundidade; os prismáticos retangulares, nos casos em que sejam desejáveis maior área horizontal e menor profundidade.

9.1.1 Dimensionamento do tanque séptico

O dimensionamento do tanque séptico foi realizado baseado nos diferentes perfis de edificações encontradas no município de Urupema, 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.

9.1.2 Limpeza dos tanques sépticos

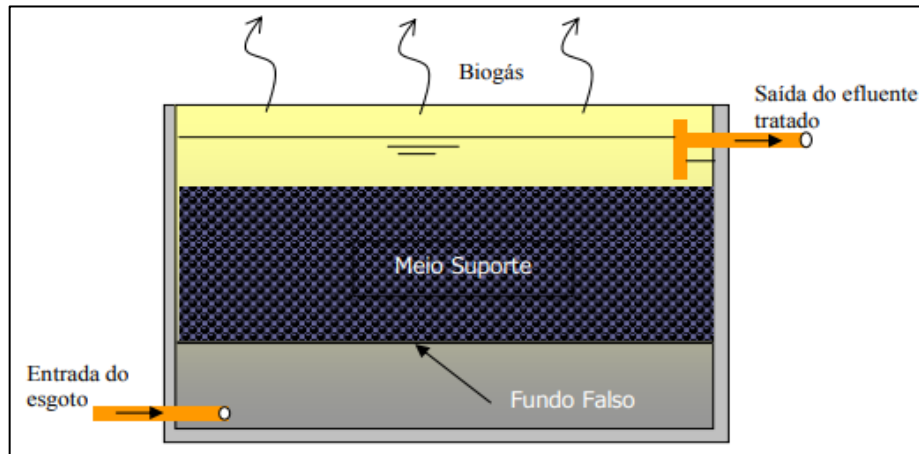
O lodo e a espuma acumulados nos tanques devem ser removidos a intervalos equivalentes ao período de limpeza do projeto (ABNT, 1993). O período utilizado para os cálculos de dimensionamento do tanque séptico foi de uma vez ao ano, sendo necessário uma empresa especializada para realizar esse serviço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

9.2 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 11. Os microrganismos formam películas ou um biofilme na sua superfície.

Figura 11 - Corte esquemático de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.



Fonte: (ÁVILA, 2005).

O sentido do fluxo através do leito acarreta grandes diferenças funcionais para as várias configurações de filtro anaeróbio, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 - Características dos filtros anaeróbios de diferentes sentidos de fluxo.

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

Fonte: Adaptado de ÁVILA (2005).

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

9.2.1 Dimensionamento do filtro anaeróbio

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

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

Onde:

N = número de contribuintes;

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

T = tempo de detenção hidráulica, em dias.

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

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

Figura 12 - Sistema tanque séptico e filtro anaeróbio.



Fonte: Acervo do LABTRAT/CAV/UDESC.

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

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

9.4 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.

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

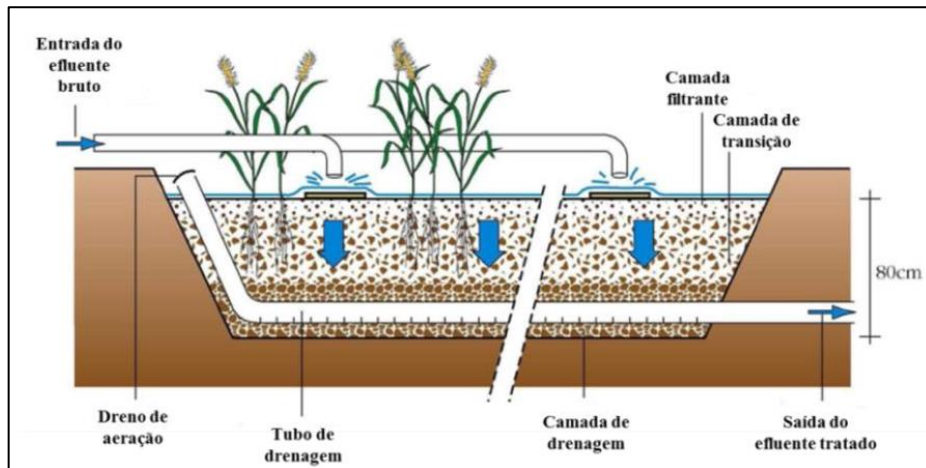
Tradicionalmente e com parâmetros de construção e operação bem definidos o *Wetland* Sistema Francês (WSF) possui dois estágios de tratamento, compostos de três filtros verticais em paralelo no primeiro estágio e dois filtros verticais ou um horizontal no segundo estágio. Tem como principal característica 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 m² por habitante para o conjunto dos três filtros, com uma carga orgânica de 300 gDQOm²/d, \approx 150 gSSTm²/d, \approx 25 – 30 gNTKm²/d e uma carga hidráulica de 0,37 m/d sobre um filtro em funcionamento. A Figura 13 mostra a configuração de um sistema em perfil.

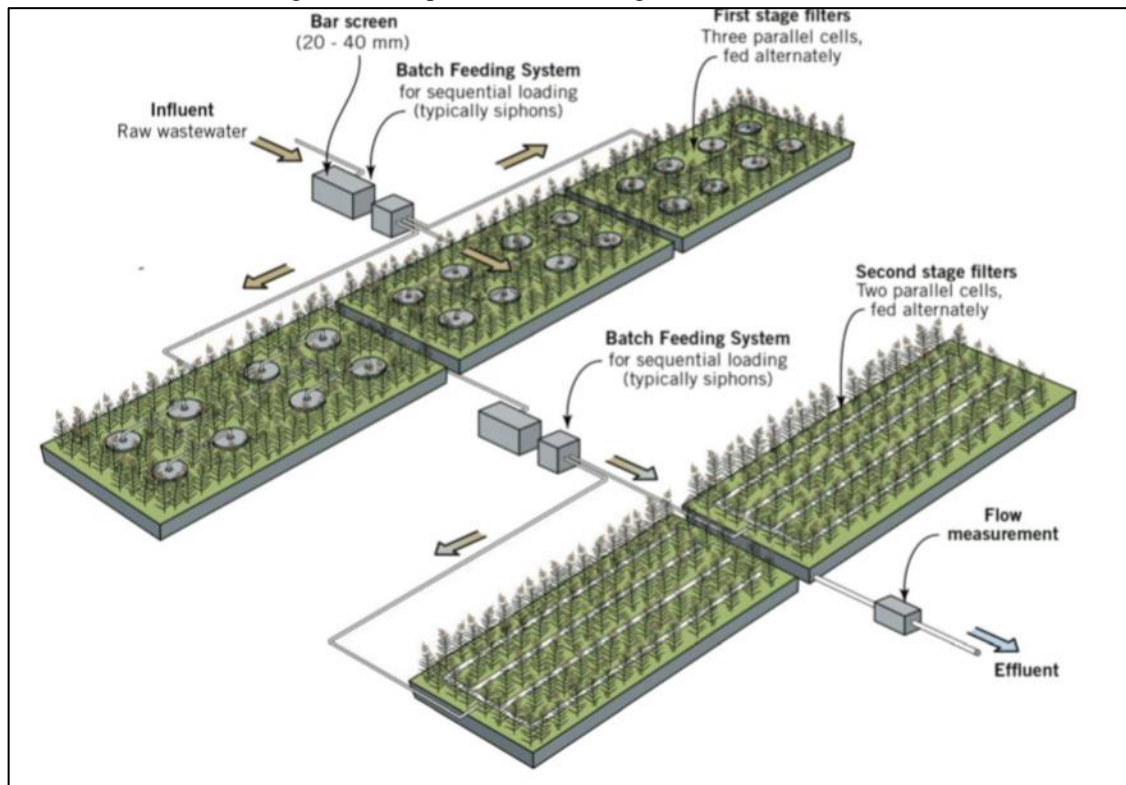
Figura 13 - Configuração de um WSF clássico em alimentação.



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 14.

Figura 14 - Esquema dos dois estágios do WSF clássico.

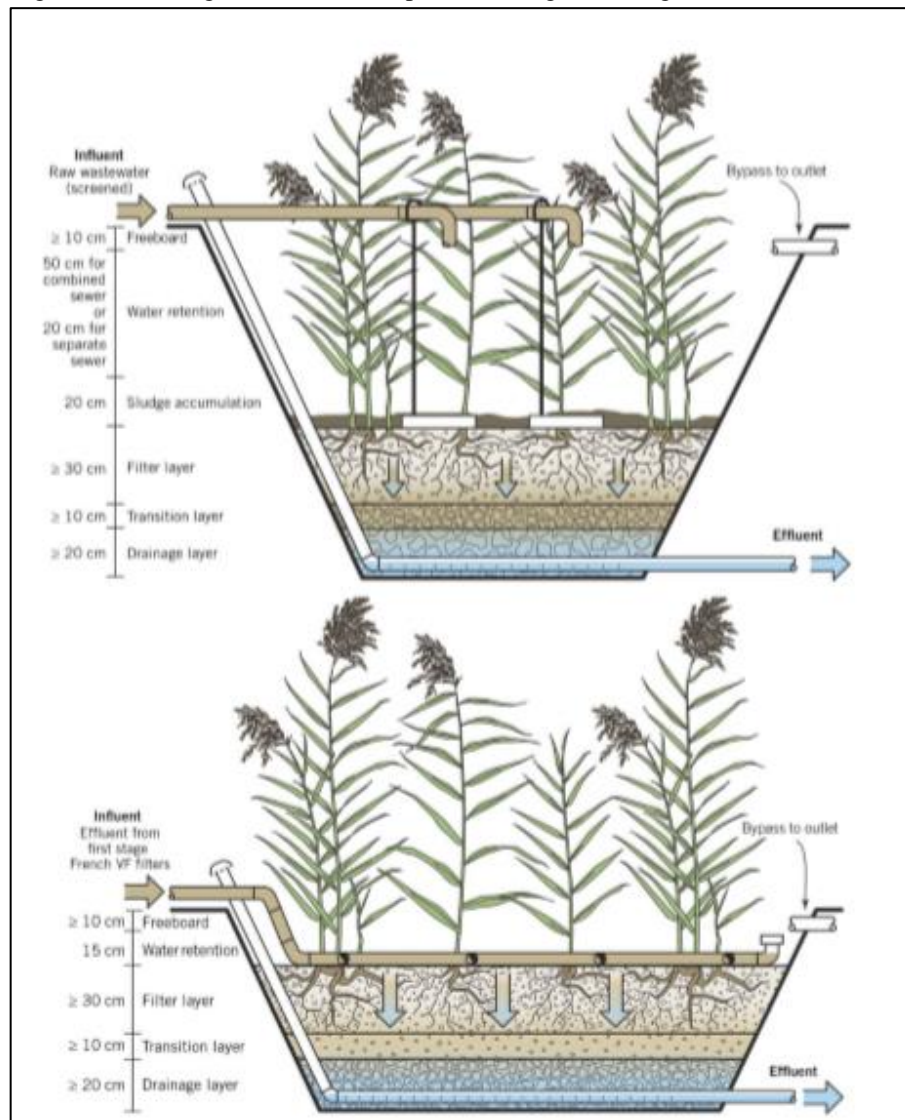


Fonte: (DOTRO *et al.*, 2017).

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

Figura 15 - 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.

9.4.2 Tratamento de lodos através de sistemas *wetlands* construídos

Os sistemas *wetlands* construídos para o tratamento de lodo são basicamente uma alternativa tecnológica em que se combinam os princípios de um leito de secagem e de um

sistema *wetland* de escoamento vertical. Para Uggetti *et al.* (2010) esses sistemas são uma alternativa não somente para desaguamento do lodo como também possuem potencial para estabilizá-lo.

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

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

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

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

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

Fonte: Adaptado de Andrade (2015).

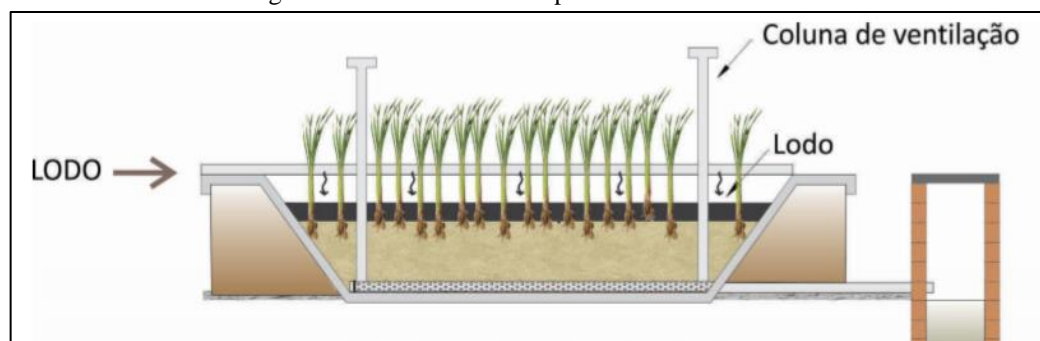
Com o passar do tempo, uma camada de lodo é acumulada na superfície do leito até um momento que se deva realizar um manejo. A taxa de acúmulo do lodo depende, obviamente, da carga de sólidos aplicada e nas condições climáticas que vão favorecer processos de desaguamento e estabilização da matéria orgânica.

Koottatep *et al.* (2005), pesquisando um sistema *wetland* para tratamento de lodo de tanque séptico com TAS de 250 kgST/m² ano, encontraram uma taxa de acúmulo de lodo de 12 cm ao ano. Comparado a outras tecnologias convencionais, como os leitos de secagem,

centrífugas e filtros prensa, os sistemas plantados possibilitam um maior armazenamento de lodo ao longo do tempo. Geralmente, a camada de lodo pode ser removida do leito depois de 2 a 3 anos, podendo ser utilizada na agricultura, a depender do grau de higienização do lodo. De acordo com Suntti (2010), o lodo acumulado, após seco e estabilizado, pode ser aplicado no solo diretamente ou após uma compostagem, levando em consideração as normas e legislações específicas para tais disposições. No Brasil, a Resolução CONAMA nº 375/2006 define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, 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 16 mostra um estereótipo padrão de um leito plantado de tratamento de lodo.

Figura 16 - *Wetland* vertical para tratamento de lodo.



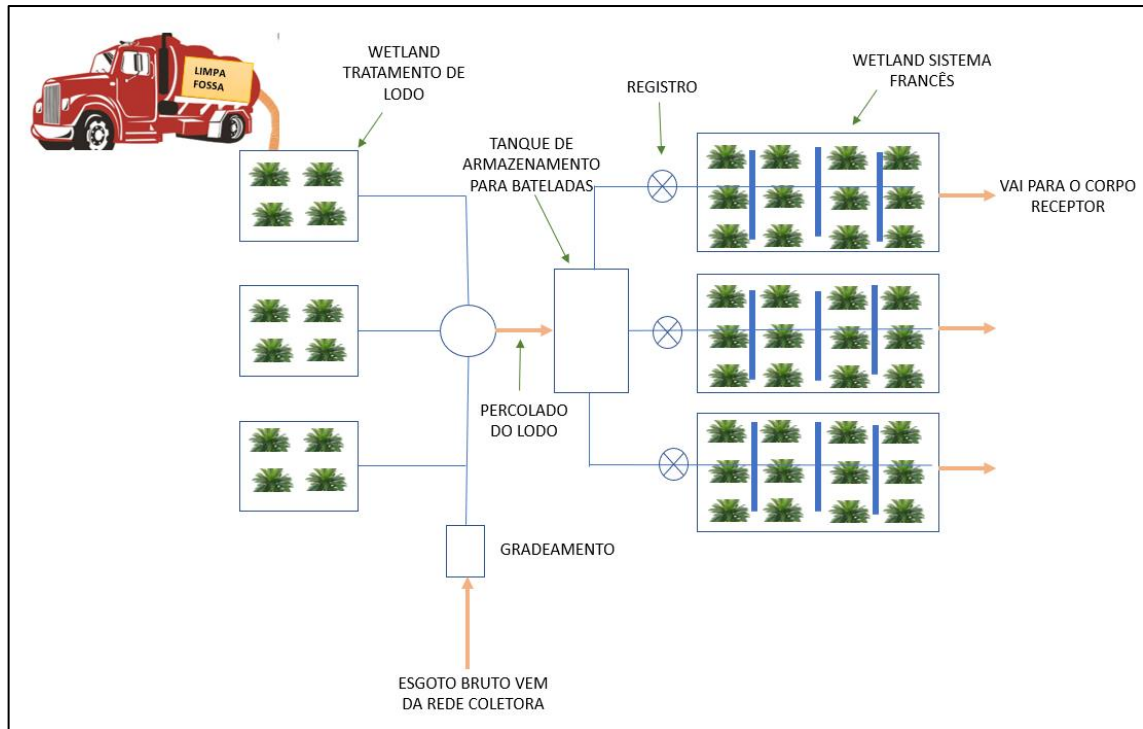
Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

9.4.3 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 efluentes 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 17 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 17 - Concepção padrão a ser adotada na proposta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

9.4.4 Dimensionamento de *wetland* construído para tratamento de lodo de tanque séptico

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

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

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

9.5 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.

9.6 Edificações sem espaço útil

Conforme os dados obtidos nos questionários aplicados no município de Urupema, uma das questões mais importantes para a viabilidade e aplicação de sistema individual no município é a disponibilidade de espaço útil. Caso este fosse o caso, o espaço disponível no terreno deveria ser suficiente para a construção do sistema individual, formado por tanque séptico e filtro anaeróbio. A maioria dos terrenos do município de Urupema possuem espaço para a implementação do sistema descentralizado de tratamento de esgoto, totalizando aproximadamente 90,91% das edificações. Esse valor demonstra que a maioria da população urbana do município poderia usufruir desta alternativa, caso a tendência não apontasse para o

sistema coletivo na área urbana. Sobretudo, para o restante, uma maneira de contornar esse problema, seria a ligação do esgoto para a residência mais próxima que possui o espaço necessário, garantindo então o seu tratamento.

10 Indicação de alternativas para o esgotamento sanitário em Urupema

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

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

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

Alternativa 01 – Edificações com solução individual de tratamento

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

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

- b) A prefeitura deve buscar fontes de investimentos e/ou subsídios para a implementação de sistemas individuais nas áreas urbana e rural nos locais onde eles se fazem inexistentes e em substituições aos sistemas em desacordo com as normas técnicas da ABNT;
- c) Podem ser previstos o uso de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou uma alternativa para atualização periódica do cadastro dos sistemas individuais de tratamento de esgoto;
- d) Elaborar projetos 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 Urupema, 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;

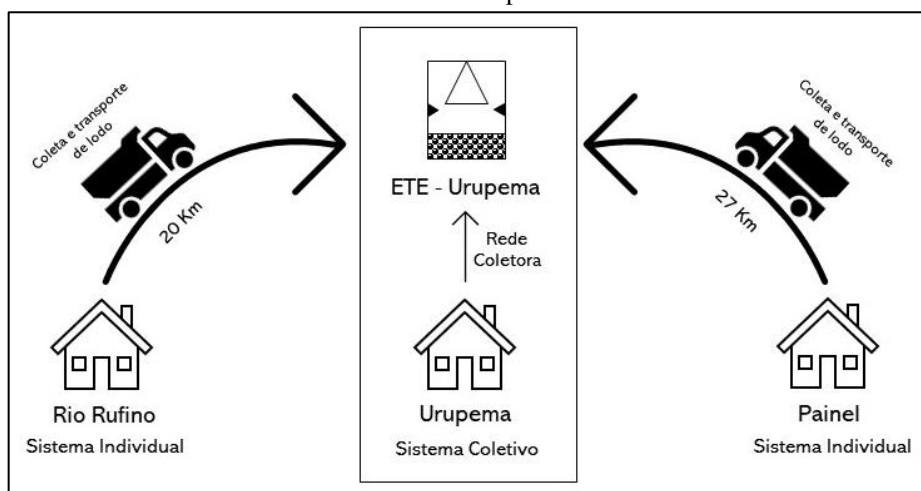
c) Elaborar e implementar taxa ou tarifa para a manutenção dos serviços de coleta e tratamento

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 Urupema, indica-se as alternativas 01 e 02 para a área rural, e a alternativa 04 para a área urbana, considerando um horizonte de curto e médio prazo. A alternativa 04 é factível para o município em virtude da presença da ETE, necessitando de implementação de rede coletora na área urbana. Recentemente a CASAN anunciou investimentos de R\$ 2.105.039,63 pelos próximos 35 anos em Urupema, comprometendo-se a colocar a ETE do município em operação, com a instalação da rede pela companhia (SANTA CATARINA, 2020). Além disto, a operação da ETE de Urupema é fundamental para a viabilização da alternativa baseada no programa de gestão associada (PGA) entre os municípios de Urupema, Painel e Rio Rufino (Figura 18), no que diz respeito ao gerenciamento dos subprodutos gerados nos sistemas individuais da área rural em todos eles, e na área urbana de Painel e Rio Rufino.

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

Figura 18 - Proposta do programa de gestão associada de tratamento de esgoto sanitário na área urbana para os municípios de Painel, Urupema e Rio Rufino. 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 Urupema, pelo caminhão limpa fossa, será de 231,71 m³ por ano (0,63 m³/d). A ETE de Urupema também receberá lodo coletado nas zonas urbanas e rurais das cidades de Painei e Rio Rufino, nos volumes de 226,26 m³ por ano (0,61 m³/d) e 235,94 m³ por ano (0,64 m³/d), respectivamente.

A quantidade de lodo total que a ETE de Urupema receberá para tratamento será de 693,91 m³ por ano (1,90 m³/d), multiplicando a concentração de matéria orgânica no lodo que é de 6 kgDQO/m³ (JORDÃO; PESSÔA, 2005) pelo volume de lodo coletado e dividindo o resultado pelo volume do reator anaeróbio, modelo UASB, da cidade de Urupema (144 m³), obtemos uma carga orgânica volumétrica de 0,08 kgDQO/m³.d. Um reator anaeróbio do tipo UASB pode receber uma carga orgânica volumétrica de até 15 kgDQO/m³.d (JORDÃO; PESSÔA, 2005), muito acima da carga orgânica volumétrica gerada pelo lodo coletado nas fossas implantadas nas zonas rurais e urbanas das cidades de Urupema, Painei e Rio Rufino. A ETE de Urupema foi projetada para receber uma carga orgânica volumétrica entre 1 e 2 kgDQO/m³.d, portanto esse acréscimo na quantidade de lodo a ser enviado ao reator UASB não causará prejuízos ao tratamento biológico.

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

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

avançado, possibilitando sua utilização como fonte de insumo para agricultura, dependendo do nível de exigência para cada fim.

11 Custos e cobrança pelos serviços

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

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

Neste sentido, o município de Urupema possui 510 unidades na área urbana e aproximadamente 518 unidades na área rural que necessitam regularização do sistema de esgotamento sanitário. Conforme o levantamento realizado *in loco* na área urbana, somente 4,9% das unidades eram constituídas por sistemas de tanque séptico seguido de pós-tratamento em filtro anaeróbio, o qual constitui-se no sistema individual ideal. No entanto, devido a existência da ETE e pelo estágio atual de possibilidade de implementação da rede na área

urbana, os autores decidiram considerar apenas a implementação de sistema individuais na área rural. Os valores dos sistemas foram obtidos por consulta no comércio local de Lages e são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Custos dos sistemas de tratamento individual.

Sistema	Orçamentos		
	A	B	C
Tanque séptico (2 m 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 rural, os custos irão variar entre **R\$ 1.338.045,80** e **R\$ 1.874.072,20** em função dos custos unitários mínimo e máximo para aquisição dos sistemas individuais. O custo do sumidouro não foi cotado em função da possibilidade de utilização de materiais alternativos para sua construção ou, em alguns casos, ser necessário o lançamento do efluente tratado 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 Urupema 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 60 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\$ 670,00. Assim, os valores envolvidos na manutenção dos sistemas podem ser resumidos na Tabela 13, considerando uma limpeza anual dos sistemas.

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

Sector	Número de unidades	Custos
Rural	518	R\$ 347.060,00
Custo anual de manutenção de todas as unidades		R\$ 347.060,00
Custo anual por unidade		R\$ 670,00
Custo mensal por unidade		R\$ 55,83

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 15,99 m³ de água, além da taxa fixa.

Adicionalmente, são apresentados os valores previstos para a universalização do serviço de esgoto sanitário previsto no plano municipal de saneamento básico de Urupema (URUPEMA, 2011). 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\$ 4.698.081,93** em 2011. Esse valor se torna **R\$ 7.837.175,52** quando corrigido para 2020 pelo INCC - Índice Nacional de Custo de Construção. Em que pese a área urbana, o município já possui a ETE instalada, necessitando da construção da rede coletora na para a urbana. O PMSB de Urupema estimou em 2011 um valor de R\$ 3.313.198,11 para a implementação da rede coletora, interceptadores e acessórios e R\$ 141.528,70 para a execução das ligações prediais de esgoto. Estes valores corrigidos pelo INCC para 2020 são R\$ 5.526.960,83 e R\$ 236.093,21, respectivamente.

Para os sistemas individuais, foi estimado um valor de R\$ 663.355,12 em 2011 (URUPEMA, 2011), o qual equivale a R\$ 1.106.585,73 em 2020 quando corrigido pelo INCC. Desta forma, considerando as 518 famílias na área rural, verifica-se que o valor previsto para cada sistema, segundo o plano, para 2020 é de R\$ 2.136,26 estando na mesma ordem de grandeza dos valores orçados para os sistemas individuais no comércio de Lages.

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 95% na área urbana e 0% sistema alternativo 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\$ 2.482.079,27
Cenário desejável em 2011 – custos com água e esgoto	R\$ 3.900.602,78
Custos somente com esgoto em 2011	R\$ 1.418.523,51
Cenário tendencial para 2020 – custos com água	R\$ 4.406.495,84
Cenário desejável para 2020 - custos com água e esgoto	R\$ 6.924.835,00
Custos somente com esgoto para 2020	R\$ 2.518.339,37
Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 125.916,97
Custo anual por unidade	R\$ 122,49
Custo mensal por unidade	R\$ 10,21

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Os dados da Tabela 14 mostram que o custo anual de manutenção de todas as unidades (sistema coletivo na área urbana e sistemas individuais na área rural) é de R\$ 188.400,19. Entretanto, apenas a área rural envolvendo 518 unidades envolveria um custo anual de R\$ 347.060,00 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 Urupema com valor menor que o levantado neste trabalho, envolvendo a própria concessionária que administraria a área urbana.

Alternativamente, o próprio município possui uma estação de tratamento de esgotos (ETE) com capacidade para o recebimento do lodo gerado nos potenciais sistemas individuais, que poderiam ser implementados na área rural de Urupema, 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 Painel, Urupema e Rio Rufino para a manutenção dos sistemas

individuais. Considerando os sistemas das áreas rurais dos três municípios e os sistemas da área urbana de Painel e Rio Rufino, tem-se um total de 2396 unidades estimadas. Considerando a limpeza de 5 sistemas por dia, a aquisição de 2 caminhões envolveria o seu uso em 240 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 Urupema para a disposição e tratamento do lodo, as distâncias de viagem de Rio Rufino e Painel até a ETE seriam de 20 e 27 km, respectivamente, estando a ETE de Urupema 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\$ 8.000,00 para o pagamento mensal de dois operadores (salário e encargos), um custo de R\$ 1,8311 por quilômetro rodado segundo a Resolução ANTT nº 5.899/2020 (ANTT, 2020), a mensalidade do sistema informatizado de cobrança da taxa (R\$ 207,20), foram estimados os seguintes valores da Tabela 15 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas na área rural de Urupema. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio de 10 km na área rural.

Tabela 15 - Estimativa de custos para a limpeza considerando administração associada entre Painel, Urupema e Rio Rufino.

Dados	Valores
Produção anual de lodo (Toneladas)	113
Número de viagens necessárias	11
Distância média percorrida para coleta e disposição (km)	10
Custo anual de manutenção de todas as unidades	R\$ 23.186,15
Custo anual por unidade	R\$ 44,76
Custo mensal por unidade	R\$ 3,73

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 Painel, Rio Rufino e Urupema. Desta forma, a taxa mensal para a limpeza dos sistemas poderia ter como base o custo de manutenção de R\$ 3,73, acrescido do valor de R\$ 2,00 referente à aquisição dos caminhões (R\$ 1.150.080,00 arrecadado em 20 anos), R\$ 2,13 referente à taxa de administração do CISAMA e R\$ 2,13 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 Paineira, Urupema e Rio Rufino contribuindo com esse valor ao longo de 20 anos de horizonte de plano, sendo possível equilibrar o custo de aquisição do caminhão e a manutenção dos sistemas.

Como último cenário, é apresentada a opção de *wetlands* construídos para o tratamento de esgotos gerados na área urbana e lodo gerado na área rural. A Tabela 16 apresenta o custo de implantação do sistema de esgotamento sanitário para o município de Urupema, 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\$ 4,40 por unidade para o custeio deste veículo (R\$ 547.008,00 arrecadado em 20 anos, considerando os 518 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\$ 621,60), foram estimados os seguintes valores da Tabela 16 para os custos de limpeza anual e mensal dos sistemas nas áreas urbana e rural de Urupema considerando este cenário. Para a distância percorrida, foi considerado um raio médio 10 km na área rural.

Tabela 16 - 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\$ 2.771.953,64
Sistemas individuais para a área rural (mínimo e máximo)	R\$ 1.338.045,80 R\$ 1.874.072,20

Total para área urbana e rural (mínimo e máximo)	R\$ 4.109.999,44 R\$ 4.646.025,84
Custo de manutenção	Valores
Custo anual de manutenção de todas as unidades na área urbana	R\$ 11.913,60
Custo anual por unidade na área urbana	R\$ 34,00
Custo mensal por unidade na área urbana	R\$ 2,83
Custo anual de manutenção de todas as unidades na área rural	R\$ 30.429,40
Custo anual por unidade na área rural	R\$ 58,74
Custo mensal por unidade na área rural	R\$ 4,90
Custo médio mensal por unidade na área urbana e rural	R\$ 3,87

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para este último cenário, embora os valores sejam compatíveis àqueles considerando a gestão associada, o valor obtido para a manutenção dos sistemas é maior que o considerado envolvendo o PGA e valorizando a ETE já construída no próprio município (Tabela 15). Além disto, a soma do valor base de R\$ 3,87 com a contribuição para aquisição do caminhão de 4,40 se torna R\$ 8,27. Este valor é superior àquele estimado na Tabela 15 de R\$ 5,73 (R\$ 3,73 + 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 menor do que o apresentado no plano de saneamento do município e com um valor inferior de manutenção, podendo ser uma opção alternativa para a gestão dos sistemas de esgotos de Urupema.

12 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 Urupema. 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 Urupema. Cabe ressaltar que a atuação do CISAMA junto aos municípios da Amures é intensa, o qual contribuiu significativamente para a definição de um plano de ação adequado ao município.

Quadro 2 - Objetivo 1: adequar o município em termos legislativos e executivos sobre os sistemas individuais de tratamento de esgotos e planejar o sistema de cobranças.

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 Urupema. - 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 Urupema.
Fontes de Recursos	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável do Governo de Santa Catarina (SDE/SC)
Responsáveis	<ul style="list-style-type: none"> - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente - Vigilância Sanitária - Procuradoria Jurídica - CISAMA
Meta 1.2	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de taxa para a manutenção dos sistemas individuais de tratamento no interior. - Elaboração de mecanismo para arrecadação via fatura da água.
Prazo	12 meses
Responsáveis	<ul style="list-style-type: none"> - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente - Procuradoria Jurídica - ARIS - CASAN - CISAMA

Meta 1.3	Aquisição de sistema informatizado para emissão de taxa e impressão de fatura para as ligações no interior.
Prazo	06 meses
Investimentos	R\$ 17.350,00 (valor a ser rateado entre Painel, Urupema e Rio Rufino)
Fontes de Recursos	Funserra
Responsáveis	- Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente - 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 no interior.
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 Urupema
Responsáveis	- Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente - Vigilância sanitária - CISAMA

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

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

	séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, dimensionados segundo critérios da ABNT.
Prazo	60 meses
Investimentos	Entre R\$ 1.338.045,80 e R\$ 1.874.072,20
Fontes de Recursos	- Funasa - Funserra - Prefeitura Municipal de Urupema
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente - Secretaria de Transportes, Obras e Serviços Públicos - CISAMA

Meta 2.2	Finalização do sistema de tratamento coletivo na área urbana do município de Urupema (construção de rede coletora).
Prazo	36 meses
Investimentos	R\$ 5.763.054,04 (R\$ 5.526.960,83 para rede coletora, interceptadores e acessórios e R\$ 236.093,21 para ligações prediais de esgoto).
Fontes de Recursos	Funasa
Responsáveis	- Gabinete do Prefeito - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente - Secretaria de Transportes, Obras e Serviços Públicos - CISAMA

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

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

Meta 3.1	Celebração de contrato de programa via CISAMA com o município de URUPEMA para a disposição de lodo na ETE municipal.
-----------------	--

Prazo	12 meses
Responsáveis	<ul style="list-style-type: none"> - Gabinete do Prefeito - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente - CISAMA - Prefeitura de Urupema

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

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

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

Meta 4.1	<ul style="list-style-type: none"> - Divulgar continuamente aos moradores a importância dos sistemas de tratamento de esgotos em termos ambientais e de saúde. - Realizar audiências públicas e eventos em datas estratégicas (dia da água, dia do meio ambiente) sobre saneamento básico.
Prazo	Fluxo contínuo
Investimentos	R\$ 5.000,00 por ano
Fontes de Recursos	Funserra

	Fundo para Recuperação dos Bens Lesados (Ministério Público de SC)
Responsáveis	<ul style="list-style-type: none"> - Secretaria Municipal de Educação - CISAMA - CASAN - ARIS

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

13 Considerações finais

O diagnóstico realizado no município de Urupema 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 municípios custearem esse serviço. Neste sentido, a alternativa baseada na gestão associada, com serviço de limpeza administrado pelo poder público apresenta-se como uma alternativa mais acessível à realidade socioeconômica de Urupema.

Considerando um cenário de curto e médio prazo, o município deverá construir a rede coletora de esgoto para operar sistema coletivo da área urbana, uma vez que a estação de tratamento de efluentes (ETE) já se encontra construída. Ainda, com relação à alternativa baseada em sistema de *wetlands* construídos para o tratamento de esgoto bruto e de lodo de TS, estes também apresentam grandes potenciais para gestão do saneamento na dimensão do Esgotamento Sanitário. Uma questão que sempre vem à tona, quando se pensa em utilizar tecnologias naturais para o tratamento de esgotos, como os *wetlands* construídos, é sua viabilidade técnica e econômica, comparados a um sistema convencional. Em primeira mão esses sistemas podem não ser tão competitivos quando visto apenas pelos custos iniciais de implantação, pois requerem uma grande área, tanques de grandes dimensões, materiais filtrantes, podendo implicar em custos iniciais não tão competitivos. Entretanto, quando se faz uma análise mais ampla, essas unidades passam a apresentar algumas vantagens, em relação aos sistemas convencionais, que acabam sendo viabilizadas a diferentes realidades.

14 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 8160:1999 Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução.** Rio de Janeiro: [s.n.], 1999.

ACQUEDUTO. **Sistema de tratamento de esgoto da área urbana do município de Urupema/SC - Volume I.** Florianópolis/SC: [s.n.], 2005.

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

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

ARIS. **Relatório de fiscalização do sistema de abastecimento de água do município de Urupema (RF – SAA – URUPEMA – 003).** Florianópolis/SC: [s.n.], 2016.

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

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

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

BRASIL. **Resolução Conama N° 375.** Brasil: Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), 2006.

CASAN. **Relatório anual de qualidade da água distribuída - Urupema.** Criciúma: [s.n.], 2017.

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

_____. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes: Urupema, SC.** *Serviço Geológico do Brasil*. 2017. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18760>>. Acesso em: 05/maio/20.

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, n° 4, p. 848–859, 2018. ISSN: 0273-1223, DOI: 10.2166/wst.2018.355.

HAGY, R. D. **Porosidade e Permeabilidade em Amostras de Rochas: Estudo com alunos do ensino fundamental sobre reservatório subterrâneo.** - Universidade Estadual de Campinas, 2009.

IBGE. **Urupema/Santa Catarina/Brasil.** *Cidades@*. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/urupema/panorama>>. Acesso em: 02/ago./20.

IFSC. **Histórico - Câmpus Urupema.** [s.d.]. Disponível em: <<https://www.ifsc.edu.br/web/campus-urupema/historico>>. Acesso em: 12/ago./20.

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

KOOTTATEP, T. *et al.* **Treatment of septage in constructed wetlands in tropical climate: lessons learnt from seven years of operation.** *Water Science and Technology*, [s.l.], v. 51, n° 9, p. 119–126, 2005. ISSN: 0273-1223, DOI: 10.2166/wst.2005.0301.

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

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

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

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

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

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

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

SANTA CATARINA. **Estação de Tratamento de Esgoto de Urupema será ativada**. *Governo do Estado vai ampliar sistemas de água e esgoto de Ascurra e Urupema*. 2020. Disponível em: <<https://www.sc.gov.br/noticias/temas/saneamento-e-recursos-hidricos/governo-do-estado-e-casan-assinam-contrato-de-saneamento-com-ascorra-e-urupema>>. Acesso em: 02/out./20.

SEBRAE. **Urupema - Cadernos de desenvolvimento**. Urupema/SC: [s.n.], 2019. Disponível em: <[https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Urupema - Cadernos de Desenvolvimento.pdf](https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Urupema-Cadernos-de-Desenvolvimento.pdf)>.

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.

TONETTI, A. L. *et al.* **Alternativas para o gerenciamento de lodo de sistemas descentralizados de tratamento de esgotos de áreas rurais**. *Labor e Engenho*, [s.l.], v. 12, nº 1, p. 145–152, 2018. ISSN: 2176-8846, DOI: 10.20396/labore.v12i1.8649680.

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, nº 9, p. 2905–2912, 2010. ISSN: 09608524, DOI: 10.1016/j.biortech.2009.11.102.

URUPEMA. **Lei Municipal Ordinária nº 727 - Autoriza o município de Urupema a criar o Conselho Municipal do Plano Diretor - CMPD**. Prefeitura Municipal de Urupema: [s.n.], 2010. Disponível em: <<https://www.urupema.sc.gov.br/legislacao/index/detalhes/codMapaItem/89845/codNorma/367923>>.

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

_____. **Lei Municipal Complementar nº 068 - Dispõe sobre o uso, ocupação e parcelamento do solo do município de Urupema.** Prefeitura Municipal de Urupema: [s.n.], 2014. Disponível em:
<<https://www.urupema.sc.gov.br/legislacao/index/detalhes/codMapaItem/89845/codNorma/361239>>.

_____. **Município de Urupema.** [s.d.]. Disponível em: <<https://www.urupema.sc.gov.br/>>. Acesso em: 17/abr./20.

15 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 Urupema-SC.

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

SISTEMAS INDIVIDUAIS

PERFIL DA EDIFICAÇÃO

RESIDÊNCIA	
COMERCIAL	
MISTA	
PÚBLICO	
INDUSTRIAL	

OBSERVAÇÕES DA EDIFICAÇÃO

ENDEREÇO	
NÚMERO	
COMPLEMENTO	
BAIRRO	
QUADRA	
LOTE	
CEP	
MUNICÍPIO	

OUTRAS INFORMAÇÕES

NÚMERO DE PESSOAS NA EDIFICAÇÃO:	
NRO. MÁXIMO PESSOAS NA EDIFICAÇÃO:	
NRO. DE QUARTOS: (NA CASA, APARTAMENTO)	
NRO. DE QUARTOS: (HOTEL)	
SISTEMA DE TRATAMENTO É INDIVIDUAL?	() sim () não
SE APLICÁVEL: A FOSSA É EM CONJUNTO COM OUTRA RESIDÊNCIA/COMÉRCIO, OU É SISTEMA COLETIVO COM REDE PÚBLICA DE ESGOTO: () sim () não	

OBSERVAÇÕES DO SISTEMA:

--

COORDENADAS (WGS84)

LATITUDE	
LONGITUDE	
ALTITUDE	

QUESTÕES

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

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

Anexo B - Questionário aplicado à prefeitura municipal.

DADOS MUNICIPAIS	
DADOS ADMINISTRATIVOS	
MUNICÍPIO	<input type="text"/>
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	<input type="checkbox"/>
QUAL ÓRGÃO?	<input type="text"/>
HÁ FISCALIZAÇÃO DO EXECUÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTO	<input type="checkbox"/>
QUAL ÓRGÃO?	<input type="text"/>
HÁ FISCALIZAÇÃO DO OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTO	<input type="checkbox"/>
QUAL ÓRGÃO?	<input type="text"/>
HÁ EMISSÃO DE ALVARÁ DE CONSTRUÇÃO?	<input type="checkbox"/>
HÁ EMISSÃO DE HABITE-SE SANITÁRIO?	<input type="checkbox"/>
NA AUSÊNCIA DE NORMAS, DESCREVER O PROCEDIMENTO ADOTADO PELO MUNICÍPIO PARA APROVAÇÃO, ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ESGOTO	
<input type="text"/>	
EXISTE SISTEMA DE LIMPEZA DOS SISTEMAS INDIVIDUAIS DE TRATAMENTO?	<input type="checkbox"/>
QUEM?	<input type="text"/>