



ESTADO DE RONDÔNIA
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO FELIPE D'OESTE

PRODUTO D

PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSB) DO MUNICÍPIO DE SÃO FELIPE D'OESTE/RO

JULHO/2020



ESTADO DE RONDÔNIA
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO FELIPE D'OESTE

PRODUTO D

**PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DO PLANO MUNICIPAL
DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSB) DO MUNICÍPIO DE SÃO FELIPE D'OESTE
/RO**

Relatório apresentado ao Núcleo Intersetorial de Cooperação Técnica – NICT da FUNASA, como produto para composição do Plano Municipal de Saneamento Básico, equivalendo a Produto D do Termo de Execução Descentralizada – TED 08/17, celebrado entre FUNASA e IFRO. O relatório foi elaborado pelo Comitê Executivo do PMSB e aprovado pelo Comitê de Coordenação, recebendo assessoramento técnico do IFRO, por meio do Projeto Saber Viver Portaria nº 1876/REIT-CGAB / IFRO, e financiamento através da FUNASA.

SÃO FELIPE D'OESTE /RO

JULHO DE 2020

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO FELIPE D'OESTE

Av. Jorge Teixeira de Oliveira, n.667, Centro, CEP 76.977-000, São Felipe
D'Oeste/RO, Telefone (69) 3445-1099

PREFEITO

Marcicrenio da Silva Ferreira

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE — FUNASA

Superintendência Estadual da Funasa em Rondônia (SUEST/RO)

Rua Festejos, 167, Bairro Costa e Silva, Porto Velho/RO, CEP: 76.803-596

Telefones: (69) 3216-6138/6137

www.funasa.gov.br; corero.gab@funasa.gov.br

APRESENTAÇÃO

Dentre o conjunto de documentos que norteiam a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), a **Prospectiva e Planejamento Estratégico**, corresponde ao Prognóstico do PMSB e apresenta o ‘Cenário de Referência para a Gestão dos Serviços’, contendo a definição dos objetivos e metas e as perspectivas técnicas para cada um dos quatro serviços de saneamento básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e manejo de resíduos sólidos. O Prognóstico do PMSB possui função de base orientadora e constitui-se em uma etapa que contempla a leitura dos técnicos com base no Diagnóstico Técnico-Participativo, já aprovado pela população do município.

O presente Prognóstico, norteado pelo Termo de Referência da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) de 2018, foi elaborado pelos Comitês Executivo e de Coordenação do PMSB do município (conjuntamente com prefeitura e secretarias). Através do Termo de Execução Descentralizada (TED) 08/2017, celebrado entre as instituições FUNASA e IFRO, o município recebeu assessoramento técnico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO, por meio do Projeto Saber Viver (Portaria nº1876/REIT-CGAB/IFRO), com financiamento advindo através da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. Dentre a gama de produtos integradores do TED 08/17, o Prognóstico do PMSB refere-se ao Produto D.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. METODOLOGIA	11
3. PROJEÇÃO POPULACIONAL E HORIZONTE DO PLANO DE SANEAMENTO	13
3.1 DADOS CENSITÁRIOS E PROJEÇÃO POPULACIONAL	13
3.2 HORIZONTE DO PLANO DE SANEAMENTO	16
4. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL	17
4.1 CENÁRIOS APLICADOS AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA	17
4.1.1 Diretrizes para avaliação do padrão quantitativo e qualitativo do SAA	20
4.1.2 Estimativa da demanda de água	22
4.1.2.1 Zona Urbana	Erro! Indicador não definido.
4.1.2.2 Zona Rural	29
4.2 CENÁRIO FUTURO – deixar em aberto – será feito posteriormente	31
4.3 AVALIAÇÃO FINANCEIRA DOS CENÁRIOS	31
4.3.1 Zona Urbana	31
4.3.2 Zona Rural	33
4.4 ALTERNATIVAS DE MANANCIAL PARA ABASTECIMENTO	35
5.1 CENÁRIOS APLICADOS AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO	39
5.1.1 Projeção da vazão de esgotos para a Zona Urbana	43
5.1.2 Projeção da vazão de esgoto para a Zona Rural	47
5.2 CENÁRIO FUTURO – deixar em aberto – será feito posteriormente	50
5.3 PADRÃO DE LANÇAMENTO PARA EFLUENTE FINAL DE SES	50
5.4 SUGESTÕES DE SOLUÇÕES TÉCNICAS PARA A PROBLEMÁTICA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO	54
5.4.1 Sistema 1 - UASB + Lodos Ativados	58
5.4.2 Sistema 2 - UASB + Lagoa facultativa	60
5.4.3 Sistema 3 - UASB + Filtro Biológico	60
5.4.4 Sistema 4 - UASB + Lagoa aerada e de decantação	61
5.4.5 Sistema 5 - Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa	62
5.4.6 Sistema 6 - Lagoa anaeróbia + Lagoa aerada e de decantação	62
5.5 ANÁLISE FINANCEIRA DAS PROPOSTAS	63
5.1 MELHORIAS SANITÁRIAS DOMÉSTICAS	64
6. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO A LIMPEZA URBANA E AO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	68
6.1 PREVISÃO DE GERAÇÃO DE RSD POR TIPOLOGIA CONFORME HORIZONTE DO PMSB	68
6.2 CENÁRIO APLICADO À LIMPEZA URBANA E AO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	44
6.3 CENÁRIO FUTURO - posteriormente	48
6.4 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E REGRAS PARA TRANSPORTE	49
6.5 COLETA SELETIVA E LOGÍSTICA REVERSA	51
6.6 GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	53

6.7 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS PARA A DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS	54
6.8 ANÁLISE FINANCEIRA DO CENÁRIO.....	56
6.8.1 Sistema de cálculo para taxa de coleta de resíduos sólidos urbanos.....	57
7. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO A DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	60
7.1 CENÁRIO APLICADO A DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	60
7.2 CENÁRIO FUTURO 62	
7.2.1 Diretrizes para o controle de escoamento na fonte	63
7.2.2 Diretrizes para o tratamento de fundos de vale	64
8. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO AO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL 67	
9. PREVISÃO DE EVENTOS DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
APENDICE A: AVALIAÇÃO FINANCEIRA DE ALGUMAS SOLUÇÕES PARA O ESGOTAMENTO SANITÁRIO	77
1 SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO ACOMPANHADO DE ETE ESCOLHIDA PELO ETE _x	77
2 IMPLEMENTAÇÃO DO SES EM ETAPAS	72
3 SISTEMAS INDIVIDUAIS COM FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO	75
3.1 Cálculo do volume do tanque séptico	75
4 FOSSA BIODIGESTORA DA EMBRAPA	77
APÊNDICE B: GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	79
1 INSTALAÇÃO DE CENTRAL DE TRIAGEM E USINA DE COMPOSTAGEM MUNICIPAL.....	79
2 CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAIS PARA A GESTÃO ASSOCIADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS 84	
ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO PRODUTO D PELO COMITÊ DE COORDENAÇÃO.....	87

1 INTRODUÇÃO

O relatório de Prospectiva e Planejamento Estratégico (Produto D) do PMSB de São Felipe d'Oeste/RO se propõe a apresentar os cenários atual e futuro para os quatro eixos que compõem o saneamento básico. Os cenários auxiliarão na compreensão de sua sustentabilidade financeira e da sua viabilidade tecnológica, ambiental e social, seguindo as orientações da Resolução Recomendada n° 75/2009 do Ministério das cidades, que estabelece orientações relativas à Política de Saneamento Básico e ao conteúdo mínimo dos Planos de Saneamento Básico.

A construção de cenários é importante para compatibilizar programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas, de modo compatível com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos, identificando possíveis fontes de financiamento. Os cenários apresentados serão analisados e avaliados tecnicamente e financeiramente para auxiliar na escolha do modelo de gestão, assim como, na definição das ações necessárias para garantir a sustentabilidade financeira, a qualidade, a regularidade e a universalização dos serviços de saneamento básico no município de São Felipe d'Oeste/RO, tanto na zona urbana, quanto na zona rural.

Conforme o Relatório técnico-participativo (Produto C), o município de São Felipe d'Oeste possui os seguintes serviços de saneamento básico: abastecimento de água na sede do município e no distrito de Novo Paraíso, distribuída pela rede pública (CAERD/São Felipe d'Oeste); sistema de microdrenagem parcial, sendo composto por ruas pavimentadas, meios-fios, sarjetas, bocas de lobo e suas respectivas galerias e o sistema de macrodrenagem do perímetro urbano do município é artificial, na forma de galeria atuando no escoamento das águas do Rio das Antas (popularmente conhecido por Rio Inferninho). Em São Felipe d'Oeste não existe coleta nem tratamento de esgoto.

Com isso, a população utiliza-se de soluções individuais como fossas rudimentares e sépticas para destinação final do esgoto residencial, e algumas residências, ainda lançam a céu aberto ou estão ligadas a rede de drenagem. Em relação aos resíduos sólidos, na sede urbana de São Felipe d'Oeste e no Distrito de Novo Paraíso, o lixo é coletado pela Prefeitura Municipal através da Secretária de Obras, Serviços Públicos e Estradas (SEMOSPE).

O lixo reciclável é destinado a uma cooperativa de catadores em Cacoal/RO (COOPERCATAR). A destinação final do lixo é realizada através do Consórcio Público

Intermunicipal da Região Centro Leste do Estado de Rondônia (CIMCERO), encaminhando o lixo para o Aterro sanitário da empresa MFM Soluções Ambientais do município de Cacoal. Na zona rural, como não há coleta, o lixo é queimado e/ou enterrado.

No que diz respeito ao Saneamento Básico, em todas as suas dimensões, cabe lembrar que o município de São Felipe d'Oeste se encontra em condições um pouco acima da média encontrada na região Norte. Em estudo da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, no ano de 2015, a região Norte contava com 60,2% de abastecimento de água por rede de distribuição e 78,6% de serviço de coleta de lixo.

Segundo dados levantados pelo Projeto Saber Viver, através da aplicação dos questionários à população, em 2019, o município de São Felipe d'Oeste contava com 76% de rede de distribuição de água na área urbana, estando superior à média da região Norte; e 99% de serviço de coleta de lixo na área urbana e no distrito de Novo Paraíso, ou seja, uma cobertura superior à da região Norte na área urbana de quatro anos antes.

Cabe ressaltar que o município de São Felipe d'Oeste não possui um aterro sanitário, mas envia os resíduos coletados para o aterro sanitário do Município de Cacoal. Os números atuais de São Felipe d'Oeste, permitem estimar que o município está um pouco superior à média regional. Contudo, esses exemplos demonstram a necessidade de medidas urgentes no sentido de se mitigar algumas carências.

O conjunto de dados levantados no Produto C a respeito das quatro dimensões oferece ao Poder Público municipal um perfil, o mais acurado possível da realidade, como o município precisa avançar em temas de qualidade de vida da sua população para que o bem comum, o Saneamento Básico, seja uma realidade. Com esse relatório em mãos, o gestor municipal tem o perfil preciso dos pontos que exigem intervenção prioritária no aspecto humanístico.

Além de se constituir como base para o Produto D, que segundo Funasa (2014), esta fase procura definir os objetivos gerais e abrangentes que nortearão a elaboração das propostas de programas, projetos, ações e do plano de execução das próximas fases do planejamento.

2 METODOLOGIA

A metodologia apresentada neste relatório consistiu na identificação do cenário atual e na definição de objetivos a serem alcançados para a construção de um novo cenário para os quatro eixos do saneamento básico do município de São Felipe d'Oeste/RO. O cenário atual e o futuro foram construídos e avaliados pelo comitê executivo e aprovados pelo comitê de coordenação, tendo sido considerado os anseios da população.

Na identificação dos cenários atuais foram considerados as informações técnicas e as informações obtidas junto a população, as quais estão consolidadas no Produto C. A partir das principais problemáticas apresentadas no cenário atual e das projeções de demanda, foram propostos, pelo comitê executivo do PMSB, objetivos que compõem o cenário futuro para a organização dos serviços que melhor se adapta as suas necessidades e condições.

Os objetivos apresentam as melhorias definidas para cada eixo do saneamento básico e da saúde pública manifestadas pela população e avaliadas pelos técnicos a respeito dos cenários futuros a serem construídos. Os cenários deverão, preferencialmente, ser dividido em zonas, por exemplo, urbana e rural. O Quadro 1 apresenta um modelo de estrutura para consolidação dos objetivos que será utilizada ao longo do Produto D, com alguns exemplos.

Quadro 1 – Objetivos referentes ao Prognóstico do PMSB

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO	
	CÓDIGO	OBJETIVO
Ausência de Área de Preservação Permanente (APP) nas margens do Rio Araras, local de captação de água para abastecimento da Sede municipal	A-1	Realizar junto Secretaria de Meio Ambiente e os proprietários atividades para recuperação das margens do Rio, com distribuição de mudas e palestras sobre Recuperação de áreas degradadas.
Desacordo com a recomendação da Portaria de Consolidação MS 05/2017 no que tange as análises da água bruta	A-2	Realizar uma frequência de 2 amostras semanais na saída do tratamento, e de no mínimo 30 amostras no sistema de distribuição, para os parâmetros de coliformes totais e Escherichia coli
Problemas recorrentes relacionados ao abastecimento irregular	A-3	Solicitar junto a empresa Energisa justificativa e resolução dos problemas relacionados as ausências constantes de energia
SAA de São Felipe D'Oeste possui elevados índices de perdas na distribuição (49,95%)	A-4	Contratação de maior número de servidores para atender toda a demanda municipal e estabelecimento de estratégias para reduzir a quantidade de inadimplência por parte dos usuários para pagamento das contas de água

Ausência de mapa da rede de distribuição de água	A-5	Elaboração de mapa de rede de distribuição de água
Intermitências no abastecimento de água, pois não atende à demanda atual (Sede e Distrito)	A-6	Identificação de mananciais que atenderiam às condições do sistema para abastecimento futuro da população de São Felipe D'Oeste, caracterizando as criticidades quantitativas e qualitativas nos mananciais superficiais para abastecimento humano
Ausência de sistema de tratamento de esgoto no Município de São Felipe D'Oeste	A-7	Implementar a partir do PMSB o Projeto do Sistema de Esgotamento sanitário realizado com recurso da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) no Programa de Aceleração do Crescimento – PAC2/2012
Lançamento de águas residuais a céu aberto em pontos da cidade e problemas em relação a ligações clandestinas de lançamento de esgoto em dispositivos de drenagem	A-8	Aplicação de dispositivos legais para a fiscalização com qualquer tipo de penalidade, além de orientação pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Agricultura e Pecuária – SEMAP. No âmbito municipal se faz necessário estruturar uma equipe para que a fiscalização seja mais efetiva
Deficiência de operação e de manutenção no sistema de drenagem	A-9	Execução de estratégias para limpeza dos dispositivos de drenagem pluviais, pois vários desses dispositivos apresentam problemas como o acúmulo de lixo e a estrutura em mau estado de conservação
Coleta de resíduos domésticos ocorre apenas na área urbana (sede e distrito)	A-10	Instalação de pontos de coletas na área rural e atividades de educação ambiental junto a população do campo para adoção de práticas que reduza a queima e/ou enterramento dos resíduos sólidos
Destinação inadequada de resíduos sólidos dos comércios, indústrias, RCC's, de agroindústrias e de resíduos de serviço de saúde.	A-11	Execução de programas específicos de separação e pontos de coleta dos resíduos; Fiscalização visando cumprir com as legislações vigentes; Exigência de Licenciamento Ambiental dos empreendimentos que são passíveis de licenciamento e considerados geradores de resíduos volumosos e perigosos, assim como do Plano de Gerenciamento
Coleta de resíduos recicláveis	A-12	Implantação de programa de coleta seletiva
Lançamento de resíduos domésticos e resíduos recicláveis na área do antigo lixão	A-13	O município não possui nenhum tipo de fiscalização e/ou monitoramento da área do antigo lixão, que atualmente está em processo de recuperação natural

Com os objetivos consolidados, realizou-se a análise financeira do cenário em questão. As simulações financeiras foram realizadas adotando-se parâmetros obtidos por meio de consultas a outros prestadores de serviços, em projetos na área do saneamento básico e indicadores de desempenho ou banco de informações como o disponibilizado pelo Sistema Nacional de Informações do Saneamento (SNIS). O período considerado para a construção

dos cenários financeiros econômicos na área do abastecimento de água, na área do esgotamento sanitário e na área dos resíduos sólidos corresponde aos anos de 2021 a 2041.

A metodologia de avaliação econômica utilizada para a avaliação dos cenários propostos foi o método do Valor Presente Líquido (VPL). O método do Valor Presente Líquido (VPL) é a diferença entre o valor a ser investido e o valor dos benefícios esperados no futuro, descontados para uma data inicial, usando-se uma taxa de descontos. Nesta metodologia os valores nominais atuais foram trazidos ao valor presente como forma de comparação das alternativas a serem estudadas. Conhecer o VPL dos recursos monetários que serão esperados no futuro decorrentes da cobrança de taxas e tarifas é importante, pois o valor monetário modifica-se com o tempo.

Os cenários analisados neste relatório deverão ser otimizados à medida que o Conselho Municipal de Saneamento Básico e a população em geral for se apropriando das ações necessárias para alcançar os objetivos definidos para o saneamento durante o processo de gerenciamento do PMSB de São Felipe d'Oeste/RO.

3 PROJEÇÃO POPULACIONAL E HORIZONTE DO PLANO DE SANEAMENTO

3.1 DADOS CENSITÁRIOS E PROJEÇÃO POPULACIONAL

Segundo a Prefeitura Municipal, a população de São Felipe d'Oeste/RO é de 5.139 habitantes (2019). A Tabela 1 demonstra a evolução do Município de São Felipe D'Oeste ao longo de um período de aproximadamente trinta anos (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2013; Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, 2019). Foram analisados os dados dos últimos quatro censos, demonstrando o comportamento da população urbana e rural do Município, assim como taxas de crescimento.

Tabela 1 - Evolução da população do Município

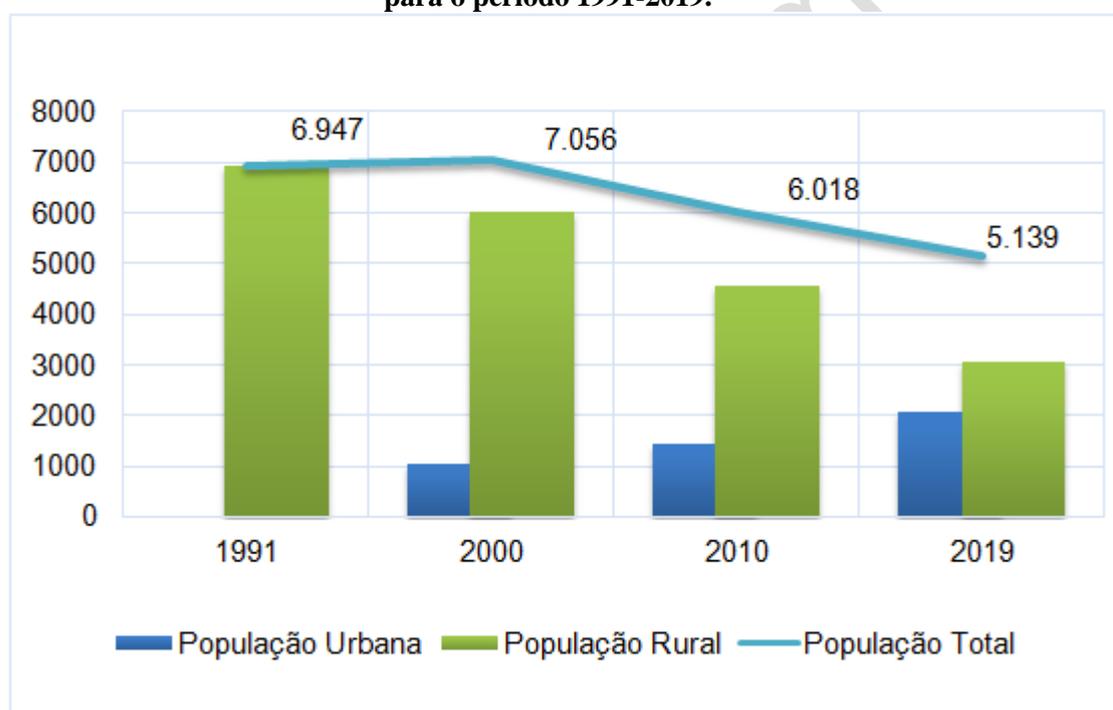
POPULAÇÃO RESIDENTE NO PERÍODO 1991-2019			
ANO	POPULAÇÃO URBANA	POPULAÇÃO RURAL	POPULAÇÃO TOTAL
1991	0,00	6.947	6.947
2000	1.031	6.025	7.056
2010	1.444	4.574	6.018
2019	2.082	3.057	5.139
TAXA MÉDIA GEOMÉTRICA DE CRESCIMENTO ANUAL (%)			

DA POPULAÇÃO RESIDENTE			
ABRANGÊNCIA	1991-2000	2000-2010	2010-2020
População Urbana	116,18	3,43	3,73
População Rural	-1,57	-2,72	-3,95
População Total	0,17	-1,58	-1,57

Fonte: Adaptado de IPEA, 2013 e PNUD, 2013.

Observa-se um crescimento populacional na área urbana ao longo dos anos, enquanto que no meio rural, houve uma redução, bem como no quantitativo da população total, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Evolução da população recenseada do município de São Felipe d'Oeste/RO para o período 1991-2019.



Fonte: IBGE (2010) e Prefeitura Municipal (2019)

A Tabela 2 demonstra como a população se distribui nas décadas de 1991 a 2000, 2001 a 2010 e 2011 a 2019, considerando-se as diferenças de gênero e os pontos de origem, rural e urbana.

Tabela 2 - Distribuição da população total conforme gênero e zonas de origem no Município

POPULAÇÃO	1991	2000	2010	2019
POPULAÇÃO TOTAL	6.947	7.056	6.018	5.139
População Masculina	3.733	3.752	3.086	2.659

População Feminina	3.214	3.304	2.932	2.480
População Urbana	-	1.031	1.444	2.082
População Rural	6.947	6.025	4.574	3.057

Fonte: IBGE (2010) e Prefeitura Municipal (2019).

Para fins de construção dos cenários e a realização de prognósticos quanto ao planejamento estratégico foi considerado um alcance da projeção populacional de 20 anos cujo período compreende os anos 2021 a 2041. A projeção populacional realizada possui um alcance maior do que o resto das projeções deste produto, visto que o último censo disponível é do ano de 2010 e as prospectivas dos cenários futuros devem ser realizadas a partir do ano de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico.

Para realizar a projeção populacional, é necessária a taxa de crescimento da população. São diversas as formas de obter esta taxa, porém, neste relatório, foi utilizado o método aritmético. A Equação 1 apresenta o cálculo realizado para estimar a taxa de crescimento aritmético (r) em um determinado período.

Equação 1- Taxa de Crescimento Aritmético por período de tempo

$$r = \frac{P_f - P_i}{P_f(T_f - T_i)}$$

Onde:

- Pf e Pi são as populações dos anos final e inicial, respectivamente;
- Tf e Ti são anos final e inicial, respectivamente.

A taxa de crescimento populacional de **xx,xx%** para a população do município corresponde a taxa de crescimento aritmética do período de 2000 a 2010. Com isso, para a projeção populacional futura, adotar-se-á a taxa de **xx,xx%** ao ano. Sendo assim, pode-se realizar a projeção populacional, apresentada na Tabela 3.

Tabela 3— Projeção e estimativa populacional para São Felie d'Oeste/RO 2010 a 2041.

Ano	População Total	População Urbana	População Rural
2010	6.018	1.444	4.574
2011			
2012			
2013			
2014			
2015			

2016			
2017			
2018			
2019	5.139	2.082	3.057
2020			
2021			
2022			
2023			
2024			
2025			
2026			
2027			
2028			
2029			
2030			
2031			
2032			
2033			
2034			
2035			
2036			
2037			
2038			
2039			
2040			
2041			

Fonte: Projeto Saber Viver 2019, IFRO/FUNASA TED 08/2017.

3.2 HORIZONTE DO PLANO DE SANEAMENTO

O alcance do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de São Felipe d'Oeste/RO foi de vinte anos, a contar do ano 2020 (ano da elaboração do plano). Segundo a Lei nº 11.445/2007 deverão ser realizadas revisões periódicas considerando que o desenvolvimento populacional e ocupacional poderá variar em função, principalmente, das mudanças do cenário econômico.

Capítulo 2 4 PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

Neste tópico está proposta uma alternativa para aprimoramento dos sistemas de abastecimento de São Felipe d'Oeste/RO e universalização do acesso à água no âmbito municipal. Para a construção do cenário aplicado ao abastecimento de água foi considerado um período de 20 (vinte) anos, que corresponde aos anos de 2021 a 2041, e foram utilizados parâmetros apresentados no Produto C - Diagnóstico Técnico-Participativo.

4.1 CENÁRIOS APLICADOS AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Na sede do Município de São Felipe D'Oeste, o Sistema de Abastecimento de Água é administrado pela Companhia de Água e Esgoto do Estado de Rondônia (CAERD). A unidade está subordinada à Coordenadoria Estratégica de Operações Sul, ligada à Gerência Operacional e de Negócios de Espigão do Oeste.

O contrato firmado entre a CAERD e o Município de São Felipe D'Oeste abrange o prazo de 30 anos, com início no ano de 2015 e vencimento no ano de 2045. Dentre as cláusulas presentes do contrato, destacam-se a prestação e planejamento, a adequação de qualidade dos serviços (regularidade, continuidade, eficiência, segurança, cortesia e modicidade), as tarifas e cobranças, receitas, deveres dos usuários, bem como as metas de expansão e investimentos. O contrato cita que a CAERD cumprirá as exigências da agência de regulação e fiscalização, porém o município não possui convênio com nenhuma agência reguladora dos serviços de saneamento.

O Sistema de Abastecimento de Água da Sede de São Felipe D'Oeste possui a captação de água bruta no Rio Araras ou Rio Rolim de Moura (nome identificado pela ANA, 2016). Em relação ao acesso no ponto de captação, é importante destacar que a área não é registrada e é preciso atravessar uma propriedade privada para acessar o local de captação, tornando dificultoso o acesso ao local. É possível observar que não existe a proteção vegetal do entorno do Rio Araras conforme as legislações vigentes. Por ser um rio margeado por pastagem, é possível que ocorra a lixiviação de carga orgânica proveniente das fezes bovinas, porém isso só pode ser atestado por meio da análise da qualidade da água captada (Figura 2).

Figura 2 - Manancial de captação de água no município.



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA (TED 08/2017).

O sistema de abastecimento possui 14,89 km de extensão de rede de distribuição de água instalados, tendo um total de 657 ligações. Do total de ligações, 430 ligações estão ativas, 349 são hidrometradas, representando um índice de hidrometração de 81,16% das ligações existentes em 2018 (CAERD, 2018). Do total de 1.267 habitantes da área urbana o sistema atende 1.267 pessoas com abastecimento de água urbano, representando 100% da população urbana. Dessa forma, todos os moradores da sede possuem acesso ao sistema coletivo de abastecimento.

No que tange as análises da água bruta, de acordo com informações da prestadora de serviços, são realizadas 1 coleta ao mês, entrando em desacordo com a recomendação da Portaria de Consolidação MS 05/2017. Ao analisar os boletins apresentados pela CAERD para o ano de 2018, percebeu-se que todas as coletas da água bruta captada na sede possuem presença de Coliformes Totais e *E. Coli*.

O Sistema de Abastecimento de Água de São Felipe D'Oeste não atende plenamente a Portaria de Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde nº 05/2017, no que diz respeito ao Plano de Amostragem. Conforme o artigo 40, parágrafo 1º, os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, deverão realizar o monitoramento de cianobactérias, buscando-se identificar os diferentes gêneros, no ponto de

captação do manancial superficial, de acordo com o Anexo 11 do referido artigo.

Ao analisar o número mínimo de amostras mensais estabelecidos pela Portaria nº 05/2017 do Ministério da Saúde, o município não está cumprindo a frequência de 2 amostras semanais na saída do tratamento, e de no mínimo 30 amostras no sistema de distribuição, para os parâmetros de coliformes totais e *Escherichia coli*, pois foi informado pela prestadora de serviços que é realizada uma amostra por mês. Ressalta-se ainda que nessa portaria a recomendação é de, no mínimo, quatro amostras semanais na saída do tratamento.

Ao analisar os boletins de amostragem, percebe-se que em 2018 não foi realizada coleta nos meses de junho, outubro, novembro e dezembro para a água distribuída na sede municipal. Verificou-se reclamações por parte da população com relação à qualidade da água distribuída pela CAERD, alegando o uso excessivo de cloro na água, causando transtornos como irritações na pele, gosto ruim, dentre outros.

No Distrito de Novo Paraíso, o abastecimento público de água também está sob a responsabilidade da CAERD. A água fornecida à população de Novo Paraíso é captada em um poço tubular por meio da tomada de água por bomba submersa e em uma mina, por meio de uma bomba fixada em base de concreto. A água bruta é bombeada, passa por dosadores de cloro e é encaminhada para o armazenamento em um reservatório elevado (REL).

Vale ressaltar que a mina recebe águas provindas da drenagem e nas proximidades existe fossa rudimentar utilizada para receber o esgotamento. Em épocas de seca, a mina e o poço não suportam toda a demanda requerida, necessitando de outro poço como forma de suplementação.

A captação de água no poço funciona em média 24 horas por dia em períodos de estiagem, conforme relato do operador do sistema. Os principais problemas observados são a infraestrutura e a necessidade de mais um poço, pois o sistema atual não consegue atender a demanda em períodos de estiagem, de acordo com o operador do sistema. Além disso, não existe Conjunto Motobomba (CMB) reserva disponível para o distrito, deste modo o abastecimento de água fica paralisado sempre que há necessidade de dar manutenção nas bombas (Figura 3).

Figura 3 - Mananciais de captação do Distrito de Novo Paraíso



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

O Distrito de Novo Paraíso possui uma rede de distribuição do tipo malhada que atende 100% das vias no núcleo urbano do distrito. A rede de distribuição possui extensão aproximada de 5km, diâmetro de 60mm e material de PVC (CAERD, 2019). O sistema ainda conta com 2 registros que controlam a saída da água tratada do reservatório elevado para a rede. Em relação a vazamentos na rede de distribuição, não houve reclamação por parte da população.

No ano de 2018 foram registradas 260 ligações totais, sendo 258 ligações ativas, das quais 176 são hidrometradas, representando 68,22% de hidrometração. A rede de distribuição de água atende 100% do núcleo do distrito, abrangendo aproximadamente 861 habitantes. Observa-se que das ligações ativas de água no distrito, 97,67% é representada pelas ligações residenciais (CAERD, 2018).

Diretrizes para avaliação do padrão quantitativo e qualitativo do SAA

Como critérios para a avaliação do padrão quantitativo (dimensionamento) e qualitativo do SAA de São Felipe d'Oeste/RO, adotar-se-á como satisfatórios ao bom atendimento à população os seguintes parâmetros, dentre outros:

- a) Consumo médio per capita: 121,63 L/hab. dia (Sede Municipal) e 80,40 l/hab. dia (Distrito de Novo Paraíso);

A Tabela 4 apresenta o número da população atendida com abastecimento de água na sede do Município de São Felipe D'Oeste, o volume consumido e o consumo médio *per capita*. O cálculo do consumo per capita foi realizado dividindo o volume diário consumido pela população atendida pelo número total da população servida.

Tabela 4 - Consumo per capita da população atendida na sede de São Felipe D'Oeste

Ano	Pop. Atendida (habitantes)	Volume Consumido (m ³ /ano)	Volume Consumido (m ³ /dia)	Consumo per capita (L/hab.dia)
2018	1.267	56.249	154,11	121,63 l/hab.dia

Fonte: CAERD, 2018.

Em relação as outras categorias, não foi possível calcular o *per capita*, pois a prestadora de serviços não informou a quantidade de pessoas atendidas em cada setor. Em relação ao índice de inadimplência no ano de 2018 foi de 10,26%, sendo que as tarifas aplicadas estão descritas no item 7.12.1 desse diagnóstico.

A (Tabela 5) apresenta o número da população atendida com abastecimento de água no Distrito de Novo Paraíso, o volume consumido e o consumo médio *per capita*. O cálculo do consumo per capita foi realizado dividindo o volume diário consumido pela população atendida pelo número total da população servida.

Tabela 5 - Consumo per capita da população atendida no Distrito de Novo Paraíso

Ano	Pop. Atendida (hab.)	Volume consumido (m ³ /ano)	Volume consumido (m ³ /dia)	Consumo per capita (L/hab.dia)
2018	861	25.268	69,23	80,40

Fonte: CAERD, 2018.

Quanto, ao consumo *per capita* nas demais localidades rurais, adotou-se a estimativa feita por Von Sperling de 150 l/hab.dia.

b) Pressões mínimas e máximas: De acordo com a CAERD, os únicos dados disponíveis referentes à pitometria foram realizados pela Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos – COBRAPE (empresa contratada pela CAERD) no ano de 2007, onde registrou-se uma pressão mínima de 14mca no horário de pico de consumo (14:00 horas), nos pontos mais desfavoráveis da rede de distribuição. No que tange a macromedição, o sistema de água no distrito não possui macromedidores e não possui dados sobre a pitometria.

c) Reservação: 1/3 do volume do dia de maior consumo;

d) Micromedição obrigatória, com renovação quinquenal dos hidrômetros instalados;

e) Meta (ano 2041) para a perda máxima admissível no SAA: 20%;

f) Cobertura do atendimento: 100% para água;

g) NBR 12.211/92 - Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água, NBR 12.212/2006 - Projeto de poço tubular para captação de água subterrânea, NBR 12.244/1992 - Construção de poço para captação de água subterrânea, NBR 12.214/1992 - Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público, NBR 12.215/1992 - Projeto de adutora de água para abastecimento público, NBR 12.217/94 - Projetos de reservatório de distribuição de água para abastecimento público, NBR 12.218/94 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público;

h) Decreto Estadual nº 10.114, de 20 de setembro de 2002 que regulamenta a Lei Complementar nº 255, de 25 de janeiro de 2002, que institui a Política, cria o Sistema de Gerenciamento e o Fundo de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia, e dá outras providências no Estado de Rondônia.

i) Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde de 03 de outubro de 2017, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

Estimativa da demanda de água na Zona Urbana

Conforme já relatado, a prestação dos serviços de abastecimento de água no perímetro urbano do município é realizada pela Caerd. As avaliações das demandas de água e dos volumes de reservação para a Sede de São Felipe d'Oeste/RO foram calculadas tendo como base informações constantes no Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) e dados obtidos com a Caerd. Adotaram-se as seguintes variáveis para o cálculo da estimativa da demanda de água:

a) Consumo médio per capita de água (q):

O consumo médio per capita de água representa a quantidade média de água, em litros, consumida por cada habitante em um dia. Segundo dados constantes SNIS (2018) para o abastecimento de água na zona urbana do município, o consumo médio per capita de água (IN022) medido foi de 88.44 Litros de água por habitante ao dia.

b) Coeficientes do dia e hora de maior e menor consumo (k_1 , k_2 e k_3)

O consumo de água em uma localidade varia ao longo do dia (variações horárias), ao longo da semana (variações diárias) e ao longo do ano (variações sazonais). Conforme a prática corrente, foram adotados os seguintes coeficientes de variação da vazão média de água:

- *Coeficiente do dia de maior consumo $k_1 = 1,2$*
- *Coeficiente da hora de maior consumo $k_2 = 1,5$*
- *Coeficiente da hora de menor consumo $k_3 = 0,5$*

c) Vazão de projeto

Para o cálculo da vazão de projeto, multiplica-se a população pelo consumo per capita estabelecido e pelo coeficiente do dia de maior consumo e divide-se o total por 86.400 para achar a demanda máxima em litros/segundo, conforme a equação:

————— **Equação 2— Vazão do Projeto**

$$Q_{proj} = \frac{P * q * k_1}{86400}$$

Onde:

Q_{proj} = vazão de projeto (L/s);

P = população prevista para cada ano (total); $k_1 = 1,20$;

A vazão de projeto é utilizada, principalmente, para o dimensionamento da captação, de elevatórias e de adutoras.

d) Demanda máxima

Para o cálculo da demanda máxima de água, considera-se o coeficiente da hora de maior consumo, conforme a equação:

————— **Equação 3— Demanda máxima de água**

$$Q_{max} = \frac{P * q * k_1 * k_2}{86400}$$

Onde:

Q_{max} = demanda máxima diária de água (L/s);

P = população prevista para cada ano (total); $k_1 = 1,20$; $k_2 = 1,50$.

Ademais, foi considerado para todos os anos o atendimento de 100% da população da sede, para que, assim, a produção necessária pudesse ser calculada considerando a universalização do acesso à água. A demanda máxima de água é utilizada para o dimensionamento da vazão de distribuição, dos reservatórios até a rede.

e) Perdas de água (p)

Segundo Heller e Pádua (2012), as perdas de água em um sistema de abastecimento correspondem aos volumes não contabilizados, incluindo os volumes não utilizados e os volumes não faturados. Tais volumes distribuem-se em perdas reais e perdas aparentes, sendo tal distribuição de fundamental importância para a definição e hierarquização das ações de combate às perdas e, também, para a construção de indicadores de desempenho.

As perdas físicas ou perdas reais ocorrem através de vazamentos e extravasamentos no sistema, durante as etapas de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição, assim como durante procedimentos operacionais, como lavagem de filtros e descargas na rede. As perdas não físicas ou perdas aparentes ocorrem através de ligações clandestinas (não cadastradas) e por *by-pass* irregular no ramal predial (popularmente “gato”), somada aos volumes não contabilizados devido a hidrômetros parados ou com submedição, fraudes de hidrômetros, erros de leituras e similares.

Segundo os dados constantes no SNIS (2018), o Índice de Perdas na Distribuição (IPD) (IN049) foi de 49.95%, ou seja, um índice acima da média nacional de aproximadamente 38.45% (SNIS, 2018).

f) Produção necessária

A vazão de produção necessária deverá ser o resultado da soma da demanda máxima de água e da vazão perdida no sistema de distribuição. A vazão perdida no sistema é resultado do índice de perdas sobre a demanda máxima.

g) Capacidade instalada

A capacidade instalada de um sistema de abastecimento de água é avaliada pela sua vazão de captação. De acordo com a CAERD (2018), o consumo médio anual na Sede Municipal de São Felipe D'Oeste é 56.249 m³/ano. A vazão nominal de produção na ETA do SAA é de 13 l/s operando em média 12 horas diárias. O volume tratado de água é 105.120 m³/ano e o volume micromedido é de 45.550 m³/ano.

h) Avaliação do saldo ou déficit de água

Para avaliar se o sistema de abastecimento de água atualmente instalado no município de São Felipe d'Oeste é capaz de atender a demanda necessária, subtraiu-se a produção necessária da capacidade instalada de captação e avaliou-se o déficit ou saldo. Dessa forma, foi possível avaliar se o sistema conseguirá atender a demanda e, caso contrário, identificar se é necessário realizar expansões.

i) Avaliação do volume de reserva disponível e necessário

Segundo informações levantadas na etapa de Diagnóstico Técnico-Participativo, o sistema de abastecimento de água na sede de São Felipe d'Oeste/RO conta com dois reservatórios circulares semienterrados, construídos com material de concreto com capacidade de 200m³ cada, localizados dentro das dependências da ETA (Figura 4).

Figura 4 - Reservatórios semienterrados de água tratada



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

Após a água ser reservada, a estação elevatória de água tratada direciona a água para um reservatório retangular elevado, construído no ano de 1997 em concreto com capacidade de 50m³. O reservatório está localizado nas coordenadas geográficas 11°54'41.1"S 61°30'47.4"W (Figura 5).

Figura 5 - Reservatório Elevado de Água Tratada



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

O reservatório do Sistema de Abastecimento de Água do Distrito de Novo Paraíso é do tipo elevado e está localizado nas coordenadas geográfica latitude $11^{\circ}48'00.9''S$ e longitude $61^{\circ}28'24.4''W$. O reservatório possui capacidade de $20m^3$ e o material é de aço (Figura 6).

Figura 6 - Reservatório elevado do SAA do Distrito de Novo Paraíso



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

Para o cálculo do volume de reservação necessário, foi adotada a recomendação da NBR 12.217/1994 que estipula um volume mínimo igual a um terço (1/3) do volume distribuído no dia de consumo máximo. Dessa forma, para avaliação do déficit ou saldo, subtraiu-se o volume de reservação necessário do volume de reservação disponível. Na Tabela 6 foram sistematizados os valores adotados no sistema de abastecimento de água da sede para os principais parâmetros de projeto utilizados neste Prognóstico.

Tabela 6 - Principais valores adotados para realização do prognóstico do SAA da sede de São Felipe d'Oeste/RO.

População total em 2019 (hab.)	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas físicas (%)	Capacidade de captação (L/s)	Volume de reservação disponível (m³)
5.280	88,44	49,95	11,11	450

Fonte: SNIS

A Tabela 7 apresenta a avaliação da demanda de água e dos volumes de reservação para a Sede de São Felipe d'Oeste/RO para o período de horizonte do PMSB.

Tabela 7—Avaliação das disponibilidades e necessidades para o SAA da Sede de São Felipe d'Oeste/RO.

Ano	População URBANA	Vazão de projeto	Perdas Físicas	Produção necessária	Capacidade instalada de captação	Saldo ou Déficit	Demanda máxima	Volume de reservação disponível	Volume de reservação necessário	Saldo ou déficit de reservação
	Habitantes (1)	L/s (2)	% (3)	L/s (4)	L/s (5)	L/s (6)	L/s (7)	m³/dia (8)	m³/dia (9)	m³/dia (10)
2019	1.901	2,14	23,24	2,64	5,00	2,36		55,00	61,63	-6,63
2020	1.939	2,19	23,24	2,70	5,00	2,30		55,00	63,07	-8,07
2021										
2022										
2023										
2024										
2025										
2026										
2027										
2028										
2029										
2030										
2031										
2032										
2033										
2034										
2035										
2036										
2037										
2038										
2039										
2040										
2041			cte*	(2)+(4)	cte*	(6)-(5)		cte*		(8)-(9)

*cte = constante

Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

Zona Rural

De acordo com o cenário atual, o acesso a água tratada na área rural (sítios, fazendas, chácaras), é por meio de soluções alternativas de abastecimento com a captação em poços amazônicos. De acordo com estimativas realizadas pelo IBGE, no ano de 2018 foram contabilizadas 950 residências nessas localidades rurais, onde 100% utilizam poços do tipo amazonas para abastecimento de água.

A Tabela 8 apresenta para o período de 2021-2041, a projeção populacional, a estimativa da demanda de água e vazões de água para a zona rural. Para o cálculo do volume consumido e da demanda máxima da zona rural utilizou o consumo médio per capita de 154.88 l/hab./dia, que corresponde à média estadual, conforme SNIS 2018. As perdas físicas foram calculadas da mesma forma que na zona urbana.

Tabela 8 - Estimativa da demanda de água e vazões de água para a zona rural

Ano	População Rural (1)	Vazão de projeto (2)	Volume consumido de água (3)		Demanda máxima (4)	Perdas Físicas (5)	Produção necessária (6)
	habitantes	L/s	m ³ /dia	m ³ /ano	L/s	L/s	L/s
2021	4.585	5,17	372,27	135.879,75	7,76	1,80	9,56
...
2041							

Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

Exemplificando...

Coluna 1 - População Rural: Retirada da projeção populacional (Tabela 3-1)

Coluna 2 - Vazão de projeto: Calcular através da (Equação 1)

$$Q_{2017} = \frac{P_{2017} * q * k_1}{86.400} = \frac{4.585 * 81,2 * 1,2}{86.400} = 5,17 \frac{L}{s}$$

Coluna 3 – Volume consumido:

$$0,0812 \frac{m^3}{dia} * 4.585 hab = 372,27 \frac{m^3}{dia}$$

$$372,27 \frac{m^3}{dia} * 365 dia = 135.879,75 \frac{m^3}{ano}$$

Coluna 4 – Demanda máxima: Calcular através da (Equação 3)

$$Q_{2017} = \frac{P_{2017} * q * k_1 * k_2}{86.400} = \frac{4.585 * 81,2 * 1,2 * 1,5}{86.400} = 7,76 \frac{L}{s}$$

Coluna 5 - Perdas Físicas (L/s): $7,76 \frac{L}{s} * \frac{23,24}{100} = 1,80 \frac{L}{s}$

Coluna 6 - Produção necessária: $7,76 \frac{L}{s} + 1,80 \frac{L}{s} = 9,56 \frac{L}{s}$

CENÁRIO FUTURO – deixar em aberto – será feito posteriormente

O diagnóstico dos serviços de abastecimento de água no município de São Felipe d'Oeste/RO apresenta a necessidade de uma reestruturação e adequação do modelo de prestação dos serviços de abastecimento de água. Sendo assim, o cenário futuro tem em seus objetivos a melhoria na eficiência operacional visando o alcance da universalização do saneamento e a garantia de um fornecimento de água potável à população. No Quadro 4-1 estão relacionados os objetivos e os cenários relativos ao abastecimento de água potável.

Deve ser elaborado conforme descrição contida no Item 2.

Quadro 4-1 - Objetivos para o Sistema de Abastecimento de Água Potável

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO	
	CÓDIGO	OBJETIVO
<i>(Definir situação atual)</i>	<i>A-1</i>	<i>(Definir objetivos para melhoria da situação)</i>

(Fonte: Própria do autor)

AValiação Financeira dos Cenários

Zona Urbana

Para as simulações financeiras, utilizou-se os indicadores apresentados na Tabela 4-4, segundo dados do SNIS (2018).

Tabela 4-4 - Informações sobre despesas e receitas consideradas

Código	Especificação	Unidade	
AG002	Quantidade de ligações ativas de água	Ligações	
AG003	Quantidade de economias ativas de água	Economias	
AG011	Volume de água faturado	1000m ³ /ano	
FN006	Arrecadação total	R\$/ano	
FN017	Despesas totais com os serviços (DTS)	R\$/ano	
IN003	Despesa total com os serviços por m ³ faturado	R\$/m ³	
IN005	Tarifa média de água	R\$/m ³	
IN022	Consumo médio per capita de água	l/hab./dia	
IN053	Consumo médio de água por economia	m ³ /mês/ec on.	

(Fonte: SNIS, 2018)

Caso o município não apresente dados do SNIS, fornecer informações de arrecadação e despesa totais e a quantidade de ligações ativas.

Em desenvolvimento

Para o cálculo da estimativa do volume medido multiplicou-se o número de habitantes pelo consumo per capita de água e por 365 dias para achar a estimativa anual. Por sua vez a receita foi calculada multiplicando o volume medido pela tarifa de água adotada. Já o cálculo das despesas foi realizado multiplicando o volume medido pela despesa total com os serviços por m³ faturado. A Tabela xx apresenta a avaliação das receitas e despesas com os serviços de abastecimento de água na zona urbana de São Felipe d'Oeste/RO.

receitas e despesas com os serviços de abastecimento de água na zona urbana.

Ano	População URBANA	Estimativa Volume medido	Receitas	Despesas	Saldo/déficit
	Habitantes (1)	m ³ /ano (2)	R\$/ano (3)	R\$/ano (4)	R\$/ano (5)
2021	1901	56.344,05	384.829,89	619.784,60	-234.954,71
...
2041	2825	$P_{2037} * q * 365$	(2) x Tarifa*	(2) x Despesa**	(3) – (4)

(Fonte: Própria do Autor)

*Tarifa = Tarifa de água adotada pelo município

**Despesa = Despesa total com os serviços por m³ faturado

Exemplificando...

Coluna 1 - População Urbana: Retirada da projeção populacional (Tabela 3-1)

Coluna 2 - Estimativa Volume medido: $0,0812 \frac{m^3}{dia} * 1.901 \text{ hab} * 365 = 56.344,05 \frac{m^3}{ano}$

Coluna 3 - Receitas: $56.344,05 \frac{m^3}{ano} * \frac{R\$ 6,83}{m^3} = R\$ 384.829,89$

Coluna 4 - Despesas: $56.344,05 \frac{m^3}{ano} * \frac{R\$ 11,00}{m^3} = R\$ 619.781,60$

Coluna 5 - Saldo/déficit: $384.829,89 - 619.781,60 = -234.954,71$

Zona Rural

A Tabela xx apresenta as projeções das receitas e despesas e investimentos necessários para a universalização do saneamento no horizonte de 20 anos. Para o cálculo das receitas e despesas de operação foram utilizados os valores de receitas operacionais provinda de uma tarifa de xx,xx R\$/m³ (citar fonte – CAERD ou outro equivalente) e despesas operacionais de xx,xx R\$/m³ (citar fonte – CAERD ou outro equivalente).

Caso o município em questão tiver cobrança de tarifa e controle dos custos operacionais, estes dados deverão ser modificados.

A tabela xx também apresenta dados relativos aos desembolsos com investimentos necessários para a construção de novas redes ou ampliações das existentes visando a universalização do abastecimento de água. Os valores foram projetados com base no valor de US\$ 152,00 por habitante, dado este obtido de estudo realizado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), majorados pelo coeficiente de 3,0, tendo em vista que as economias a serem alcançadas se localizam em locais mais remotos do município, bem como há a possibilidade de terem de ser instalados sistemas de abastecimento completos para alguns casos. A cotação do dólar utilizada foi de R\$ 3,50 – verificar possibilidade de atualização.

Sendo assim, avaliando a projeção da tabela temos um investimento (Coluna 4 da Tabela xx) no ano 2019 de R\$ 47.880,00 que se refere ao valor calculado para atingir toda a população atualmente não abastecida estimada em xx habitantes. Posteriormente, de um ano para outro, o valor do investimento se refere ao necessário devido ao aumento da população.

A coluna 'fluxo de caixa operacional' se refere ao acumulado de fluxo de caixa ao longo do período considerando as receitas menos as despesas de operação dos SAA's. Já a coluna 'fluxo de caixa c/investimento' se refere às receitas menos as despesas com custos operacionais e investimentos.

Caso o município apresente uma população decrescente na zona rural, os investimentos futuros não serão necessários.

Tabela xx - Avaliação financeira do SAA Rural – verificar se é uma solução pertinente à realidade de São Felipe d'Oeste/RO

Ano	Estimativa do volume medido SAA RURAL (1) m³/ano	Receita RURAL (2) R\$/ano	Despesas			Fluxo de caixa	
			Operacionais (3) R\$/ano	Investimentos (4) R\$/ano	Total (5) R\$/ano	Operacional (6) R\$/ano	Com investimento (7) R\$/ano
2017	128.900	366.077,21	333.852,10	47.880,00	381.732,10	32.225,11	-15.654,89
2018	128.051	363.666,01	331.653,15	0,00	331.653,15	32.012,85	32.012,85
2037	V ₂₀₃₇	(1) x Tarifa*	(1) x Despesa**		(3)+(4)	(2)-(3)	(2)-(5)

(Fonte: Própria do Autor)

*Tarifa = Tarifa de água adotada pelo município

**Despesa = Despesa total com a operação por m³ faturado

Exemplificando...

Coluna 1 – estimativa de volume medido: Retirada da Tabela 4-3 - Estimativa da demanda de água e vazões de água para a zona rural

Coluna 2 – Receita Rural: $128.900 \frac{m^3}{ano} * 2,84 \frac{R\$}{m^3} = R\$ 366.077,21$

Coluna 3 – Despesas operacionais: $128.900 \frac{m^3}{ano} * 2,54 \frac{R\$}{m^3} = R\$ 333.852,10$

Coluna 4 – Investimentos: Conforme explicado no parágrafo que precede a Tabela:

$$30 \text{ hab} * \frac{US\$ 152,00}{\text{hab}} * \frac{R\$ 3,50}{US\$} = R\$ 47.880,00$$

Coluna 5 – Despesas totais: $R\$ 333.852,10 + R\$ 47.880,00 = R\$ 381.732,10$

Coluna 6 – Fluxo de Caixa Operacional: $R\$ 366.077,21 - R\$ 333.852,10 = R\$ 32.225,11$

Coluna 7 – Fluxo de Caixa com investimento:

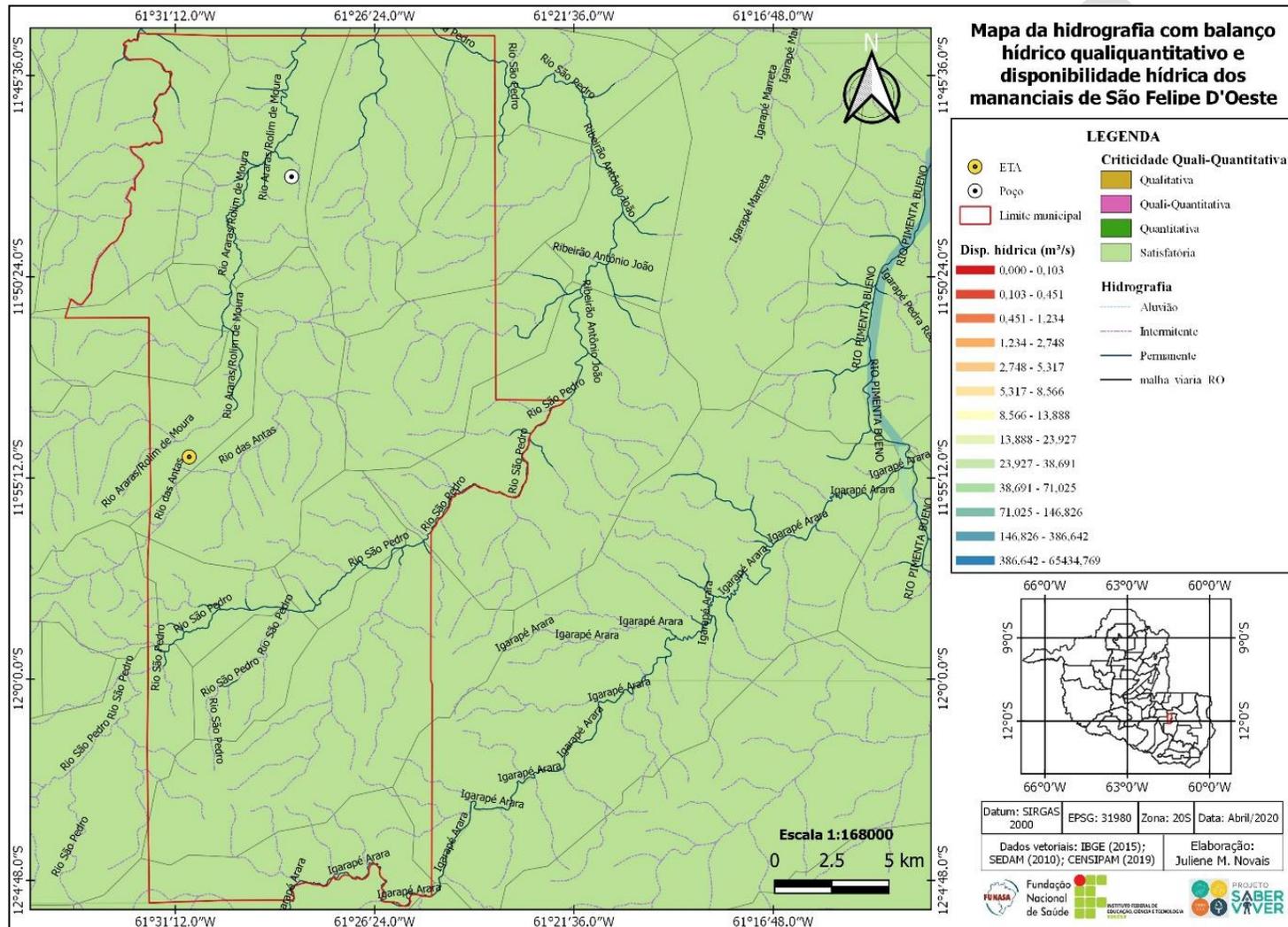
$$R\$ 366.077,21 - R\$ 333.852,10 - R\$ 47.880,00 = - R\$ 15.654,89$$

4.4 ALTERNATIVAS DE MANANCIAL PARA ABASTECIMENTO

O Município de São Felipe D'Oeste pertence as Bacias Sedimentares de Pimenta Bueno e Cristalino possui os seus corpos hídricos localizados na Unidade Hidrográfica de Gestão do Médio Rio Machado. A bacia sedimentar está localizada em um aquífero poroso. Essa unidade possui uma disponibilidade hídrica superficial de 21 a 76 m³/s. A subzona de ordenamento territorial é classificada como uma área de exploração agropecuária, com grande potencial social e alta aptidão agrícola, sendo a vazão média de uso consuntivo de 0,084m³/s (PERH, 2018).

Para identificar quais mananciais atenderiam às condições do sistema para abastecimento futuro da população de São Felipe D'Oeste, realizou-se uma caracterização territorial sobre o levantamento dos recursos hídricos somando informações obtidas pela Agência Nacional de Águas juntamente com verificações em campo. De acordo com o Balanço Hídrico Quali-Quantitativo da ANA (2016) não foram identificadas criticidades quantitativas e qualitativas nos mananciais superficiais para abastecimento humano (Figura 7Figura 7).

Figura 7 - Mapa hidrográfico do Município de São Felipe D'Oeste



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

Mesmo o Balanço Quali-Quantitativo apresentado pela ANA (2016) não identifica criticidades nos mananciais, é importante salientar que ocorre interferências antrópicas na bacia hidrográfica e isso pode proporcionar alterações na qualidade dos corpos hídricos. Ao analisar a rede hidrográfica do município, foram identificados corpos d'água que poderiam ser utilizados como opção viável de captação para abastecimento futuro da população do município de acordo com suas características, considerando a disponibilidade hídrica, a distância da sede, característica da qualidade da água bruta e as condições de entorno, sendo eles: Rio Araras, Rio das Antas e Aquíferos

O manancial utilizado para abastecimento de água na sede de São Felipe D'Oeste é o popularmente chamado Rio Araras, porém nos dados da Agência Nacional das Águas esse rio recebe o nome de Rio Rolim de Moura. A vazão apresentada no trecho de captação é de $Q_{95}=234,20$ l/s (ANA, 2016). A captação se localiza nas coordenadas geográficas de latitude $11^{\circ}54'16.0''S$ e longitude $61^{\circ}31'02.0''W$, 242m de altitude e a aproximadamente 1 km da sede municipal. Esse mesmo rio margeia o Distrito de Novo Paraíso e é um potencial manancial para abastecimento futuro nessa localidade (Figura 8).

Figura 8 - Rio Araras



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

De acordo com as projeções de consumo realizadas pela CAERD, a demanda máxima diária de abastecimento na sede para o ano de 2018 é de 1,78 l/s. No Distrito de Novo Paraíso a demanda diária de água é de 0,80 l/s. Como a vazão do rio é de $Q_{95} = 234,20$ l/s (ANA, 2016) ele atende à demanda atual de ambas as localidades.

O Rio das Antas é considerado como alternativa para abastecimento da área urbana do Município de São Felipe D'Oeste. O possível ponto de captação está localizado a norte da área urbana, aproximadamente a 2 km nas coordenadas geográficas latitude $11^{\circ}55'06''S$ e longitude $61^{\circ}29'54''W$. O manancial apresenta uma vazão aproximada de 210,6 l/s (ANA, 2016), as margens estão parcialmente preservadas e no entorno ocorre a prática de atividades pecuárias (Figura 9).

Figura 9 - Rio das Antas



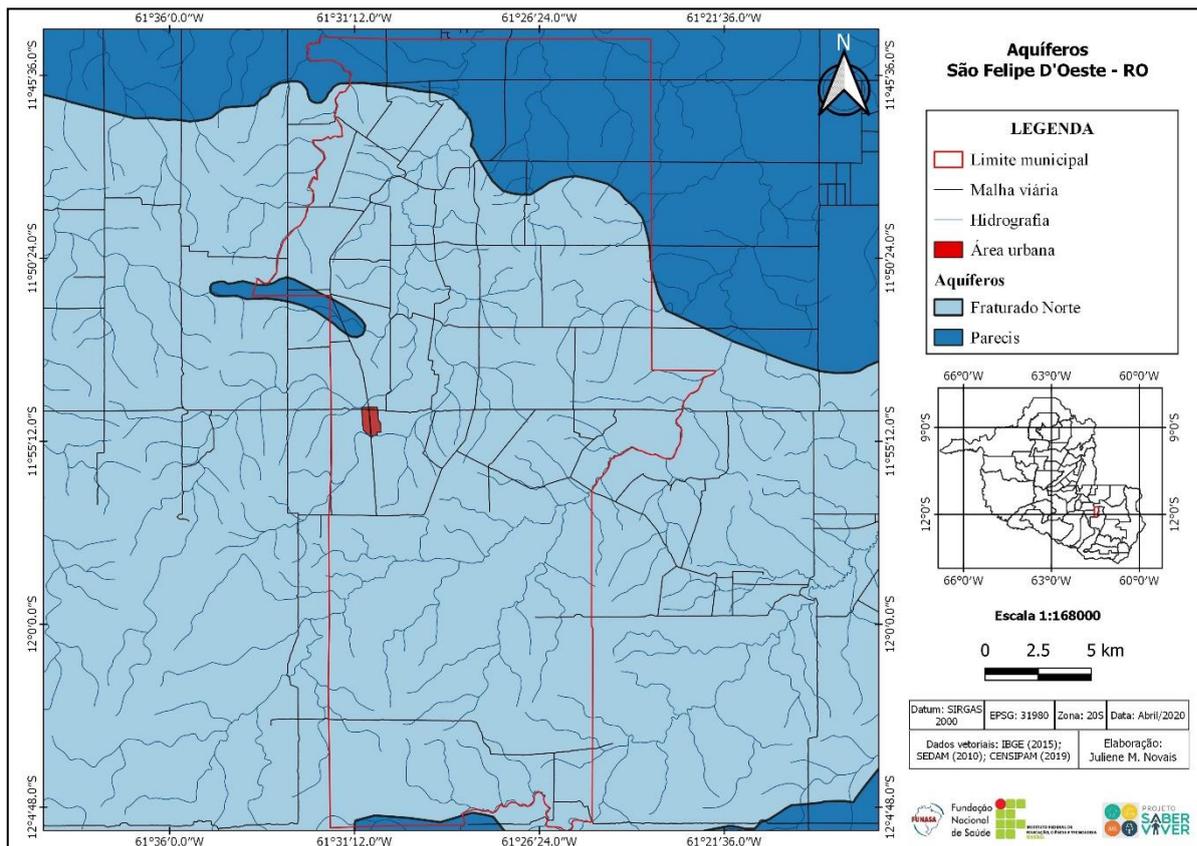
Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

Como não foram encontrados resultados de análises da qualidade de água desse manancial, são necessários estudos mais aprofundados com o objetivo de atestar a possibilidade de utilizá-lo para abastecimento futuro.

Em São Felipe D'Oeste existem locais como assentamentos e setores chacareiros que possuem os mananciais subterrâneos como garantia de atendimento da demanda. O município, encontra-se localizado sobre dois sistemas de aquíferos, os Sistema de Aquífero Fraturado (Fraturado Norte) e o Sistema de Aquífero Parecis.

O aquífero fraturado norte cobre 90% do território de São Felipe D'Oeste com reserva potencial explorável de 1,683 l/s/km². Já o Aquífero Parecis cobre 10% do território municipal e possui potencial explorável de 1.112 m³/s/km (Figura 10). De acordo com a Agência Nacional de Água (2019) a estimativa da vazão de retirada de água para todo o município, incluindo a área rural e urbana para o ano de 2030 será de 0,10 m³/s.

Figura 10 - Aquíferos existentes no Município de São Felipe D'Oeste



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

O Município de São Felipe D'Oeste possui dentro de seu limite municipal outros mananciais, porém devido a distância torna-se oneroso utilizá-los como possíveis mananciais para o abastecimento público.

Capítulo 3 5 PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O cenário proposto foi avaliado tecnicamente e financeiramente e discutidos conjuntamente com os membros dos Comitês do PMSB de São Felipe d'Oeste/RO. Sua avaliação permitirá ao município uma tomada de decisão quanto ao modelo de gestão e as ações necessárias para garantir a coleta e tratamento do esgoto na zona urbana e na zona rural.

5.1 CENÁRIOS APLICADOS AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

No município de São Felipe D'Oeste não foram verificados sistemas relacionados ao esgotamento sanitário coletivo (estação elevatória, interceptores, estações de tratamento, emissários etc.), também não há sistemas condominiais, tornando-se o mais usual pelos

moradores a utilização de fossas rudimentares.

No entanto, o município possui um projeto para implantação do sistema público de esgotamento sanitário que foi realizado com recurso da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) no Programa de Aceleração do Crescimento – PAC2/2012.

São Felipe D'Oeste possui uma população total em 2018 igual a 5.280 habitantes, cujo perímetro urbano possui 1.267 habitantes distribuídos em 383 domicílios permanentes. De acordo com o levantamento de dados, 368 domicílios (96%) da sede lançam os esgotos produzidos em fossas rudimentares, sendo que 4% lançam a céu aberto ou estão ligados a rede de drenagem.

Como a maior parte da população do município utiliza fossa rudimentar para lançamento de seus efluentes domésticos, é comum encontrar alguns desses dispositivos em condições de infraestrutura precárias, situação essa que contribui para a propagação de doenças e vetores no local, além de oferecer perigo de acidentes aos residentes de seu entorno, como crianças e idosos, que ocasionalmente podem desatentar-se a situação.

Observou-se “*in loco*” que ocorre o lançamento de esgoto na rede de drenagem, como também águas residuais, provenientes do chuveiro, da pia e da lavanderia diretamente nas sarjetas e nos canais de drenagem de águas pluviais, ocorrendo assim à destinação de efluentes domésticos a céu aberto, criando condições insalubres (Figura 11).

Figura 11 - Lançamento de esgoto no sistema de drenagem em São Felipe D'Oeste



Rua José Firmino

Coordenadas: 11°54'34.96"S e 61°30'41.51"O



Avenida Sete de Setembro

Coordenadas: 11°54'57.72"S e
61°30'50.80"O

Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

O Distrito de Novo Paraíso possui uma população total de 861 habitantes distribuídos em 260 domicílios. O Distrito não possui nenhum sistema de esgotamento sanitário coletivo, apenas soluções alternativas individuais, ou seja, 255 domicílios (98%) lançam os esgotos produzidos em fossas rudimentares e 5 domicílios (2%) lançam a céu aberto ou estão ligados a rede de drenagem (Figura 12).

Figura 12 - Fossas rudimentares no Distrito Novo Paraíso



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

A Zona Rural possui uma população total de 3.152 habitantes distribuídos em 950 domicílios, sendo que 713 domicílios (75%) lançam os esgotos produzidos em fossas rudimentares, 190 domicílios (20%) utilizam fossas sépticas como alternativa final para o esgotamento sanitário, 38 domicílios (4%) ainda utilizam privada com fossa seca e 9 domicílios (1%) lançam a céu aberto (Figura 13).

Figura 13 - Fossa rudimentar utilizada na Zona Rural



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

A principal deficiência encontrada no município referente ao sistema de esgotamento sanitário encontra-se justamente na sua ausência, obrigando os moradores a optarem por soluções individuais de destinação de seus efluentes. Um cenário preocupante, pois, a disposição inadequada desses efluentes pode acarretar alguns problemas como por exemplo a contaminação do lençol freático, pois as fossas se encontram em locais próximos aos poços, problemas com odores, riscos de acidentes em fossas e dispositivos com infraestrutura comprometida além da atração de vetores nesses locais.

Quando necessário a população contrata serviços de limpeza de fossa, de outros municípios como Cacoal, pois no município não há empresa desse segmento, sendo assim, a empresa coleta o efluente e o transporta até sua Sede na sua Cidade de origem onde possui Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

Um outro fator considerado como de risco relacionado ao esgotamento sanitário em São Felipe D'Oeste é o lançamento de águas residuais a céu aberto em pontos da cidade, como já referido no Relatório do Diagnóstico Técnico-Participativo, que provocam incômodos à população e comprometem as condições de salubridade das vias públicas, bem como a finalidade dos elementos da microdrenagem.

Ademais, além dos problemas citados, durante visita técnica constatou-se que o município apresenta problemas em relação a ligações clandestinas de lançamento de esgoto em dispositivos de drenagem, como mostra a (Figura 14).

Figura 14 - Ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem em São Felipe D'Oeste.



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

No Distrito de Novo Paraíso, também é observado áreas contaminadas por esgoto, trata-se de uma represa (Figura 15), na qual são lançados efluentes pelos moradores, a mesma apresenta vasta vegetação, além de contar com a presença de grande quantidade de macrófitas.

Figura 15 - Represa no Distrito Novo Paraíso.



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

O fato de não existir sistema de tratamento de esgoto no Município de São Felipe D'Oeste induziu a população a adotar soluções alternativas individuais para eliminar os dejetos gerados, condição adotada pela maioria da população. A utilização destes dispositivos para eliminar o esgoto doméstico é considerada como uma forma inadequada de destinação, pelo simples fato de não realizar o tratamento do esgoto, trazendo riscos à saúde da população e à incolumidade das pessoas, visto que as soluções individuais não atendem as normas vigentes.

5.1.1 Projeção da vazão de esgotos para a Zona Urbana

O crescimento populacional, a previsão de população a ser atendida e os volumes de esgoto a serem coletados para o horizonte do PMSB na zona urbana, 2021 a 2041, estão apresentadas na **Tabela xx**. Estas são as vazões utilizadas para a elaboração dos cenários e devem ser consideradas no projeto executivo do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) - vazão nominal e vazão máxima. Foram adotados os seguintes parâmetros para os cálculos necessários:

a) Vazão média de esgotos produzida

A produção de esgotos corresponde aproximadamente à vazão de água efetivamente consumida. Entende-se por consumo efetivo aquele registrado na micromedição da rede de distribuição de água, descartando-se, portanto, as perdas do sistema de abastecimento. Parte desse volume efetivo não chega aos coletores de esgoto, pois conforme a natureza de consumo perde-se por evaporação, incorporação à rede pluvial ou escoamento superficial (ex.: irrigação de jardins e parques, lavagem de carros, instalações não conectadas à rede etc.). Dessa forma, para estimar a fração da água que adentra à rede de esgotos, aplica-se o coeficiente de retorno (R), que é a relação média entre o volume de esgoto produzido e a água efetivamente consumida. O coeficiente de retorno pode variar de 40% a 100%, sendo que usualmente adota-se o valor de 80% (VON SPERLING, 2005).

A produção estimada de esgoto da população urbana de São Felipe d'Oeste/RO foi calculada conforme a Equação 4.

Equação 4— Produção estimada de Esgoto

$$Q = 365 * P * q * R$$

Onde:

P = população prevista para cada ano;

q = consumo médio de água per capita ($m^3/hab.dia$)

R = coeficiente de retorno: 0,80

A Vazão nominal estimada de esgoto da população urbana de Guajará-Mirim/RO foi calculada conforme a Equação 5.

Equação 5— Vazão nominal de esgoto

$$V_{nom} = \frac{P * q * R * k_1}{86400}$$

Onde:

P = população prevista para cada ano (total);

q = consumo médio de água per capita ($L/hab.dia$)

R = coeficiente de retorno: 0,80

*k*₁ = coeficiente do dia de maior consumo: 1,2

A Vazão máxima estimada de esgoto da população urbana de Guajará-Mirim/RO foi calculada conforme a Equação 6.

Equação 6— Vazão máxima de esgoto

$$V_{max} = \frac{P * q * R * k_1 * k_2}{86400}$$

Onde:

P = população prevista para cada ano;

q = consumo médio de água per capita (L/hab.dia)

R = coeficiente de retorno: 0,80

*k*₁ = coeficiente do dia de maior consumo: 1,2

*k*₂ = coeficiente da hora de maior consumo: 1,5

A produção estimada, a vazão nominal estimada e a vazão máxima estimada consideraram um consumo médio per capita de água de 88,44 litros de água por habitante ao dia, valor adotado geralmente pela Caerd nos cálculos de projetos de SES. Destaca-se que para a realização deste prognóstico a demanda calculada considerou o atendimento de 100% da população da Sede, considerando a universalização do acesso à coleta e ao tratamento de esgoto na área urbana.

A vazão média estimada de esgoto é calculada a partir da Equação 7 abaixo e considera o consumo médio de água per capita de 88,44 litros de água por habitante ao dia, conforme dados constantes SNIS (2018), para o município.

Equação 7— Vazão média de esgoto

$$V_{med} = \frac{P * q * R}{86400}$$

Onde:

P = população prevista para cada ano;

q = consumo médio de água per capita (L/hab.dia):

R = coeficiente de retorno: 0,80

Tabela 9— Projeção da vazão de esgoto para o horizonte do PMSB de São Felipe d'Oeste/RO

Ano	População Urbana	Produção Estimada de Esgoto	Vazão Nominal estimada de Esgoto	Vazão Máxima estimada de Esgoto	Vazão Média estimada de Esgoto	Carga DBO5	Carga SST
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Habitantes	m³/ano	L/s	L/s	L/s	Kg/dia	Kg/dia
2021	1.901	83.267	3,17	4,75	1,43	102,66	114,06
2022	1.939	84.932	3,23	4,85	1,46	104,71	116,35
2023							
2024							

2025						
2026						
2027						
2028						
2029						
2030						
2031						
2032						
2033						
2034						
2035						
2036						
2037						
2038						
2039						
2040						
2041	P ₂₀₃₇	$(1) \cdot 365 \cdot 150 \cdot 0,8$	(2)/86.400	(3)*1,5	$[(1) \cdot 150 \cdot 0,8] / 86.400$	P ₂₀₃₇

Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

Em desenvolvimento

Exemplificando...

Coluna 1: Retirada da projeção populacional (Tabela 3-1)

Coluna 2 – Produção Estimada de Esgoto: A partir da (Equação 4)

$$Q = 365 \times 1.655 \times 150 \times 0,8 = 72.489 \frac{m^3}{ano}$$

Coluna 3 – Vazão Nominal estimada de Esgoto: A partir da (Equação 5)

$$Q_{nom} = \frac{1.655 \times 150 \times 0,8 \times 1,2}{86.400} = 2,76 \frac{L}{s}$$

Coluna 4 – Vazão máxima estimada de Esgoto: A partir da (Equação 6)

$$Q_{máx} = \frac{1.655 \times 150 \times 0,8 \times 1,2 \times 1,5}{86.400} = 4,14 \frac{L}{s}$$

Coluna 5 – Vazão média estimada de Esgoto: A partir da (Equação 7)

$$Q_{med} = \frac{1.655 \times 81,2 \times 0,8}{86.400} = 1,24 \frac{L}{s}$$

Coluna 6 – Carga de DBO₅: $0,054 \frac{kg\ DBO}{hab\ dia} * 1.901\ hab = 102,66 \frac{kg\ DBO}{dia}$

Coluna 7 – Carga de SST: $0,06 \frac{kg}{hab\ dia} * 1.901\ hab = 114,06 \frac{kg\ DBO}{dia}$

5.1.2 Projeção da vazão de esgoto para a Zona Rural

Para a avaliação das demandas por coleta e tratamento de esgoto para zona rural de São Felipe d'Oeste/RO, adotou-se os seguintes parâmetros:

a) Carga orgânica gerada

Para avaliar a carga orgânica associada ao esgoto sanitário, gerada e lançada nos cursos d'água (ou diretamente no subsolo) que entrecortam o município de São Felipe d'Oeste/RO, trabalhou-se com as seguintes informações: número total de habitantes da zona rural do município e contribuição de cada indivíduo em termos de matéria orgânica presente nos esgotos domésticos. Segundo VON SPERLING (2005), esse valor correspondente a 0,054 Kg DBO por habitante por dia. Dessa forma, a carga orgânica gerada foi calculada multiplicando-se a sua população (em nº de habitantes) pela carga per capita (equivalente a 0,054 Kg DBO/hab.dia).

b) Vazão média de esgotos produzida

Para estimar a vazão média de esgotos produzida pela população da zona rural, foi considerado um consumo per capita de água equivalente a 88,44 l/hab.dia e um coeficiente de retorno de 80%. A vazão média de esgotos da população rural de São Felipe d'Oeste/RO foi

calculada para o período compreendido entre 2021 e 2041 (horizonte de planejamento do PMSB), conforme a Equação 8.

Equação 8— Vazão média de esgoto

$$V_{med} = \frac{P * q * R}{86400}$$

Onde:

P = população prevista para cada ano (total);

q = consumo médio de água per capita (L/hab.dia);

R = coeficiente de retorno: 0,80

A Tabela 12 apresenta a avaliação da carga orgânica gerada e da demanda por coleta e tratamento de esgoto para a zona rural.

Tabela 10— Avaliação da carga orgânica gerada e da demanda por coleta e tratamento de esgoto para a zona rural de Guajará-Mirim/RO.

Ano	População Zona Rural	Carga orgânica gerada	Carga SST	Vazão média de esgotos produzida
	habitantes	Kg DBO/dia	kg/dia	L/s
2021				
2022				
2023				
2024				
2025				
2026				
2027				
2028				
2029				
2030				
2031				
2032				
2033				
2034				
2035				
2036				
2037				
2038				
2039				
2040				
2041	<i>P</i> ₂₀₃₇	<i>kg DBO</i> 0,054 <i>P</i> ₂₀₃₇	<i>kg</i> 0,06 <i>P</i> ₂₀₃	<i>P</i> ₂₀₃₇ * <i>q</i> * 0,8

Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

Exemplificando...

Colunas 1: Retirada da projeção populacional (Tabela 3-1)

Coluna 2 – Carga orgânica gerada:

$$Q = 0,054 \frac{kg\ DBO}{hab.\ dia} * 4.349\ hab = 234,85 \frac{kg\ DBO}{dia}$$

Coluna 3 – Carga SST:

$$Q = 0,06 \frac{kg}{hab.\ dia} * 4.349\ hab = 260,95 \frac{kg\ DBO}{dia}$$

Coluna 4 – Vazão Nominal estimada de Esgoto: A partir da (Equação 8)

$$Q_{med} = \frac{4.349 * 81,2 * 0,8}{86.400} = 3,27 \frac{L}{s}$$

Em desenvolvimento

Os resultados apontam para a necessidade de implementar soluções que possam tratar preliminarmente o esgoto doméstico antes deste ser lançado ao ambiente contaminando o solo e recursos hídricos e expondo a população rural aos sérios riscos de doenças correlacionadas a saneamento inadequado como diarreia, verminoses, dentre outros.

5.2 CENÁRIO FUTURO – deixar em aberto – será feito posteriormente

Neste item deverá ser descrito cenário futuro relativo ao esgotamento sanitário para toda a região do município. Deve ser elaborado conforme descrição contida no Item 2.

O Apêndice A deste manual apresenta algumas alternativas técnicas para a destinação correta das águas servidas.

O município de São Felipe d'Oeste/RO (*possui soluções individuais de tratamento / não possui nenhum tipo de tratamento*). Porém, estas soluções apresentam muitos problemas, causando contaminação do lençol freático e de corpos hídricos urbanos. Sendo assim, as alternativas propostas para o tratamento de esgoto sanitário gerado na zona urbana e rural são os seguintes.

Na zona urbana, recomenda-se ...

(Insira o cenário)

Para a zona rural,

(Insira o cenário)

Quadro 5-1 - Objetivos para o Sistema de Esgotamento Sanitário

ENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO	
	ÍTEM	OBJETIVO
<i>(Definir situação atual)</i>	<i>E-1</i>	<i>(Definir objetivos para melhoria da situação)</i>

5.3 PADRÃO DE LANÇAMENTO PARA EFLUENTE FINAL DE SES

Os padrões de emissão exigidos pela SEDAM/RO (Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental/Rondônia) para o efluente final dos sistemas de tratamento de esgotos são regrados pela Resolução CONAMA 430, de 13 de maio de 2011 e Decreto

Estadual nº 7.903, de 01 de julho de 1997.

O Decreto Estadual nº 7.903, de 01 de julho de 1997 regulamenta a Lei nº 547, de 30 de dezembro de 1993, que dispõe sobre proteção, recuperação, controle, fiscalização e melhoria de qualidade do meio ambiente no estado de Rondônia (RONDÔNIA, 1997). O Título II trata da Poluição da água, em seu art. 9º aponta que as águas de Classe Especial para uso de abastecimento sem a prévia desinfecção, os coliformes fecais devem estar ausentes em qualquer amostra. Para águas de Classe I, são estabelecidos os limites e/ou condições conforme o Quadro 1 (Art. 10).

Quadro 2 - Limites e/ou condições de coliformes fecais para águas de Classe I.

Parâmetros	Limites e/ou condições
Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais	Virtualmente ausentes
Óleos e graxas	Virtualmente ausentes
Substancias que comuniquem gosto ou odor	Virtualmente ausentes
Corantes artificiais	Virtualmente ausentes
Substancias que formem depósitos objetáveis	Virtualmente ausentes
DBO 7 dias 20°C	Até 3 mg/l O ₂
Turbidez	Até 40 unidades nefelométricas de turbidez (UNT)
Cor	Nível de cor natural do corpo de água em 70 mg Pt/l
pH	6,0 a 9,0
Substâncias potencialmente prejudiciais	Constantes no Anexo I deste Decreto

Fonte: Decreto Estadual nº 7.903/1997 (Rondônia, 1997)

O Decreto coloca ainda que em seu art. 10, §3º que para demais usos não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de 5 amostras mensais em qualquer mês. E no caso de não haver na região meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de 1.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de 5 amostras fecais colhidas em qualquer mês (§4º, art. 10).

Para águas de Classe 2, são estabelecidos os mesmos limites ou condições da Classe 1, à exceção dos seguintes (Art. 11):

- I – proibida a presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
- III – Cor: até 70 mg/l;
- IV – Turbidez: até 100 UNT;
- V – DBO 7 dias a 20°C até 5 mg/l - O₂;

O Decreto descreve ainda os limites ou condições para as águas de Classe 3 e 4. O art. 17 menciona, portanto, que os efluentes de qualquer natureza somente poderão ser lançados nas águas inferiores, subterrâneas, situadas no território do Estado de Rondônia, desde que não sejam considerados poluentes, na forma estabelecidas no art. 2º, deste Regulamento:

Artigo 2º - O Poder Público Estadual, através da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM, estabelecerá e regerá as medidas de proteção, recuperação, controle, fiscalização e melhoria da qualidade do meio ambiente no Estado de Rondônia.

Neste sentido, a presente disposição aplica-se aos lançamentos feitos diretamente, por fonte de poluição ou indiretamente, através de canalização pública ou privada, bem de outro dispositivo de transporte, próprio ou de terceiros.

A Resolução Conama em sua Seção III trata das Condições e Padrões para Efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários. O Quadro 2 resume as condições e padrões específicos descritos no art. 21.

Quadro 3 – Condições e padrões específicos de lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários

Parâmetro	Valores máximos	Condições
pH	5 e 9	-
Temperatura	< 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 <i>Inmhoff</i> . 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	Até 100 mg/L	-
Ausência de materiais flutuantes	-	-

Fonte: Resolução Conama nº 430/2011.

As condições e padrões de lançamento relacionados na Seção II que trata das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, em seu art. 16, incisos I e II, da Resolução CONAMA 430/2011, poderão ser aplicáveis aos sistemas de tratamento de esgotos sanitários, a critério do órgão ambiental competente, em função das características locais, não sendo exigível o padrão de nitrogênio amoniacal total (Quadro 3).

Quadro 4 – Padrões de lançamento de efluentes – Parâmetros inorgânicos

Parâmetros inorgânicos	Valores máximos
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total (Não se aplica para o lançamento em águas salinas)	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd

Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr+6
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr+3
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Merúrio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Parâmetros Orgânicos	Valores máximos
Benzeno	1,2 mg/L
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano (somatório de 1,1 + 1,2cis + 1,2 trans)	1,0 mg/L
Estireno	0,07 mg/L
Etilbenzeno	0,84 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C6H5OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L
Tolueno	1,2 mg/L
Xileno	1,6 mg/L

Fonte: Resolução Conama nº 430/2011.

No caso de sistemas de tratamento de esgotos sanitários que recebam lixiviados de aterros sanitários, o órgão ambiental competente deverá indicar quais os parâmetros do art. 16, inciso II desta Resolução que deverão ser atendidos e monitorados, não sendo exigível o padrão de nitrogênio amoniacal total. Para a determinação da eficiência de remoção de carga poluidora em termos de DBO₅,20 para sistemas de tratamento com lagoas de estabilização, a amostra do efluente deverá ser filtrada.

O Art. 22 desta mesma Resolução menciona que o lançamento de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos deve atender aos padrões da classe do corpo receptor, após o limite da zona de mistura e ao padrão de balneabilidade, de acordo com as normas e legislação vigentes. Este lançamento deve ser precedido de tratamento que garanta o atendimento das seguintes condições e padrões específicos, sem prejuízo de outras exigências cabíveis conforme o Quadro 4.

Quadro 5 – Condições e padrões específicos de lançamento de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos

Parâmetro	Valores máximos	Condições
pH	5 e 9	-
Temperatura	< 40 °C	Sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura.
Após desarenação		
Sólidos grosseiros e materiais flutuantes	Eficiência mínima de remoção de 20%,	Após desarenação.
Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até	Até 100 mg/L	-
Ausência de materiais flutuantes	-	-

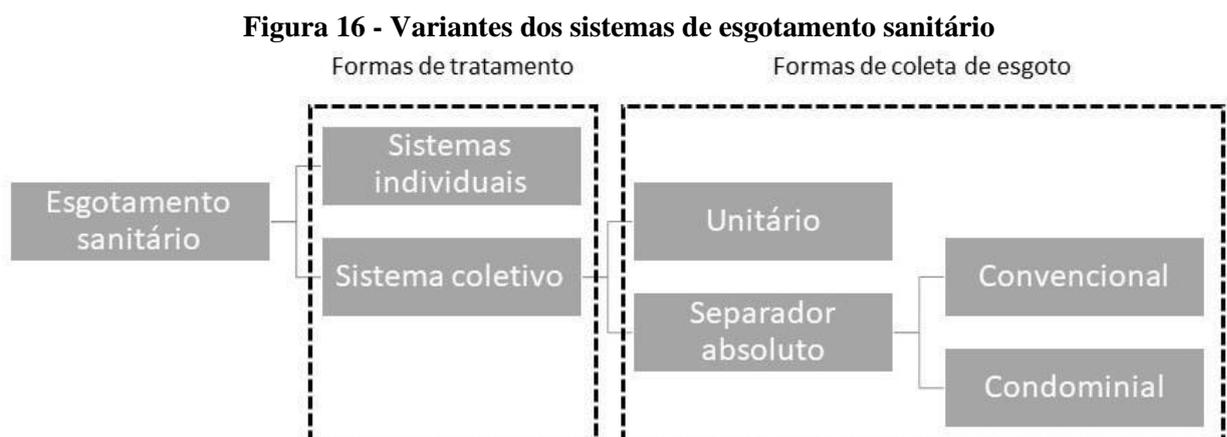
Fonte: Resolução Conama nº 430/2011.

A Resolução explica também que os efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários poderão ser objeto de teste de ecotoxicidade no caso de interferência de efluentes com características potencialmente tóxicas ao corpo receptor, a critério do órgão ambiental competente. Esses testes de ecotoxicidade em efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários têm como objetivo subsidiar ações de gestão da bacia contribuinte aos referidos sistemas, indicando a necessidade de controle nas fontes geradoras de efluentes com características potencialmente tóxicas ao corpo receptor.

As ações de gestão serão compartilhadas entre as empresas de saneamento, as fontes geradoras e o órgão ambiental competente, a partir da avaliação criteriosa dos resultados obtidos no monitoramento.

5.4 SUGESTÕES DE SOLUÇÕES TÉCNICAS PARA A PROBLEMÁTICA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A necessidade de análise de alternativas para a escolha de técnicas para a coleta e o tratamento de efluentes se deve ao grande número de tecnologias e sistemas disponíveis. Sendo assim, a (Figura 16) apresenta as variantes dos sistemas de esgotamento sanitário, contendo as formas de tratamento e de coleta.



Os sistemas individuais são sistemas onde as distâncias entre fontes geradoras de esgoto, seu tratamento e disposição final são próximos entre si. Enquanto os sistemas coletivos apresentam estações de tratamento, construídas em regiões periféricas das cidades e redes de tubulações interconectadas com estações de bombeamento que permitem a coleta e o afastamento do esgoto sanitário das residências.

A respeito das formas de coleta, o sistema unitário transporta esgotos sanitários, águas de infiltração e as águas pluviais em uma mesma rede de canalizações até a ETE. Podem ser previstos dois tipos de tratamento destes efluentes, o tratamento da totalidade dos efluentes ou dimensionar a ETE para atender as vazões do esgoto sanitário e as vazões pluviais em tempo seco. Já no sistema separador absoluto, os esgotos sanitários são coletados em um conjunto de canalizações independentes da rede de drenagem pluvial. O sistema condominial é uma variante do sistema separador absoluto. Ao contrário do que é feito na rede convencional, a rede do sistema condominial é construída nos passeios ou dentro dos lotes, possibilitando a utilização de canalização menos resistente e com menor aterramento.

A remoção dos poluentes no tratamento de forma a adequar o lançamento nos corpos hídricos do município a um padrão de qualidade aceitável, conforme Von Sperling (2005), está associada aos conceitos de nível de tratamento e eficiência do tratamento. O tratamento dos esgotos é, usualmente, classificado através dos níveis apresentados no (Quadro 6).

Quadro 6 - Níveis de tratamento

Nível de Tratamento	Descrição	Tipo de remoção
Preliminar	Remoção de constituintes dos esgotos como galhos, objetos flutuantes, areia e gordura que possam causar dificuldades operacionais ou de conservação nos processos ou operações unitárias de tratamento.	Mecanismos físicos
Primário	Remoção dos sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica	
Secundário	Remoção da matéria orgânica e eventualmente nutriente (nitrogênio e fósforo)	Mecanismos biológicos
Terciário	Remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou ainda a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos. Raramente usados no Brasil.	-

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 1995.

Uma estação de tratamento pode ser composta por várias unidades com diferentes níveis de tratamento. Normalmente, uma estação apresenta:

- Tratamento preliminar, realizado através do gradeamento e do desarenador,
- Medidor de vazão;
- Tratamento primário, realizado através de um decantador, e;

- Tratamento secundário, que apresenta uma grande variedade de alternativas.

As formas de tratamento secundário mais utilizadas estão descritas brevemente nos Quadros 7, 8, 9, 10 e 11 que seguem.

Quadro 7 - Tipos de Lagoas de estabilização

Tipo	Descrição
Lagoa Facultativa	A DBO solúvel e finamente particulada é estabilizada com a presença de oxigênio por bactérias dispersas no meio líquido, ao passo que a DBO suspensa tende a sedimentar, sendo estabilizada anaerobiamente por bactérias no fundo da lagoa. O oxigênio requerido pelas bactérias aeróbias é fornecido pelas algas, através de fotossíntese.
Lagoa Anaeróbica + lagoa facultativa	A DBO é em torno de 50% estabilizada na lagoa anaeróbia (sem oxigênio; mais profunda e com menor volume), enquanto a DBO remanescente é removida na lagoa facultativa. O sistema ocupa uma área inferior ao de uma lagoa facultativa.
Lagoa Aerada Facultativa	Os mecanismos de remoção da DBO são similares aos de uma lagoa facultativa. No entanto, o oxigênio é fornecido por aeradores mecânicos, ao invés de através da fotossíntese. Como a lagoa é também facultativa, uma grande parte dos sólidos do esgoto e da biomassa sedimenta, sendo decomposta anaerobiamente no fundo.
Lagoa aerada de mistura completa + lagoa de decantação	A energia introduzida por unidade de volume da lagoa é elevada, o que faz com que os sólidos (principalmente a biomassa) permaneçam dispersos no meio líquido, ou em mistura completa. A decorrente maior concentração de bactérias no meio líquido aumenta a eficiência do sistema na remoção da DBO, o que permite que a lagoa tenha um volume inferior ao de uma lagoa aerada facultativa. No entanto, os efluentes contêm elevados teores de sólidos (bactérias), que necessitam ser removidos antes do lançamento no corpo receptor. A lagoa de decantação a jusante proporciona condições para essa remoção. O lodo da lagoa de decantação deve ser removido em períodos de poucos anos.

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 1995

Quadro 8 - Lodos ativados e suas variantes

Tipo	Descrição
Lodos ativados convencional	Os sólidos (lodo) são recirculados do fundo da unidade de decantação, por meio de bombeamento, para a unidade de aeração. No tanque de aeração, devido à entrada contínua de alimento, na forma de DBO dos esgotos, as bactérias crescem e se reproduzem continuamente. Para manter o sistema em equilíbrio é necessário que se retire aproximadamente a mesma quantidade de biomassa que é aumentada por reprodução. O lodo permanece no sistema de 4 a 10 dias.
Lodos ativados com aeração prolongada	Difere do tipo convencional devido ao tempo em que o lodo permanece no sistema (20 a 30 dias). Para que a biomassa permaneça mais tempo, é necessário que o reator seja maior. Visto que a disponibilidade de alimento para as bactérias é menor que a da convencional, as bactérias, para sobreviver, passam a utilizar nos seus processos metabólicos a própria matéria orgânica, estabilizando o lodo no sistema. Normalmente não apresentam decantadores primários.
Lodos ativados com fluxo intermitente (batelada)	O processo consiste de um reator de mistura completa onde ocorrem todas as etapas do tratamento, através do estabelecimento de ciclos de operação com durações definidas. Não é necessário decantadores separados. Os ciclos de tratamento são: enchimento (entrada de esgoto bruto ou decantado no reator); reação (aeração/mistura da massa líquida contida no reator); sedimentação (sedimentação e separação dos sólidos em suspensão do esgoto tratado); esvaziamento (retirada do esgoto tratado do reator); repouso (ajuste de ciclos e remoção do lodo excedente)

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 1995

Quadro 9 - Sistemas aeróbios com biofilmes

Tipo	Descrição
-------------	------------------

Filtro de baixa carga	A DBO é estabilizada aerobiamente por bactérias que crescem aderidas a um suporte (comumente pedras). O esgoto é aplicado na superfície do tanque através de distribuidores rotativos. O líquido percola pelo tanque, saindo pelo fundo, ao passo que a matéria orgânica fica retida pelas bactérias. Os espaços livres são vazios, o que permite a circulação de ar. No sistema de baixa carga, há pouca disponibilidade de DBO para as bactérias, o que faz com que as mesmas sofram uma autodigestão, saindo estabilizadas do sistema. As placas de bactérias que se despregam das pedras são removidas no decantador secundário. O sistema necessita de decantação primária.
Filtro de alta carga	Similar ao sistema anterior, com a diferença de que a carga de DBO aplicada é maior. As bactérias (lodo excedente) necessitam de estabilização no tratamento do lodo. O efluente do decantador secundário é recirculado para o filtro, de forma a diluir o afluente e garantir uma carga hidráulica homogênea.
Biodisco	Os biodiscos não são filtros biológicos, mas apresentam a similaridade de que a biomassa cresce aderida a um meio suporte. Este meio é provido por discos que giram, ora expondo a superfície ao líquido, ora ao ar.

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 1995

Quadro 10 - Sistemas anaeróbios

Tipo	Descrição
Reator anaeróbio de manta de lodo (UASB)	A DBO é estabilizada anaerobiamente por bactérias dispersas no reator. O fluxo do líquido é ascendente. A parte superior do reator é dividida nas zonas de sedimentação e de coleta de gás. A zona de sedimentação permite a saída do efluente clarificado e o retorno dos sólidos (biomassa) ao sistema, aumentando a sua concentração no reator. Entre os gases formados inclui-se o metano. O sistema dispensa decantação primária. A produção de lodo é baixa, e o mesmo sai estabilizado.
Filtro anaeróbio	A DBO é estabilizada anaerobiamente por bactérias aderidas a um meio suporte (usualmente pedras) no reator. O tanque trabalha submerso, e o fluxo é ascendente. O sistema requer decantação primária (frequentemente fossas sépticas). A produção de lodo é baixa, e o mesmo já sai estabilizado.

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 1995

Quadro 11 - Tipos de disposição no solo

Tipo	Descrição
Infiltração lenta	Os esgotos são aplicados ao solo, fornecendo água e nutrientes necessários para o crescimento das plantas. Parte do líquido é evaporada, parte percola no solo, e a maior parte é absorvida pelas plantas. As taxas de aplicação no terreno são bem baixas. O líquido pode ser aplicado segundo os métodos da aspersão, do alagamento e da crista e vala.
Infiltração rápida	Os esgotos são dispostos em bacias rasas. O líquido passa pelo fundo poroso e percola pelo solo. A perda pela evaporação é menor, face às maiores taxas de aplicação. A aplicação intermitente, proporcionando um período de descanso para o solo. Os tipos mais comuns são: percolação para a água subterrânea, recuperação por drenagem subsuperficial e recuperação por poços freáticos.
Infiltração sub-superficial	O esgoto pré-decantado é aplicado abaixo do nível do solo. Os locais de infiltração são preenchidos com um meio poroso, no qual ocorre o tratamento. Os tipos mais comuns são as valas de infiltração e os sumidouros.
Escoamento superficial	Os esgotos são distribuídos na parte superior de terrenos com certa declividade, através do qual escoam, até serem coletados por valas na parte inferior. A aplicação é intermitente, os tipos de aplicação são: aspersores de alta pressão, aspersores de baixa pressão e tubulações ou canais de distribuição com aberturas intervaladas.

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 1995

De acordo com Von Sperling (2006), a decisão quanto ao processo a ser adotado para o tratamento dos esgotos deve ser derivada fundamentalmente de um balanceamento entre critérios técnicos e econômicos, com a apreciação dos méritos quantitativos e qualitativos de

cada alternativa. Neste sentido, para auxiliar a tomada de decisão do município de São Felipe d'Oeste/RO na escolha da estação de tratamento de esgoto, foi utilizado um Software (OLIVEIRA, 2004; LEONETI, 2009), que elabora o dimensionamento de seis tipos diferentes de estações de tratamento, além de seus respectivos custos de implantação, operação e manutenção. Disponível em <http://www.etex.eng.br/>, é necessário apenas realizar um breve cadastro e inserir os dados de entrada do modelo, apresentados no Quadro xx.

Quadro xx - Dados de entrada ETEEx

Município	xxxxx	
Estado	RS	
Projeção do número de habitantes	xxxx	(população atendida em 20 anos)
Vazão média	xxxx	(vazão afluyente média, em m ³ /d)
Vazão máximo	xxxx	(vazão afluyente máxima, em m ³ /d)
DBO média do afluyente	xxxx	(DBO média afluyente, em mg/L)
Temperatura média do mês mais frio	xxxx	(temp. média no mês mais frio, em °C)

(Fonte: ETEEx)

O Quadro xx apresenta um resultado resumido dos cálculos realizados pelo Software ETEEx. Observa-se que os custos de operação e manutenção da estação de tratamento apresentados são para a vida útil da estação, ou seja, 20 anos.

Quadro xx - Resultado dos cálculos

	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4	Sistema 5	Sistema 6
Estimativa de custo de implantação (US\$)						
Estimativa de custo de operação e manutenção (US\$)						
Custo total do sistema (US\$)						
Estimativa DBO efluente (mg/l)						
Eficiência do sistema (%)						
Área total requerida (m ²)						

Fonte: estimativa do custo de implantação calculados pela última versão do modelo ETEEx (OLIVEIRA, 2004; LEONETI, 2009) e estimativa DBO efluente com base em Von Sperling (2006)

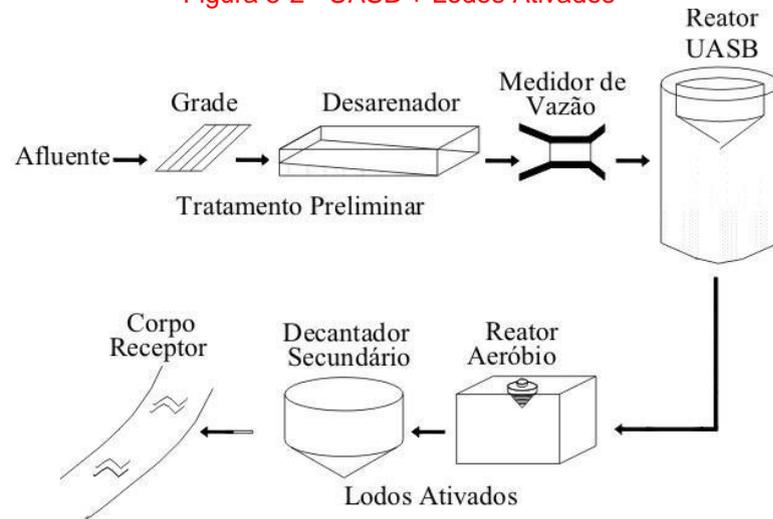
A seguir, são apresentadas as principais características dos sistema e unidades de tratamento utilizadas no modelo. Destaca-se que o conceito utilizado por Oliveira (2004) para a seleção dos tipos de estação de tratamento foi o crescente emprego com sucesso da associação de sistemas anaeróbios seguidos de aeróbios.

5.4.1 Sistema 1 - UASB + Lodos Ativados

Este sistema possui a melhor estimativa de remoção de DBO do afluyente, mas possui operação complexa. Von Sperling (2006), elenca as seguintes vantagens para o

sistema de UASB seguido de lodos ativados: maior independência das condições climáticas; reduzidas possibilidades de maus odores; menor área dentre todos os sistemas; e satisfatória resistência a variações de cargas. As desvantagens são: introdução de equipamentos; aumento do nível de sofisticação; requisitos de energia relativamente elevados; e necessária remoção contínua ou periódica de lodo. O fluxograma deste sistema pode ser visualizado na figura abaixo.

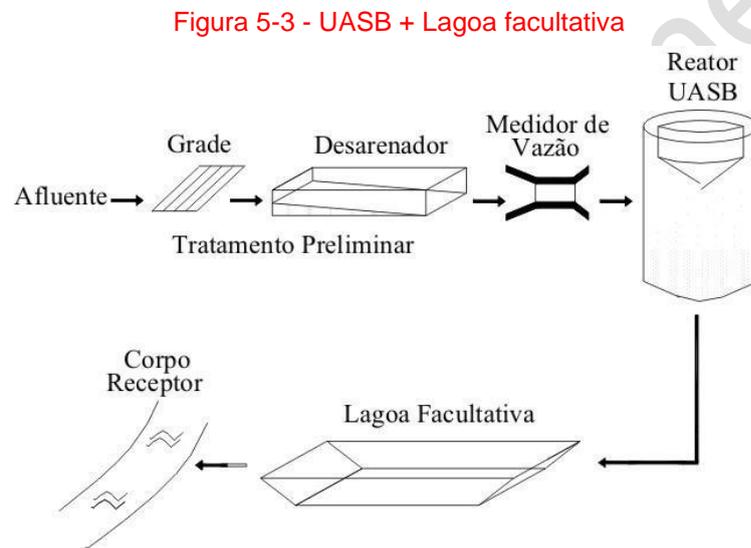
Figura 5-2 - UASB + Lodos Ativados



Fonte: Von Sperling, 2006; apud última versão do modelo ETEx (OLIVEIRA, 2004; LEONETI, 2009)

5.4.2 Sistema 2 - UASB + Lagoa facultativa

Este sistema, que possui um reator em seu processo de tratamento, geralmente exige um tempo de detenção hidráulica relativamente alto, mas pode ser considerado adequado para locais com pouco terreno disponível. Segundo Von Sperling (2006), as principais vantagens do sistema de UASB seguido de lagoa facultativa são: maior eficiência na remoção de DBO; menores requisitos de área; baixos custos de implementação e operação; tolerância a afluentes bem concentrados; reduzido consumo de energia; possibilidade de uso energético do biogás; e baixíssima produção de lodo. As desvantagens são: baixa eficiência na remoção de coliformes; possibilidade de geração de efluente com aspecto desagradável; e relativamente sensível a variações de cargas e compostos tóxicos. O fluxograma deste sistema pode ser visualizado na figura abaixo.

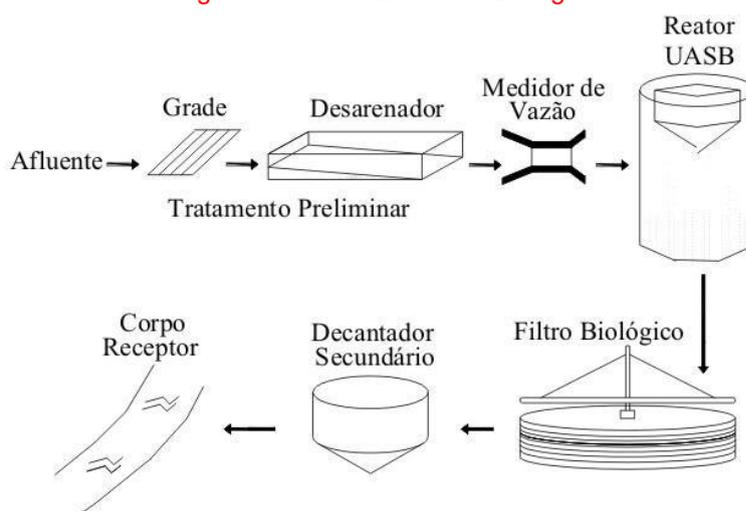


Fonte: Von Sperling (2006) apud última versão do modelo ETEx (OLIVEIRA, 2004; LEONETI, 2009)

5.4.3 Sistema 3 - UASB + Filtro Biológico

Esse arranjo de sistema de tratamento de esgoto possui uma das melhores estimativas de DBO efluente. Von Sperling (2006), elenca as seguintes vantagens para o sistema de UASB seguido de filtro biológico: maior independência das condições climáticas; reduzidas possibilidades de maus odores; menor área dentre todos os sistemas; e satisfatória resistência a variações de cargas. As desvantagens são: introdução de equipamentos; aumento do nível de sofisticação; requisitos de energia relativamente elevados; e necessária remoção contínua ou periódica de lodo. O fluxograma deste sistema pode ser visualizado na figura abaixo.

Figura 5-4 - UASB + Filtro Biológico

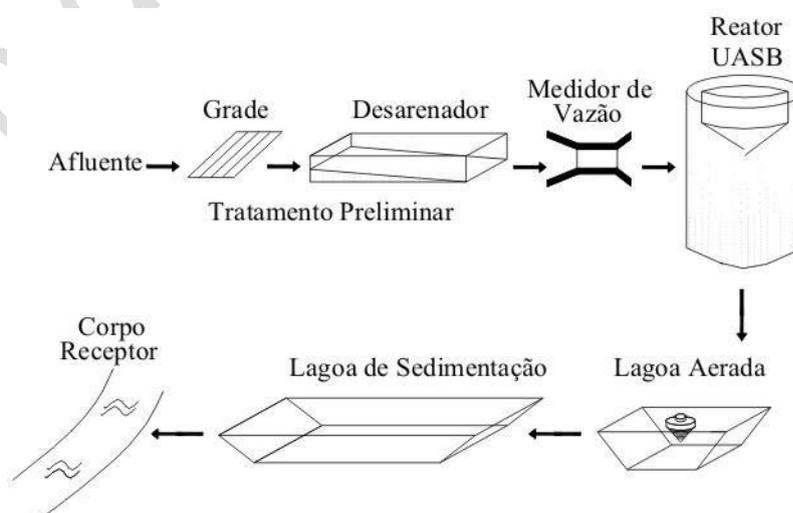


Fonte: Von Sperling (2006) apud última versão do modelo ETE_x (OLIVEIRA, 2004; LEONETI, 2009)

5.4.4 Sistema 4 - UASB + Lagoa aerada e de decantação

Este sistema possui algumas semelhanças com o sistema composto por UASB seguido de lodos ativados, porém com redução do consumo de concreto e com efluente final de baixa concentração de DBO. Von Sperling (2006), elenca as seguintes vantagens para o sistema de UASB seguido de lagoa aerada e de decantação: maior independência das condições climáticas; reduzidas possibilidades de maus odores; menor área dentre todos os sistemas; e satisfatória resistência a variações de cargas. As desvantagens são: introdução de equipamentos; aumento do nível de sofisticação; requisitos de energia relativamente elevados; e necessária remoção contínua ou periódica de lodo. O fluxograma deste sistema pode ser visualizado na figura abaixo.

Figura 5-5 - UASB + Lagoa aerada e de decantação

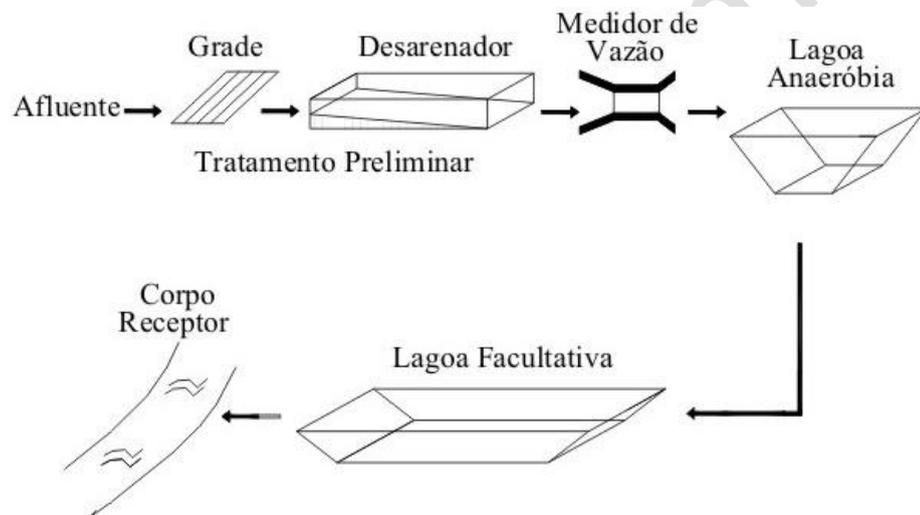


Fonte: Von Sperling (2006) apud última versão do modelo ETE_x (OLIVEIRA, 2004; LEONETI, 2009)

5.4.5 Sistema 5 - Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa

Também conhecido como sistema australiano, esse arranjo de sistema de tratamento de esgoto apesar de apresentar uma eficiência satisfatória, necessita de uma área para implantação maior do que os outros arranjos. Segundo Von Sperling (2006), as principais vantagens do sistema de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa são: construção, operação e manutenção simples; ausência de equipamentos mecânicos e contratação de técnicos especialistas; remoção de lodo após 20 anos; e requisitos energéticos praticamente nulos. Como desvantagens o autor cita: elevados requisitos de área; possibilidade de maus odores; dificuldades em satisfazer padrões de lançamento restritivos; eficiência variável conforme as condições climáticas; e necessário afastamento mínimo de 600m de residências circunvizinhas. O fluxograma deste sistema pode ser visualizado na figura abaixo.

Figura 5-6 - Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa

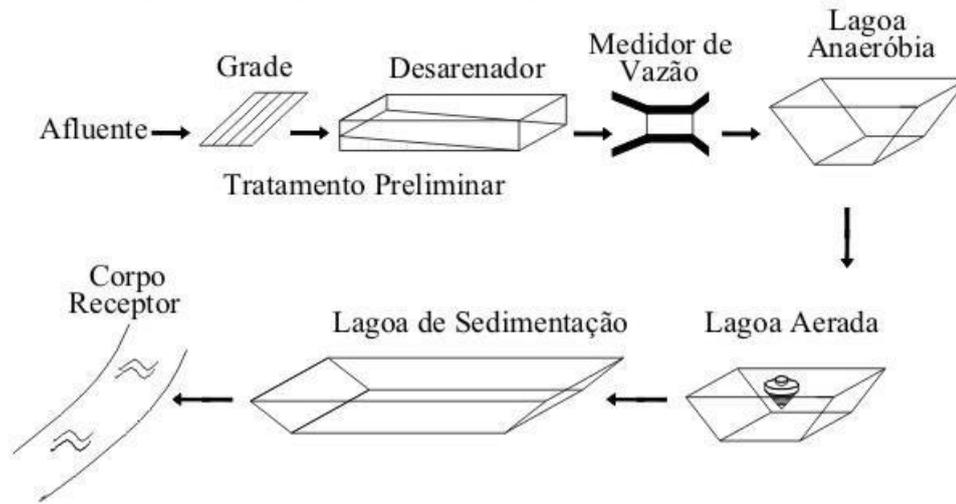


Fonte: Von Sperling (2006) apud última versão do modelo ETE_x (OLIVEIRA, 2004; LEONETI, 2009).

5.4.6 Sistema 6 - Lagoa anaeróbia + Lagoa aerada e de decantação

Este sistema é uma adaptação do sistema de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa e tem como objetivo reduzir a área de implantação, introduzindo aeração. Von Sperling (2006), elenca as seguintes vantagens para o sistema de lagoa anaeróbia seguida de lagoa aerada e de decantação: maior independência das condições climáticas; reduzidas possibilidades de maus odores; e satisfatória resistência a variações de cargas. As desvantagens são: introdução de equipamentos; aumento do nível de sofisticação; requisitos de energia relativamente elevados; e necessária remoção contínua ou periódica de lodo. O fluxograma deste sistema pode ser visualizado na figura abaixo.

Figura 5-7 - Lagoa anaeróbia + Lagoa aerada e de decantação



Fonte: Von Sperling (2006) apud última versão do modelo ETE_x (OLIVEIRA, 2004; LEONETI, 2009)

5.5 ANÁLISE FINANCEIRA DAS PROPOSTAS

Neste item deverá ser realizada a análise financeira do cenário escolhido. O Apêndice A deste manual apresenta os cálculos para as alternativas propostas. Caso o município já apresente projetos de esgotamento sanitário, os custos destes projetos deverão ser usados como base na análise financeira.

Para os projetos executivos, recomenda-se adotar quantitativos decorrentes do projeto, assim como cotejá-los com preços unitários SINAPE ou atualização de valores de acordo com valores orçamentários adotados pela CAERD ou outro equivalente. O Benefício de Despesas Indiretas (BDI) recomendado pelos agentes de financiamento de recursos na área do saneamento tem limite máximo que se aproxima de 28%, existindo diferenças para o BDI para materiais, equipamentos, serviços e mão de obra. Por essa razão, recomenda-se ao município realizar a execução dos projetos executivos através de uma ação conjunta e cooperada entre os entes federados, onde deverão ser empreendidos esforços para a busca por recursos não onerosos do Orçamento Geral da União.

Este cenário demonstra a importância da aprovação da Política Municipal para o Saneamento Básico e do PMSB, cujo projeto de lei está proposto no Produto G – Minuta de Projeto de Lei do Plano Municipal de Saneamento Básico.

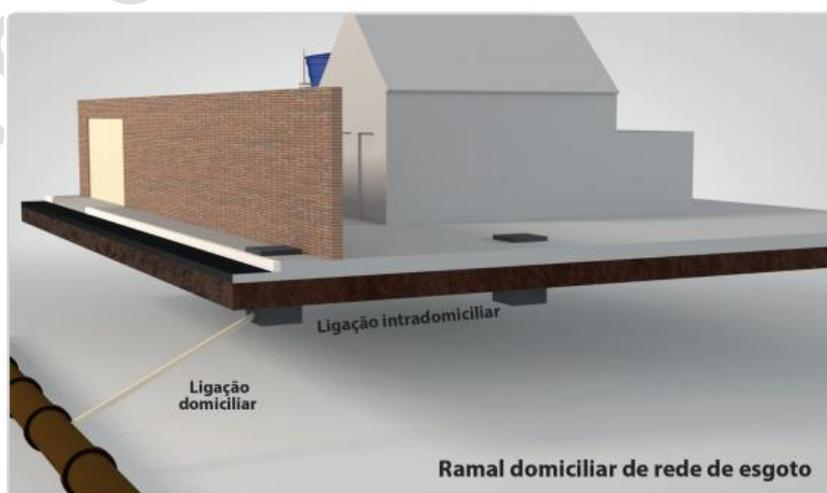
Considerando que apenas 20 dos 1.810 domicílios do Município, segundo dados do censo de 2010 do IBGE, não possuíam nem banheiro nem sanitário, podemos analisar o manual criado pela Funasa onde são expostos todos os aspectos essenciais para a elaboração de propostas para o programa de melhorias sanitárias. O Programa de melhorias sanitárias domésticas tem os seguintes objetivos:

- I - Implantar soluções individuais e coletivas de pequeno porte, com tecnologias apropriadas;
- II - Contribuir para a redução dos índices de morbimortalidade provocados pela falta ou inadequação das condições de saneamento domiciliar;
- III - Dotar os domicílios de melhorias sanitárias, necessárias à proteção das famílias e à promoção de hábitos higiênicos; e
- IV - Fomentar a implantação de oficina municipal de saneamento.

No tópico que trata dos Sistemas para destinação de águas residuais são detalhados alguns tipos de tratamento e destinação de águas residuais. De modo que a escolha da tecnologia a ser implantada em cada domicílio deverá levar em consideração as características locais, principalmente aquelas relacionadas à constituição do solo e ao espaço físico disponível.

A ligação intradomiciliar de esgoto é recomendada para localidades dotadas de rede coletora de esgoto próxima ao domicílio, devidamente interligada à estação de tratamento de esgoto – ETE, conectando a caixa de inspeção, que reúne as tubulações dos utensílios sanitários, à rede existente. É importante observar as normas do operador do sistema de esgotamento sanitário, para a correta ligação intradomiciliar (Figura 17).

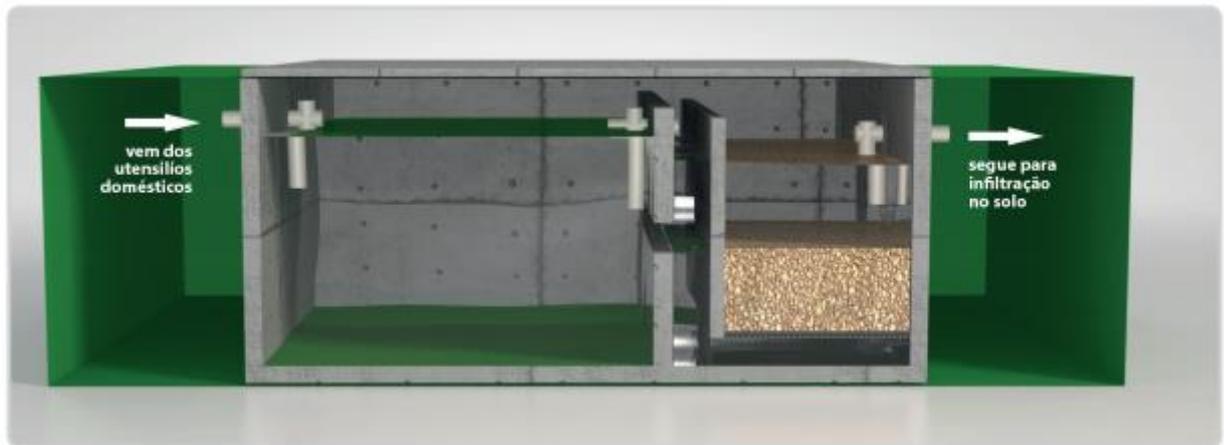
Figura 17 - Esquema da ligação domiciliar de esgoto.



Fonte: Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014).

No caso da utilização de Tanque séptico + filtro biológico no tratamento complementar, busca-se garantir melhor qualidade ao efluente que será disposto em solo. Deste modo, a combinação do tanque séptico e filtro biológico (sistema fossa/filtro) apresenta-se como a tecnologia mais indicada para o tratamento sanitário domiciliar na ausência de rede coletora de esgoto próxima ao domicílio (Figura 18).

Figura 18 - Sistema combinado tanque séptico/filtro biológico.



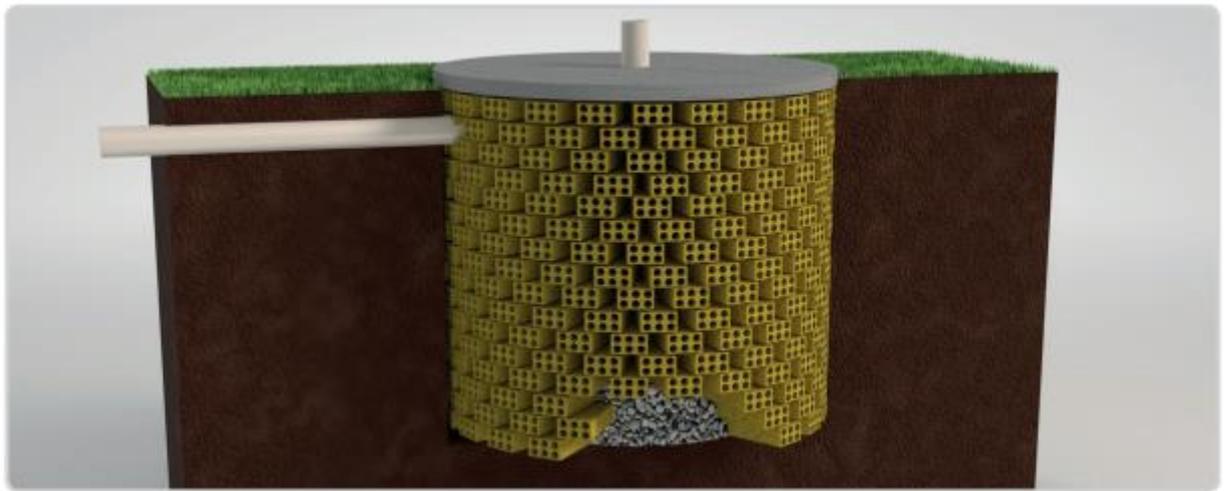
Fonte: Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014).

Em terrenos que ficam temporariamente ou sempre encharcados, recomenda-se a utilização de tanque séptico em material pré-fabricado, tipo polietileno, fibra de vidro, entre outros. As dimensões do tanque séptico poderão variar em função do número de moradores do domicílio. Outras informações necessárias à elaboração do projeto técnico, à construção e à operação do tanque séptico estão disponíveis na norma técnica NBR 7.229/1993. Antes de entrar em funcionamento, o tanque séptico deve ser submetido ao ensaio de estanqueidade, realizado após ele ter sido saturado por, no mínimo, 24h, conforme NBR 7.229/1993.

O Sumidouro é outro sistema para destinação de águas residuais recomendados pelo “Manual de Orientações Técnicas para Elaboração de Projeto de Melhorias Sanitárias Domiciliares” (FUNASA, 2014). Sendo um poço escavado no solo, destinado à disposição final do efluente tratado em tanque séptico/filtro biológico, devendo ser revestido internamente e tampado, contendo sempre dispositivo de ventilação.

É um poço seco, não impermeabilizado, que orienta a infiltração de água residuária no solo (NBR 7229/1993). Devendo ser revestido com alvenaria em crivo ou anéis de concreto furados (Figura 19).

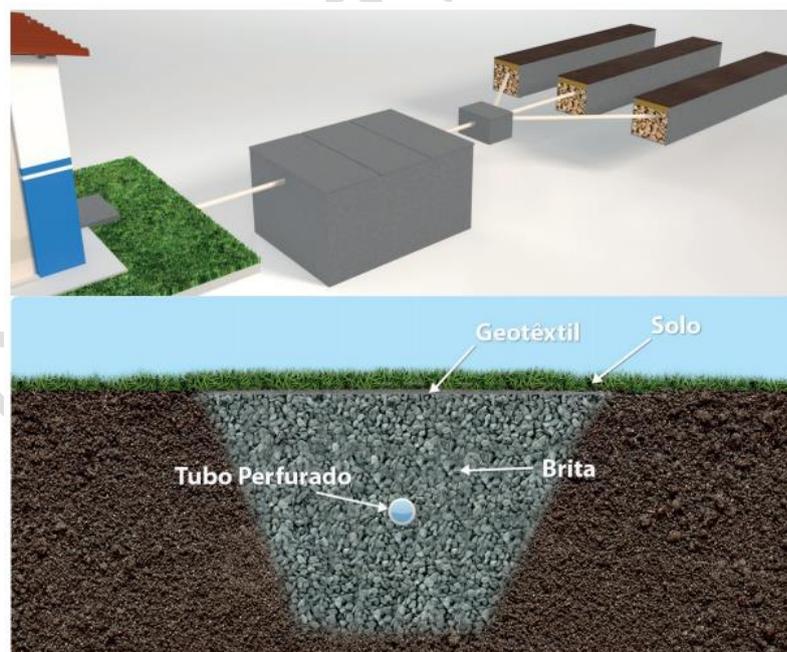
Figura 19 - Esquema do sumidouro.



Fonte: Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014).

Temos ainda, as valas de infiltração e as valas de filtração. Valas de infiltração são valas escavadas no solo, próximo à superfície, não impermeabilizadas, destinadas à disposição final do efluente tratado em tanque séptico/filtro biológico, sob o solo, sem o contato com as pessoas e animais. São utilizadas geralmente quando o lençol freático é bastante raso não sendo possível o uso de sumidouros (Figura 20).

Figura 20 - Esquema de vala de infiltração.



Fonte: Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014).

Enquanto que as valas de filtração são preenchidas com pedras, areia ou carvão, onde o efluente tratado no tanque séptico/filtro biológico é lançado por gravidade, por meio de tubulação perfurada. O efluente percola pela vala de filtração e passa por processo de

filtragem biológica aumentando assim o tratamento do efluente. Esse sistema é indicado para locais onde o solo é pouco permeável e o lençol freático é raso (Figura 21).

Figura 21 - Esquema de vala de filtração



Fonte: Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014).

A forma e o tamanho das valas de filtração ou infiltração serão definidos em função do tipo de solo e quantidade de pessoas que moram no domicílio. O sistema com tanque de evapotranspiração utilizando bananeiras, conhecido também como “Fossa Verde”, reaproveita o efluente gerado nos utensílios sanitários por meio de um processo de biorremediação. Consiste em um tanque construído em alvenaria, ferrocimento ou outro material que impermeabilize o tanque, no seu interior utiliza-se estrutura em tijolos furados, em forma de câmara, de modo que o efluente percole por esta câmara, saindo pelos furos até atingir o material filtrante e na parte superior do tanque, sob o solo, devem ser plantados alguns cultivares que funcionam como zona de raízes, tais como banana, tomate, pimenta, etc., podendo ser consumidas sem prejudicar a saúde (Figura 22).

Figura 22 - Tanque de evapotranspiração.



Fonte: Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2014).

Após o tratamento do esgoto doméstico no tanque séptico/filtro biológico ou na “Fossa Verde”, o efluente tratado pode ser destinado à irrigação, por meio de tubulação sob o solo, sem permitir o contato com pessoas e animais, portanto, é possível o reaproveitamento das águas servidas, principalmente na área rural, visto que a disponibilidade de água é restrita ao uso doméstico e a quantidade de chuva durante o período de seca (estiagem) muitas vezes é insuficiente para viabilizar a irrigação de culturas (pomares) ou até pastagens.

Após a análise do melhor sistema, de acordo com cada realidade local, recomenda-se uma ação conjunta e cooperada entre os entes federais e beneficiários, tanto no âmbito financeiro quanto no âmbito técnico, analisando a possibilidade de se buscar recursos não onerosos para a execução desses sistemas de maneira individual ou coletiva.

6 PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO A LIMPEZA URBANA E AO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A realização deste estudo de prognósticos para a temática dos resíduos sólidos domiciliares (RSD) e da limpeza urbana tem o propósito de auxiliar o gestor municipal na tomada de decisão quanto a sustentabilidade financeira do modelo de gestão a adotar, assim como, o de atender a legislação vigente.

PREVISÃO DE GERAÇÃO DE RSD POR TIPOLOGIA CONFORME HORIZONTE DO PMSB

A **Tabela xx** apresenta uma previsão da produção dos RSD e seus componentes realizada com base na projeção populacional para a cidade de São Felipe d’Oeste/RO e na caracterização dos RSD coletados apresentado na seção 10 do Relatório do Diagnóstico Técnico-Participativo (Produto C). Para o cálculo das quantidades de resíduos gerados considerou-se uma produção de 0,90 toneladas de RSU gerados por dia. Considerando a redução populacional observado nos censos realizados pelo IBGE, mas, o aumento da população urbana estimada no total de 2.082 habitantes da sede e do distrito que são atendidos com coleta de resíduos em 2019, chega-se a um *per capita* de resíduos, na data em que foi realizada a atividade, de 0,43 kg/hab.dia referido a 365 dias do ano.

Ressalta-se que o valor de contribuição *per capita* do município é menor do que a *per capita* de resíduos sólidos urbanos da região norte que é de 0,88 kg/hab/dia, conforme dados da ABRELPE (2019). Diante da composição gravimétrica realizada em 2013, pode-se estimar as seguintes gerações de resíduos sólidos domiciliares por componente para o município de São Felipe D’Oeste no ano 2019, conforme demonstra a (Tabela 9).

Tabela 11 - Estimativa de geração de resíduos sólidos por componente no ano de 2019

Componente	Peso (kg)	Peso (t)	Fração (%)
Plástico	10.842,61	10,84	3,35
Garrafa PET	6.635,03	6,63	2,05
Metais	9.191,94	9,19	2,84
Vidros	5.955,34	5,95	1,84
Papel/Papelão	34.210,86	34,21	10,57
Orgânicos	175.520,8	175,52	54,23
Outros	81.303,39	81,30	25,12
Total	323.660	323,66	100%

Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

De acordo com a tabela estima-se que o município gerou 175,52 toneladas de matéria orgânica e 66,83 toneladas de recicláveis (metais, papel e papelão, plásticos e vidro), que somados representam 75% dos resíduos domiciliares gerados no município. Ainda, conforme a estimativa de geração de resíduos sólidos por componente para o de 2019, o município gerou cerca de 66,83 toneladas de resíduos recicláveis, tendo em vista que foram destinados a reciclagem cerca de 38,40 toneladas, tem se que o município tem reciclado cerca de 57,45% dos resíduos recicláveis gerados. Desta forma o restante dos resíduos recicláveis, cerca de 42,55%, tem sido destinado ao aterro sanitário junto com os resíduos úmidos.

6.2 CENÁRIO APLICADO À LIMPEZA URBANA E AO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é responsável pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços, observados o respectivo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, a Lei nº 11.445, de 2007, e as disposições desta Lei e seu regulamento.

Para os efeitos da Lei nº 11.445, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades:

- I. de coleta, transbordo e transporte dos resíduos sólidos urbanos;
- II. de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos sólidos urbanos;
- III. de varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana.

No município de São Felipe D'Oeste o manejo dos resíduos sólidos é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras, Serviços Públicos e Estradas (SEMOSPE). Toda área urbana do município e o Distrito de Novo Paraíso são atendidos pelos serviços de coleta de resíduos sólidos, e são essas áreas que compõem a geração de resíduos sólidos domiciliares do município.

O município de São Felipe D'Oeste realiza coleta diferenciada dos resíduos sólidos urbanos domiciliares desde o ano de 2014, através de um programa de coleta seletiva. Segundo informações da Prefeitura do município a mobilizações quanto a implantação da coleta seletiva se iniciou em 2014, após a desativação do lixão através do Decreto nº1062/2014. As atividades realizadas como meio de divulgação do programa no município foram: distribuição de panfletos nas escolas e nas residências tanto na sede quanto no distrito, palestras nas escolas estaduais e municipais e distribuição de panfletos nas escolas.

Os resíduos recicláveis do município atualmente são destinados para uma cooperativa de catadores localizada no município de Cacoal – RO, a COOPERCATAR (Cooperativa de Catadores de Recicláveis). Segundo dados fornecidos pelo responsável da cooperativa, durante o ano de 2019, estima-se que São Felipe D'Oeste gerou cerca de 3,2 toneladas/mês (3.200 kg/mês) de resíduos recicláveis, perfazendo um total de 38,4 toneladas/ano (38.400 kg/ano).

No município de São Felipe D' Oeste a população é responsável pelo acondicionamento de seus resíduos. Os resíduos normalmente são acondicionados em sacolas plásticas de supermercado, sacos plásticos de variados tamanhos e caixas de papelão, e posteriormente são depositados em lixeiras apropriadas em frente as residências, até que o caminhão da limpeza pública realize a coleta (Figura 23). Os resíduos do município são acondicionados de forma segregada, nas segundas e sextas feiras a coleta é de resíduos úmidos e nas quartas feiras é o dia da coleta dos recicláveis.

Figura 23 - Lixeira em frente as residências onde os resíduos são depositados até a coleta



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017.

Na área urbana da sede municipal e no distrito de Novo Paraíso a coleta de resíduos é feita 3 (três) vezes na semana no período diurno com cobertura de 100% dos domicílios.

Os resíduos urbanos (sede e distrito) do município são coletados de maneira convencional, porta-a-porta, em período diurno. A coleta segue um roteiro específico, onde os resíduos são coletados primeiramente na sede do município e posteriormente no distrito.

O transporte dos resíduos domiciliares do município de São Felipe D'Oeste é realizada através de veículos próprios da prefeitura. O município de São Felipe D'Oeste faz parte do Consorcio Público Intermunicipal da Região Centro Leste do Estado de Rondônia (CIMCERO), e realiza a destinação final de seus resíduos sólidos domiciliares desde o ano de 2014, quando o lixão do município foi desativado (Decreto nº1062/2014), devido ao TAC (Termo de Ajustamento de Conduta) aplicado pelo Ministério Público ao município no aterro sanitário.

Atualmente o município destina seus resíduos sólidos domiciliares no aterro sanitário da empresa MFM Soluções Ambientais do município de Cacoal/RO, por meio do Contrato de Concessão nº 298/2018. O objeto do contrato é o tratamento e a disposição final adequada dos resíduos sólidos domiciliares urbanos. Para a prestação do serviço o município de São Felipe D'Oeste tem um custo de R\$ 159,00 (cento e cinquenta e nove reais) por tonelada depositada no aterro.

O Município de São Felipe D'Oeste não realiza coleta, transporte e destinação final de resíduos volumosos de forma periódica. São os moradores do município que dão a destinação final desses resíduos. A prefeitura municipal não possui órgão destinado a fiscalização para coibir esse tipo de prática.

A prefeitura municipal não possui registro da quantidade gerada de resíduos de construção civil e no município não existe nenhuma empresa privada que realize a coleta, transporte e destinação final desses resíduos.

Segundo dados da SEMOSPE a geração desse tipo de resíduo no município é mínima, e quando há a geração a prefeitura realiza a coleta e faz o reaproveitamento em aterros e em tapas

buracos na zona rural. No município não há nenhum um órgão fiscalizador para gestão inadequada desse tipo de resíduo.

Os resíduos de construção civil são depositados, em sua maioria, em áreas ilegais ou à beira de ruas e dentro de valas no município pela população (Figura 24). Em alguns casos esses materiais são reaproveitados para aterramento.

Figura 24 - Disposição de RCC dentro de valas no município



Fonte: Projeto Saber Viver, 2019; IFRO/FUNASA, TED 08/2017

No município de São Felipe D'Oeste os resíduos públicos de serviços de saúde são gerados nas unidades básicas de saúde (sede e distrito) e na unidade mista (sede), o município não possui hospital. De acordo com informações obtidas junto à Secretaria de Saúde do município de São Felipe D'Oeste gerou 1,18 toneladas de resíduos de serviços de saúde no ano de 2019.

O acondicionamento dos resíduos é realizado pelos próprios funcionários do estabelecimento com segregação de forma adequada conforme a RDC 222 de 2018. A gestão consorciada dos resíduos de saúde é feita pelo Cimcero e pela Prefeitura Municipal de São Felipe D'Oeste. Para coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos de serviços de saúde gerados pelo Município, foi celebrado contrato com a Empresa Preserva Soluções LTDA – ME.

No município os resíduos de serviços de saúde são coletados uma vez por mês diretamente nos geradores, mais especificamente em seus respectivos armazenamentos externos. Quanto aos RSS gerados do Distrito Novo Paraíso, estes, são levados para a sede do município através de um carro da Secretaria de Saúde e lá ficam armazenados até o caminhão da empresa privada vir realizar a coleta. A empresa Preserva Tratamento de Resíduos utiliza o processo de incineração no

tratamento dos resíduos de serviço de saúde. Os resíduos são incinerados em unidades especiais. Segundo informações da empresa, a disposição dos rejeitos (cinzas), resultantes do processo de incineração é realizada em aterros controlados e licenciados.

No município de São Felipe D'Oeste o principal de resíduo líquido gerado é proveniente do tratamento de água. No município não existe este tipo de resíduo proveniente de esgoto, pois o município não possui Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, e nem empresas privadas que realizam limpezas de fossas.

Os resíduos provenientes dos comércios do Município de São Felipe D'Oeste são classificados, em sua maioria, como domésticos. Entretanto, alguns comércios do município geram resíduos que não devem ser coletados junto com os resíduos domiciliares, pois precisam de atenção especial como: pneus, embalagens de óleos lubrificantes e óleos descartados. Esses resíduos são de responsabilidade dos próprios geradores.

A prefeitura do município de São Felipe D'Oeste não realiza a coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos industriais, sendo a responsabilidade do gerador realizar a coleta, tratamento e destinação final de seus resíduos.

Os resíduos produzidos por agroindústria no município não são contabilizados, por isso, não é possível dimensionar a quantidade de resíduos sólidos gerados nos empreendimentos, de modo que estes são queimados na propriedade, pois o caminhão de coleta não passa no setor onde está localizada a agroindústria. O principal resíduo líquido produzido na agroindústria é o soro. Maior parte desse soro é doado para os produtores rurais vizinhos para alimentação de animais como porcos, no entanto, outra parte do soro vai para uma fossa rudimentar que eles chamam de 'buraco', junto do soro vai todas as águas de lavagens do local, esses efluentes líquidos são direcionados até essa fossa rudimentar através de canaletas de condução.

Os resíduos sólidos gerados em marcenarias possuem características de resíduos domésticos, no entanto, o principal resíduo gerado neste empreendimento é o pó de serra. Os resíduos com características domésticas são acondicionados em sacolas plásticas ou sacos com capacidade de 100 L, quanto ao pó de serra, este, não possui nenhum tipo de acondicionamento, e fica disposto em área aberta no interior do empreendimento. Os de resíduos domésticos são coletados pelo serviço de coleta pública e os resíduos como pó de serra, estes, são coletados por veículos próprios de pequenos produtores rurais do município. Quanto as lenhas, filetes e refugos de madeira da marcenaria são coletados com veículos próprios e costumam ser vendidos para empresas que fazem uso de forno.

Os resíduos agrossilvopastoris gerados no município de São Felipe D'Oeste, são provenientes das atividades desenvolvidas nas propriedades rurais, com destaque para pecuária e agricultura. Em São Felipe D'Oeste não existe nenhum posto de recolhimento de embalagens vazias de agrotóxicos e os postos mais próximos estão localizados nos municípios de Cacoal e Rolim de

Moura, assim como postos itinerantes, no município de Pimenta Bueno. Atualmente o IDARON não realiza campanhas de coleta de embalagens de agrotóxicos no município, sendo responsabilidade do produtor rural levar as embalagens até os pontos de coletas mais próximo.

Quanto as embalagens de vacinação ou aplicação de medicamentos em animais nas propriedades rurais, na maioria das propriedades é enterrado esse tipo de resíduos, em alguns casos devolvem no local da compra ou são acumulados em alguma parte da propriedade, sem nenhum acondicionamento adequado. Não foi possível mensurar a quantidade de embalagens que são devolvidas para casas agropecuárias, que é um local de compra desse tipo de resíduo.

A área rural do município não possui coleta, tratamento e destinação final adequada dos resíduos sólidos, desta forma a prática adotada pela população dessas áreas é a queima e/ou enterramento dos resíduos sólidos.

CENÁRIO FUTURO - posteriormente

Neste item deverá ser descrito cenário futuro relativo ao esgotamento sanitário para toda a região do município. Deve ser elaborado conforme descrição contida no Item 2.

Para a realização do estudo e da concepção de cenários futuros para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos e a disposição final do rejeito foi analisado o cenário descrito a seguir.

(Insira o cenário)

O Quadro 6-1 apresenta os objetivos relativos ao cenário apresentado acima.

Quadro 6-1 - Objetivos para Infraestrutura de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO	
	CÓDIGO	OBJETIVO
<i>(Definir situação atual)</i>	<i>RS-I</i>	<i>(Definir objetivos para melhoria da situação)</i>

Independente dos objetivos definidos pelo município recomenda-se repetir periodicamente, na medida da implantação das melhorias na Gestão dos Resíduos Sólidos em *nome do município*, a caracterização dos diferentes tipos de resíduos e a apropriação de custos das diferentes etapas e processos. A separação da fração orgânica presente nos RSD será de fundamental importância para a melhoria da equação relativa à sustentabilidade financeira dos cenários propostos. Estas conclusões conduzem a uma importante decisão a ser tomada pelo município e variáveis administrativas e operacionais a serem determinadas.

Outra possível medida que poderá impactar positivamente o resultado econômico é a retirada ou a diminuição da fração orgânica presente nos RSD do tipo não reciclável e sua compostagem na forma caseira ou controlada, a qual permitirá aumentar a vida útil da célula do aterro sanitário a ser construída.

Em suma, a sustentabilidade da atividade relacionada ao manejo e gestão dos resíduos sólidos domiciliares depende de uma intensa campanha para a redução da geração de resíduos, a compostagem caseira, a separação dos resíduos orgânicos e dos restos de alimentos e a colaboração da população em compreender que a tendência da elevação dos custos com a gestão dos resíduos sólidos somente poderá ser freada a partir de atitudes pró ativas de quem gera os resíduos.

6.3 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E REGRAS PARA TRANSPORTE

Os geradores de resíduos sólidos, definidos no Artigo 20 da Lei 12.305 de 2010, sejam eles pessoas físicas ou jurídicas, são responsáveis pela implementação e operacionalização

integral do plano de gerenciamento de resíduos sólidos aprovado pelo órgão competente, sendo este, parte integrante do processo de licenciamento ambiental do empreendimento ou atividade. Os conteúdos mínimos do plano de gerenciamento são definidos no Artigo 21 da Lei 10.305. Estão sujeitos a elaboração do plano os geradores de resíduos sólidos:

- a) dos serviços públicos de saneamento básico, como exemplo podemos citar os resíduos das estações de tratamento de água e das estações de tratamento de esgoto;
- b) industriais: gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- c) serviços de saúde: gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama (Sistema Nacional do Meio Ambiente) e do SNVS (Sistema Nacional da Vigilância Sanitária);
- d) de mineração: gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

Também deverão realizar o plano de gerenciamento os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:

- a) gerem resíduos perigosos;
- b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;

Além das empresas de construção civil, conforme regulamento ou normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa.

Ao se tratar de regras para o transporte dos resíduos, é importante considerar as seguintes normativas que versam sobre o tópico.

- ABNT NBR 7500 – Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos;
- ABNT NBR 7501 – Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia;
- ABNT NBR 13.463/95 – Coleta de resíduos sólidos – Classificação;
- ABNT NBR 12.807/93 - Resíduos de serviços de saúde – Terminologia;

- ABNT NBR 10.157/87 – Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projetos, construção e operação;
- Resolução CONAMA Nº 05/1993 – Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.
- Resolução CONAMA Nº 358/2005 - Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

No âmbito estadual, uma Portaria emitida pela FEPAM (Nº 033/2018) aprovou o Sistema de Manifesto de Transporte de Resíduos – Sistema MTR Online, tornando obrigatório, no transporte terrestre, a utilização do Sistema.

6.4 COLETA SELETIVA E LOGÍSTICA REVERSA

A coleta seletiva é definida pela Lei 12.305 como a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição. O incentivo para a coleta seletiva poderá significar redução de custos, elevação da vida útil do aterro sanitário e/ou a inserção social de famílias predominantemente de baixa renda, organizadas na forma de uma associação ou de uma cooperativa, para trabalharem não como catadores, mas como trabalhadores em um centro de triagem/operação da coleta seletiva. Neste modelo a participação da população na separação dos resíduos secos e na entrega destes ao sistema de coleta destes resíduos será de fundamental importância, como também o serão as campanhas e ações educativas.

Havendo dificuldades na contratação de novos funcionários para auxiliar nos serviços de coleta dos resíduos sólidos domiciliares, recomenda-se o incentivo à criação e desenvolvimento de uma cooperativa ou de outra forma de associação no município. Esta associação poderá ser contratada pelo titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos para a realização da coleta seletiva. Esta contratação, prevista na Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, é dispensável de licitação, nos termos do inciso XXVII do art. 24 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Deverão, somente, estar estabelecido em regulamento as normas e as diretrizes sobre a exigibilidade e sobre a atuação da cooperativa ou da associação de catadores.

Ainda, previsto na Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, poderá ser concedido linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de estruturação de sistemas de coleta seletiva e de logística reversa e à implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais

reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda. Ou seja, a criação de uma associação ou cooperativa poderá facilitar a aquisição de recursos não onerosos para, por exemplo, a instalação dos contêineres no município, dentre outras infraestruturas ou equipamentos necessários para aperfeiçoar e adequar a coleta seletiva.

Os cenários devem prever a promoção da logística reversa no município. De acordo com a Lei nº 12.305, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- a) agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso;
- b) pilhas e baterias;
- c) pneus;
- d) óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- e) lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- f) produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Recomenda-se a instalação de um Ponto de Entrega Voluntário na zona urbana para receber resíduos como óleo de cozinha usado, pilhas, baterias e lâmpadas. A Figura 6-1 apresenta exemplo de coletores simples para óleo de cozinha, pilhas e lâmpadas usados. Estes pontos de entrega voluntário devem ser uma solução temporária e deve vir acompanhada de atividades de educação com a população, visto que não é responsabilidade do município o descarte deste tipo de resíduos.

Figura 6-1 - Coletores simples de óleo de cozinha, pilhas e lâmpadas usadas.



6.5 GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Quanto à gestão dos resíduos da construção civil, o instrumento primordial para o seu regramento é o Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), estabelecido pela Resolução CONAMA 307/2002 e com modificações dadas pela Resolução CONAMA 348/2004, 448/2012 e 469/2015. Ao considerar os resíduos da construção civil (RCC), os geradores deverão ter como objetivo a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada. Os RCC, conforme resolução da CONAMA, são classificados em:

- Classe A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.
- Classe B: resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;
- Classe C: resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.
- Classe D: resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Através do PGRCC serão definidas as responsabilidades de pequenos e grandes geradores, as áreas aptas para disposição dos resíduos inertes e os procedimentos para o gerenciamento dos demais tipos de resíduos, entre outras definições.

6.6 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS PARA A DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS

De acordo com Funasa (2014), neste item deverão ser identificadas as áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, identificando as áreas com risco de poluição e/ou contaminação e observando o Plano Diretor de que trata o § 1º do art. 182 da Constituição Federal e o zoneamento ambiental, se houver. A identificação de áreas para aterros é limitada por alguns critérios estabelecidos pela NBR 13.896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.

O texto que segue apresenta as considerações técnicas que são citadas na norma. Este texto deverá ser completado com as áreas identificadas utilizando os critérios estabelecidos.

A disposição final ambientalmente adequada é definida como a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

De acordo com a NBR 13.896/97, um local para ser utilizado para aterros de resíduos não perigosos deve ser tal que o impacto ambiental a ser causado pela instalação do aterro seja minimizado; a aceitação da instalação pela população seja maximizada; esteja de acordo com o zoneamento da região e; possa ser utilizado por um longo espaço de tempo, necessitando apenas de um mínimo de obras para início da operação. Sendo assim, diversas considerações técnicas devem ser feitas, são elas (ABNT, 1997):

- a) topografia - esta característica é fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplenagem para a construção da instalação. Recomendam-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%;
- b) geologia e tipos de solos existentes - tais indicações são importantes na determinação da capacidade de depuração do solo e da velocidade de infiltração. Considera-se desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10^{-6} cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m;

c) recursos hídricos - deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso de água;

d) vegetação - o estudo macroscópico da vegetação é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores;

e) acessos - fator de evidente importância em um projeto de aterro, uma vez que são utilizados durante toda a sua operação;

f) tamanho disponível e vida útil - em um projeto, estes fatores encontram-se inter-relacionados e recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos;

g) custos - os custos de um aterro têm grande variabilidade conforme o seu tamanho e o seu método construtivo. A elaboração de um cronograma físico-financeiro é necessária para permitir a análise de viabilidade econômica do empreendimento;

h) distância mínima a núcleos populacionais – deve ser avaliada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais, recomendando-se que esta distância seja superior a 500 m.

A Figura 6-2, adaptada do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul – PERS (2014), atribui pontuações entre 0 (potencial nulo) e 10 (potencial máximo), de acordo com grau de adequação para a implantação de unidades de destinação final de resíduos. A metodologia utilizada pelo PERS leva em consideração apenas quatro parâmetros e critérios, normalmente aplicados à seleção de áreas para a implantação de aterros. Os parâmetros e critérios do estudo são:

- aptidão natural dos solos: classe de resistência do solo a impactos ambientais, conforme estudo da FEPAM (2001);
- ocupação e uso dos solos, conforme os Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros (MMA, 2014);
- infraestrutura de transporte, representada por rodovias pavimentadas no Estado conforme informações do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER, 2014);
- áreas especiais e critérios complementares de localização: manchas urbanas e rodovias, corpos e cursos d'água, áreas úmidas, áreas de conservação, áreas de uso sustentável economicamente, florestas públicas e terras indígenas e existência de aeroportos.

É importante salientar que o estudo do PERS não é restritivo e sim, de orientação. Caso haja a instalação de um aterro na área do município, é essencial um estudo detalhado para a definição do melhor local para o empreendimento.

Figura 6-2 - Áreas potencialmente favoráveis para a disposição de resíduos sólidos.
(Inserir figura)

(Fonte: Adaptado de PERS, 2014)

Os aterros de resíduos da construção civil e de resíduos inertes são áreas onde são dispostos os resíduos da classe A, conforme classificação da Resolução CONAMA nº 307, e os resíduos inertes no solo, visando a reservação de materiais segregados, de forma a possibilitar o uso futuro dos materiais e/ou futura utilização da área, conforme princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente. Estes resíduos não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, porém, os critérios para a localização dos aterros é a mesma. As normas técnicas que regem o manejo, a reciclagem e a disposição dos RCC são:

- NBR 15.112/04: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação
- NBR 15.113/04: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros
- NBR 15.114/04: Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação
- NBR 15.115/04: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos
- NBR 15.116/04: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos

6.6 ANÁLISE FINANCEIRA DO CENÁRIO

Para a análise econômica do cenário escolhido utilizou-se a metodologia do Valor Presente Líquido. O cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) do cenário financeiro foi realizado considerando taxa mínima de atratividade de 12% ao ano e, quando necessário, para estimar custos para investimentos, utilizou-se a relação Real/Dólar de 3,50. A seguir estão descritos os procedimentos utilizados no cálculo dos custos e receitas considerados nos cenários econômicos.

Neste item deverá ser realizada a análise financeira do cenário escolhido. O Apêndice B deste manual apresenta os cálculos para as alternativas propostas. Caso o município já apresente projetos de manejo dos resíduos sólidos. Os custos destes projetos deverão ser usados como base na análise financeira.

6.6.1 Sistema de cálculo para taxa de coleta de resíduos sólidos urbanos

Um material de apoio elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente apresenta um método simplificado para cálculo da taxa de manejo de resíduos sólidos urbanos. (BRASIL,2013). Sendo assim, o cálculo para a taxa sugerida para o município de *nome do município* se encontra na Tabela 6-2.

Tabela 6-2 - Cálculo da taxa de lixo

A	População	hab	15.000,00
B	Economias	-	3.000,00
C	Geração de resíduos domésticos	kg/hab.dia	0,90
D	Geração da cidade	ton/mês	405,00
E	Investimento - coleta convencional	R\$	520.000,00
F	Investimento - coleta seletiva e tratamento	R\$	600.000,00
G	Investimento - disposição final	R\$	1.000.000,00
H	Repasse não oneroso da União ou Estado para resíduos sólidos	R\$	1.200.000,00
I	Valor total do investimento	R\$	920.000,00
J	Operação da coleta convencional	R\$/mês	16.000,00
K	Operação da coleta seletiva e tratamento	R\$/mês	2.000,00
L	Operação da disposição final	R\$/mês	25.000,00
M	Resíduos da coleta convencional	%	90%
N	Resíduos da coleta seletiva	%	10%
O	Operação da coleta convencional	R\$/ton	43,90
P	Operação da coleta seletiva e tratamento	R\$/ton	49,38
Q	Operação da disposição final	R\$/ton	68,59
R	Custo operacional total	R\$/mês	43.000,00
S	Prazo de pagamento	anos	15,00
T	Taxa de financiamento dos investimentos	mensal-%	0,9%
U	Pagamento do financiamento - investimentos	R\$/mês	10.341,44
V	Valor da taxa	RS/economia.mês	17,78
X	Faturamento	R\$/mês	53.341,44

A metodologia utilizada na Tabela acima segue os seguintes passos:

Passo 1: levantamento de dados básicos do município

A - População: número de habitantes;

B - Economias: Conforme cadastro do IPTU: somar residências, comércios e indústrias; e

C - Geração de resíduos sólidos domésticos: massa por pessoa por dia.

$$D = A * C * \frac{30}{1000}$$

Passo 2: definição do valor presente dos investimentos (obras e equipamentos) necessários no horizonte do Plano

E - Coleta Convencional: veículos coletores, garagem etc;

F - Coleta Seletiva e tratamento: veículos, PEV Central etc;

G - Disposição Final: projetos, licenças, obras e equipamentos do Aterro Sanitário; e

H - Repasses não onerosos da União ou Estado.

$$I = E + F + G - H$$

Passo 3: definição dos Custos Operacionais mensais considerando a contratação direta ou indireta (concessão)

J - Coleta Convencional: combustíveis, mão-de-obra, EPIs etc;

K - Coleta Seletiva e tratamento: combustíveis, mão-de-obra, EPIs, materiais etc; e

L - Disposição Final: combustíveis, mão-de-obra, EPIs, energia elétrica, materiais, análises laboratoriais etc.

M - Porcentagem Resíduos na Coleta Convencional;

N - Porcentagem Resíduos na Coleta Seletiva;

$$O = \frac{J}{D * M} \quad P = \frac{K}{D * N} \quad Q = \frac{L}{D * M} \quad R = J + K + L$$

Passo 4: parâmetros para financiamento

S - Prazo de pagamento; e

T - Taxa de financiamento dos investimentos (inclui juros e inflação).

$$U = \frac{I \times T}{1 - \frac{1}{1 + T^{12 \times S}}}$$

Passo 5: cálculo da Taxa.

$$V = \frac{R + U}{B}$$

$$X = V * B$$

S - Prazo de pagamento; e

T - Taxa de financiamento dos investimentos (inclui juros e inflação).

$$U = \frac{I \times T}{1 - \frac{1}{1 + T^{12 \times S}}}$$

Em desenvolvimento

7 PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO A DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Neste capítulo foi desenvolvido um cenário futuro, o qual considera aspectos de ordem técnica e ambiental. O cenário visa demonstrar a importância do planejamento e do dimensionamento das galerias pluviais segundo critérios hidrológicos e urbanos. O desenvolvimento do cenário aplicado a drenagem e ao manejo de águas pluviais, objetiva atender ao princípio da precaução e prevenção contra problemas que poderão advir da falta de regulação, planejamento e implantação de um sistema de drenagem pluvial segundo diretrizes recomendadas nas normas técnicas, manuais, e diretrizes hidráulicas e hidrológicas.

7.1 CENÁRIO APLICADO A DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Conforme relatado na Seção 9 do Relatório do Diagnóstico Técnico-Participativo (Produto C) o município não possui em seu perímetro urbano bacias de grande porte, fato que repercute positivamente na ausência de registros de inundações e enchentes significativas. De acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais o município de São Felipe D'Oeste não possui eventuais incidentes (movimentos de massa, erosão, inundações, enxurradas, alagamentos, ciclones/vendavais, tempestade local/convectiva-granito, entre outros).

A maior concentração populacional desse município está situada na zona rural incluindo o distrito de Novo Paraíso e não apresenta histórico de inundações relacionado com o crescimento populacional. Porém vale mencionar que devido aos processos de urbanização e expansão, além dos limites originais do núcleo urbano originalmente concebido, ocasiona assim um efeito suplementar não desejado materializado pelas enxurradas periódicas e repentinas (de curta duração), quando por ocasião do final dos períodos chuvosos.

A gestão da drenagem e o manejo de águas pluviais requer o monitoramento da impermeabilização, visto que a forma e a intensidade de ocupação do solo urbano alteram as características de infiltração natural do solo. A regulação, através de dispositivos legais no município, pode ser realizada em forma de um manual de drenagem pluvial simplificado e/ou através do incentivo a adoção de medidas estruturais como o uso de tecnologias de baixo impacto, como: pavimentos permeáveis, a captação e o armazenamento de água de chuva, barraginhas, dentre outras.

A urbanização que ocorre com o crescimento das cidades provoca uma diminuição da cobertura vegetal e consequente aumento do escoamento superficial. Sendo assim, recomenda-se, conforme as técnicas atuais de drenagem pluvial, o controle do escoamento na fonte. Ou seja, onde a ocupação do solo seja realizada seguindo os critérios de impacto mínimo, em que as novas ocupações preveem a infiltração da água da chuva no próprio terreno.

A utilização de dispositivos de controle na fonte não evita completamente a necessidade da construção de redes tradicionais de drenagem pluvial. Nesse caso, as águas de chuva que escoam pela superfície deverão ser coletadas por meio de grelhas e conduzidas por tubulações de concreto de dimensões adequadas. Os valores a adotar para os coeficientes de escoamento superficial variam de acordo com o tipo de área (Tabela 10) e o tipo de superfície (Tabela 11). A vazão deverá ser estimada por meio da fórmula racional:

Equação 9— Vazão Estimada de Escoamento Superficial

$$Q = 2,78 * C * I * A$$

Onde:

Q = vazão em L/S;

C = coeficiente de escoamento superficial (runoff);

I = intensidade pluviométrica em mm/hora;

A = área em hectares (a área urbana perfaz aproximadamente 1.600 hectares).

Tabela 12 - Coeficientes de run-off para distintos tipos de áreas.

Descrição da área	Coeficiente de run-off
Área comercial	
Área comercial central	0,70 a 0,95
Área comercial em bairros	0,50 a 0,70
Área Residencial	
Residências isoladas	0,35 a 0,50
Unidades múltiplas (separadas)	0,40 a 0,60
Unidades Múltiplas (conjugadas)	0,60 a 0,75
Lotes com 2.000 m ² ou mais	0,30 a 0,45
Área com prédios de apartamentos	0,50 a 0,70
Área industrial	
Área industrial leve	0,50 a 0,80

Área industrial pesada	0,60 a 0,90
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Área de recreação “Play-grounds”	0,20 a 0,35
Pátios ferroviários	0,20 – 0,40
Áreas sem melhoramentos	0,00 a 0,30

Fonte: Sistemas de Água e Esgotos (Wartchow e Gehling, 2017)

Tabela 13 - Coeficientes de run-off para distintos tipos de superfície.

Característica da superfície	Coeficiente de <i>run-off</i>
Ruas com pavimento asfáltico	0,70 a 0,95
Passeios	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
Terrenos relvados (solos arenosos)	
Pequena declividade (2%)	0,05 a 0,10
Média declividade (2% a 7%)	0,10 a 0,15
Forte declividade (7%)	0,15 a 0,20
Terrenos relvados (solos pesados)	
Pequena declividade (2%)	0,15 a 0,20
Média declividade (2% a 7%)	0,20 a 0,25
Forte declividade (7%)	0,25 a 0,30

Fonte: Sistemas de Água e Esgotos (Wartchow e Gehling, 2017).

7.2 CENÁRIO FUTURO

Neste item deverá ser descrito cenário futuro relativo a drenagem urbana do município. Deve ser elaborado conforme descrição contida no Item 2.

Para se alcançar a melhoria na eficiência operacional dos serviços de drenagem pluvial urbana, sugere-se o seguinte cenário para o município de *nome do Município*.

(Insira o cenário)

Quadro 7-1 - Objetivos para Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO	
	CÓDIGO	OBJETIVO
<i>(Definir situação atual)</i>	<i>D-1</i>	<i>(Definir objetivos para melhoria da situação)</i>

7.2.1 Diretrizes para o controle de escoamento na fonte

O controle de escoamento na fonte pode ser realizado através de diversos dispositivos que objetivam reconstituir as condições pré-ocupação. Os dispositivos aumentam a área de infiltração através de valos, bacias de infiltração, trincheiras de infiltração, pavimentos permeáveis e mantas de infiltração. Também sendo possível armazenar temporariamente a água em reservatórios locais. O quadro a seguir correlaciona alguns dispositivos com as suas características, suas vantagens e desvantagens e as condicionantes físicas para a utilização da estrutura.

Em desenvolvimento

Quadro 7-2: Dispositivos de controle na fonte

Dispositivo	Características	Vantagens	Desvantagens	Condicionantes físicas para a utilização da estrutura
Valos de infiltração com drenagem	Gramados, áreas com seixos ou outro material que permita a infiltração natural	Permite infiltração de parte da água para o subsolo.	Planos com declividade maior que 0,1% não devem ser usados; o transporte de material sólido para a área de infiltração pode reduzir sua capacidade de infiltração	Profundidade do lençol freático no período chuvoso maior que 1,20 m. A camada impermeável deve estar a mais de 1,20 m de profundidade. A taxa de infiltração do solo quando saturado maior que 7,60 mm/h.
Valos de infiltração sem drenagem	Gramados, áreas com seixos ou outro material que permita a infiltração natural	Permite infiltração da água para o subsolo.	O acúmulo de água no plano durante o período chuvoso não permite trânsito sobre a área. Planos com declividade que permita escoamento para fora do mesmo.	
Pavimento permeáveis	Superfícies construídas de concreto, asfalto ou concreto vazado com alta capacidade de infiltração	Permite infiltração da água para o subsolo.	Não deve ser utilizado para ruas com tráfego intenso e/ou de carga pesada, pois a sua eficiência pode diminuir.	
Poços de Infiltração, trincheiras de infiltração e bacias de percolação	Volume gerado no interior do solo que permite armazenar a água e infiltrar Redução do escoamento superficial e amortecimento em função do a	Redução do escoamento superficial e amortecimento em função do armazenamento	Pode reduzir a eficiência ao longo do tempo dependendo da quantidade de material sólido que drena para a área.	

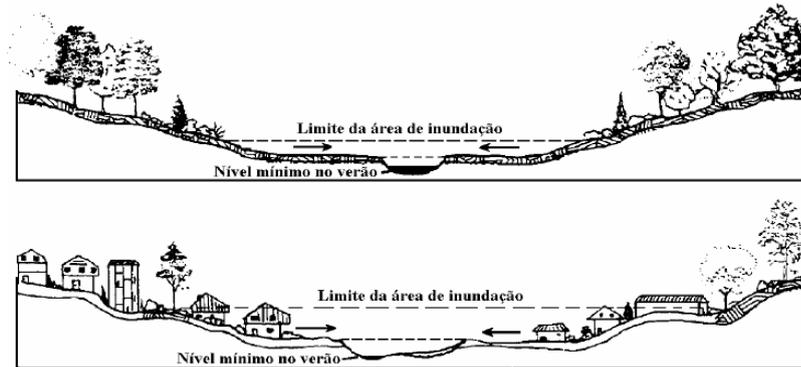
(Fonte: DORNELLES, 2016)

7.2.2 Diretrizes para o tratamento de fundos de vale

O fundo de vale é o ponto mais baixo de um relevo acidentado, por onde escoam as águas das chuvas. Nele, forma-se uma calha que recebe a água proveniente de todo seu entorno e de calhas secundárias.

De acordo com Porto Alegre (2005), as inundações ocorrem, principalmente, pelo processo natural, no qual o rio ocupa o seu leito maior, de acordo com os eventos chuvosos extremos. Este tipo de inundação é decorrência do processo natural do ciclo hidrológico. Os impactos sobre a população são causados principalmente pela ocupação inadequada do espaço urbano.

Figura 7-2 - Características das alterações com a urbanização.



(Fonte: PORTO ALEGRE, 2005)

Os fundos de vale acabam se tornando locais problemáticos nas cidades virando um risco para a população. As inundações, além dos prejuízos sociais e econômicos, são responsáveis por doenças infectocontagiosas de veiculação hídrica, visto que os fundos de vale acabam degradados nas intervenções urbanas, com o lançamento de esgoto, a retirada da vegetação, a movimentação de terra e a ocupação intensiva do solo.

O tratamento dos fundos de vale tem como objetivo de reabilitar, renaturalizar ou revitalizar. Segundo as definições de Bof (2014):

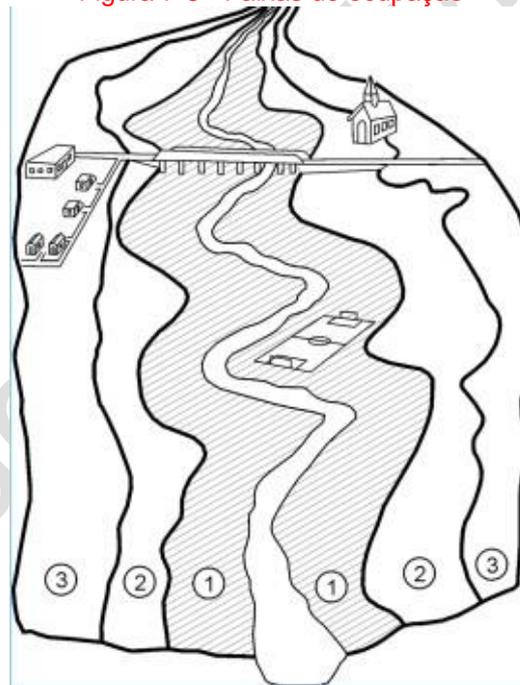
- Reabilitação é o esforço de estabelecer melhorias nas condições urbanas e/ou ambientais.
- Renaturalização é o esforço de estabelecer condições naturais, não necessariamente àquelas originais do corpo hídrico.
- Revitalização é o esforço de estabelecer melhorias nas condições urbanas e ambientais, buscando um equilíbrio.
- Recuperação é um termo geral para incluir todos os anteriores, qualquer tipo de esforço visando melhorias será considerado um esforço de recuperação.

Como exemplo de tratamento de fundo de vale podemos citar o Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte – DRENURBS (http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AF_DRENNURBS_WEB.pdf). O Programa DRENURBS tem como objetivo principal contribuir para o aumento da qualidade de vida da população do município de Belo Horizonte através do tratamento integral dos fundos de vale e da recuperação dos córregos que ainda correm em leito natural buscando a valorização das águas existentes no meio urbano. Como objetivos específicos, o Programa pretende: reduzir os riscos de inundação; viabilizar a recuperação da qualidade dos cursos d'água; e, garantir a sustentabilidade das intervenções urbanas com a consolidação de um sistema de gestão de drenagem e do meio ambiente urbano

Para impedir a ocupação de áreas ribeirinhas, sugere-se o zoneamento. Onde, o objetivo, é disciplinar a ocupação do solo visando minimizar o impacto devido as inundações. A metodologia consiste em definir faixas onde são definidos condicionantes desta ocupação. Os critérios de ocupação devem ser introduzidos no Plano Diretor urbano da cidade ou na Lei de diretrizes urbanas e os dados necessários para a realização são a topografia da cidade e os níveis de inundações na cidade.

As faixas utilizadas são, conforme a Figura 7-3,: a zona de passagem da inundação (1), a zona com restrição (2) e a zona de baixo risco (3). A primeira zona possui função hidráulica, sendo esta considerada área de preservação permanente e não deve ser ocupada. A zona com restrições tende a ficar inundadas mas, devido às pequenas profundidades e baixas velocidades, não contribuem muito para a drenagem da enchente, tendo como uso: parques e atividades recreativas; agrícola; industrial e comercial, como áreas de carregamento, de estacionamento e de armazenamento de equipamentos ou maquinaria facilmente removível ou não sujeitos a danos de cheia.

Figura 7-3 - Faixas de ocupação



8 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO AO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

Durante a análise dos resultados do Diagnóstico Técnico-Participativo foi observado que não há necessidade de mudanças a nível institucional, no entanto, faz-se necessário mudar algumas regras ou normas de organização e de interação de alguns órgãos municipais para tornar viável o alcance dos objetivos definidos para o saneamento básico.

Atualmente, no município de São Felipe d'Oeste/RO para execução dos serviços de drenagem de águas pluviais a Prefeitura estabeleceu administração direta, ou seja, consiste em uma gestão centralizada, onde a Prefeitura assumiu diretamente por meio da Secretaria Municipal Obras, Serviços Públicos e Estradas – SEMOSPE as obras de drenagem, ações corretivas e limpeza (desobstrução) dos dispositivos de drenagem de águas pluviais urbanas e manutenção de equipes de plantão para os casos emergenciais de interdição de estradas, bueiros e/ou pontes, evitando-se assim o isolamento de determinada área sujeita às alagações sazonais.

Enquanto que para a prestação de serviços de abastecimento de água na Sede Municipal e Distrito de Novo Paraíso se estabeleceu uma administração indireta, sendo transferido a execução dos serviços para a Companhia de Águas e Esgotos do Estado de Rondônia (Caerd), instituída sob forma de sociedade de economia mista, se caracterizando uma gestão descentralizada. A unidade está subordinada à Coordenadoria Estratégica de Operações Sul, ligada à Gerência Operacional e de Negócios de Espigão do Oeste.

O manejo dos resíduos sólidos no município é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras, Serviços Públicos e Estradas (Semospe), entretanto, o município de São Felipe D'Oeste faz parte do Consorcio Público Intermunicipal da Região Centro Leste do Estado de Rondônia (Cimcero), destinando seus resíduos sólidos domiciliares no aterro sanitário da empresa MFM Soluções Ambientais do município de Cacoal/RO, por meio do Contrato de Concessão nº 298/2018. O objeto do contrato é o tratamento e a disposição final adequada dos resíduos sólidos domiciliares urbanos.

Quanto aos resíduos de serviço de saúde este também ocorre através de gestão consorciada feita pelo Cimcero e pela Prefeitura Municipal de São Felipe D'Oeste, no entanto, para coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos, foi celebrado contrato com a Empresa Preserva Soluções LTDA - ME, pessoa jurídica de direito privado, devidamente inscrita no CNPJ 15.515.617/0001-17, situada na Linha 184, Km 11,5 – Lado Norte, Lote 27, Gleba 13 na Zona Rural de Rolim de Moura, Estado de Rondônia.

Os serviços de esgotamento sanitário são de responsabilidade da Caerd, pois, no contrato firmado entre o município e a prestadora, consta-se o desenvolvimento de atividades integradas a coleta, afastamento, tratamento e a destinação final de esgotos sanitários, contemplando suas

respectivas infraestruturas atuais e futuras instalações operacionais, abrangendo, a sede do Município de São Felipe d'Oeste pelos anos de 2015/2016 e no todo, incluindo o Distrito de Novo Paraíso a partir de 01 de Janeiro de 2017, no entanto, até o presente momento ainda não foi iniciada nenhuma atividade para esse componente do saneamento básico no município de São Felipe d'Oeste.

A (Figura 25) apresenta de maneira resumida a forma da prestação dos serviços de saneamento básico no município, sendo direta municipal, indireta e ainda na modalidade da gestão associada pública.

Figura 25 - Forma de Prestação e contratação dos serviços públicos de saneamento básico no município de São Felipe d'Oeste

	Tipo de Gestão	Forma de Gestão	Prestador
Abastecimento de água	Indireta	Descentralizada (Sociedade de economia mista)	Caerd
Resíduos sólidos	Associada	Direta	Cimcero
Drenagem das águas pluviais	Direta	Centralizada	Semospe
Esgotamento Sanitário	Indireta	Descentralizada (Sociedade de economia mista)	Caerd

Fonte: Projeto Saber Viver, 2019 – TED 08/2017 IFRO/FUNASA

Diante desse cenário é importante que o município acompanhe e fiscalize os serviços realizados no abastecimento de água e no esgotamento sanitário, visto que o contrato ainda se encontra vigente com a Caerd para que seja cumprida as metas estabelecidas pela prestadora.

O cenário futuro, recomendado para o município de São Felipe d'Oeste/RO, visa promover o desenvolvimento institucional, permitindo a tomada de decisão quanto ao modelo de gestão e as ações necessárias para a universalização do saneamento básico.

Independente da forma de gestão e prestação dos serviços deverá ser criado um Conselho Municipal/Gestor de Saneamento Básico, visto que o município ainda não instituiu, através de uma lei municipal. Caberá a este novo órgão, de natureza consultiva e deliberativa, o exercício do controle social, da fiscalização e da regulação dos serviços, garantindo assim a transparência dos prestadores dos serviços e a participação da sociedade nas deliberações necessárias para a garantia da qualidade dos serviços.

O Conselho atuará também na gestão das ações a serem executadas conforme o PMSB de São Felipe d'Oeste/RO. O Conselho Municipal/Gestor de Saneamento Básico deverá ser

composto por representantes da sociedade civil organizada, representantes de Secretarias Municipais e Instituições Governamentais (como exemplo, a Secretaria Municipal de Obras, Serviços Públicos e Estradas; Secretaria Municipal de Saúde; Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Agricultura e Pecuária; Secretaria Municipal Educação, a Associação de Moradores de Bairros, entidades filantrópicas ou religiosas; representante da Caerd; da Indústria e Comércio Local; dos Sindicatos e Trabalhadores; e da Emater, etc.).

O Conselho Municipal de Saneamento Básico deverá desempenhar funções de planejamento, regulação e fiscalização dos serviços de saneamento básico, gerenciamento e coordenação das metas e ações do PMSB, baseando-se em uma sistemática de monitoramento e avaliação dos resultados pretendidos por meio de indicadores, controle da efetividade das ações do plano, decisões sobre os planos de contingência para enfrentamento de emergências, entre outras funções a serem definidas pela lei da política municipal de saneamento básico.

Portanto, o Conselho Municipal/Gestor de Saneamento Básico deve se manter vigilante sobre a alimentação das variáveis e uso dos indicadores de percepção social, de desempenho do PMSB e de planejamento estratégico do PMSB, que estarão descritos no Produto H (Relatório sobre os indicadores de desempenho do Plano Municipal de Saneamento Básico) e Produto I (Sistema de informações para auxílio à tomada de decisão), disponíveis no site do Projeto Saber Viver (<https://saberviver.ifro.edu.br/>).

No (Quadro 11) estão relacionados os objetivos e os cenários relativos ao Desenvolvimento Institucional.

Quadro 12 - Objetivos para o Desenvolvimento Institucional

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO	
	ÍTEM	OBJETIVO
Não existe Conselho Gestor de Saneamento Básico	DI-1	Criação do Conselho Gestor de Saneamento Básico
Falta de informações sistematizadas nos eixos do Saneamento Básico	DI-2	Implementação do Sistema de Informações Municipais do Saneamento – SIMS
Deficiências na adequação da estrutura física dos setores responsáveis pelo saneamento	DI-3	Melhoria nos equipamentos e estruturas de organização dos prestadores de serviço - Recursos Humanos/ Financeiro/ Infraestrutura
Defasagem na formação e capacitação dos recursos humanos no setor de saneamento básico, educação ambiental e mobilização social.	DI-4	Contratar empresa ou capacitar servidores para alimentar e atualizar o Banco de Dados com informações detalhadas quantitativas e qualitativas dos serviços de saneamentos, e ainda nas áreas de educação ambiental e mobilização social.
Ausência de equilíbrio econômico-financeiro dos serviços de saneamento básico	DI-5	Realizar estudo tarifário dos serviços de saneamento para definição das taxas e tarifas, levando em consideração os custos de serviços e investimentos necessários ao município.

Problemas nos mecanismos de controle social	<i>DI-6</i>	<p>Criar sistema de fiscalização de empreendimentos e comunidade de forma associada entre os diversos setores e órgãos prestadores dos serviços de saneamento;</p> <p>Criar sistema de ouvidoria (Disque Denúncia) para recebimento de reclamações referentes aos serviços e para o registro de reivindicações dos serviços de saneamento</p>
Deficiência na fiscalização e regularização dos sistemas e serviços de saneamento	<i>DI-7</i>	Criar sistema de fiscalização e regulação dos prestadores de serviços de saneamento

Em desenvolvimento

9 PREVISÃO DE EVENTOS DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

Exigido entre os itens mínimos necessários em um Plano de Saneamento Básico, a previsão de eventos de emergência e contingência está citada nos quatro eixos do saneamento. Independentemente do cenário escolhido, a previsão dos eventos é de indispensável magnitude para o planejamento das operações de emergência.

O planejamento das operações de emergência, segundo a Funasa (2013), é a concepção de uma série de atividades que, se devidamente executadas, permitem preparar com antecedência ao desastre as ações necessárias para minimizar os impactos provocados pelo mesmo.

Os eventos de emergência estão relacionados a desastres naturais e irão variar conforme a situação do município. O Manual de Desastres Naturais - Volume I, apresentado pela Defesa Civil, procura agregar um volume significativo de informações sobre os desastres provocados por fenômenos e desequilíbrios da natureza, de ocorrência no Brasil e nos outros países e pode ser utilizado como referência bibliográfica.

A Funasa apresenta um plano e um protocolo de atuação em casos de inundações, um dos exemplos de caso de desastre natural. As inundações têm como causa a precipitação anormal de água que, ao transbordar dos leitos dos rios, lagos, canais e áreas represadas, invade os terrenos adjacentes, provocando danos (Brasil, 2003). Em função do nível das águas, a velocidade e a área geográfica que abrangem, as inundações apresentam como principais efeitos nos sistemas de saneamento (Funasa, 2013):

- destruição total ou parcial de sistemas de captação localizados nos mananciais;
- danos em estações de bombeamento;
- carreamento de sedimentos;
- perdas na captação;
- ruptura de tubulações expostas ou não;
- contaminação da água;
- interrupção no fornecimento de energia elétrica necessária ao funcionamento dos sistemas; e
- entrada de água marinha nos aquíferos continentais implicando em diminuição de água subterrânea e/ou sua contaminação.

Sendo assim, este item busca definir possíveis eventos de emergência nos quatro eixos em todo território municipal e consequentes ações visando amenizar e/ou solucionar o problema. As tabelas que seguem contêm a relação destes eventos e possíveis ações que deverão ser adotadas.

Tabela 9-1 - Eventos de Emergência e Contingência.

Eixo	Ocorrência	Ações emergenciais
Abastecimento de água		
Esgotamento Sanitário		
Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos		
Drenagem e manejo de águas pluviais		

Em desenvolvimento

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Wartchow, Dieter; Gehling, Gino. Sistemas de Água e Esgotos. 2017. Disponível em: <http://avasan.com.br/pdf/IPH_212_2017_1S-Cap8.pdf>. Acesso em 14 jul. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.217/1994**: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.

_____ **NBR 13.896/1997**: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS SERVIÇOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO; FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Criação e organização de serviços municipais ou intermunicipais de saneamento básico**. Brasília: Funasa, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Orientações para elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PSGIRS para municípios com população inferior a 20 mil habitantes**. Brasília, DF: MMA, 2013. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/wp-content/uploads/2014/10/Elaboracao-de-PSGIRS-20000-hab.pdf>>

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2017. 212 p. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>>

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento / Ministério da Saúde**. 4. ed. Brasília : Funasa, 2015. 642 p.

_____ **Política e plano municipal de saneamento básico: convênio Funasa / Assemae**. 2 ed. Brasília: Funasa, 2014. 188 p. Disponível em: < http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/ppmsb_funasa_assemae.pdf >

_____ **Plano de atuação da Funasa em situações de desastres ocasionados por inundações**. Brasília: Funasa, 2013. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/publicacoes/saude-ambiental/>>

_____ **Protocolo de atuação da Funasa em situações de desastres ocasionados por inundações**. Brasília: Funasa, 2013. Disponível em: < http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/protocolo_atuacao_desastres.pdf >

Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa de melhorias sanitárias domiciliares - Funasa/Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 44 p. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_orientacoes_tecnicas_programa_melhorias_sanitarias_ambientais.pdf>. Acesso em 10 jul. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Manual de desastres: Desastres naturais – v.1**. Brasília, 2013. Disponível em: http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=47a84296-d5c0-474d-a6ca-8201e6c253f4&groupId=10157.

BRASIL. PRESIDENCIA DA REPÚBLICA. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/acervo/legislacao>> Acesso em: 04 /02/2016

_____ **Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010** - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/acervo/legislacao>>

DORNELLES, F. **Gerenciamento da drenagem urbana**. 01 aug. 2016, 21 dec. 2016. Notas de Aula.

FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – FADE; BNDES. **Relatório final de avaliação técnica, econômica e ambiental das técnicas de tratamento e destinação final dos resíduos**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_residuos_solidos_Rel_Aval_tecnica_eco.pdf>.

GARBIN, C. H. **Desenvolvimento do sistema de esgotamento sanitário de Maçambará / RS : desenvolvimento do anteprojeto**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

HELLER, L.; PADUA, V. L. **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. Belo Horizonte, UFMG. 2006

MOREIRA, Terezinha. **Saneamento Básico: Desafios e Oportunidades**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/basico.pdf>.

MORETTI, Ricardo de Souza. **Terrenos de fundo de vale- conflitos e propostas**. Técnica. São Paulo [SP]: PINI, 9 (48): 64-67, 2000a.

PINTO, T. De P. et al. **Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem**. 2008.

BOF, P. H. **Recuperação de Rios Urbanos: O caso do Arroio Dilúvio**. 2014. 93 f. Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

PORTO ALEGRE. Departamento de Esgotos Pluviais. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: manual de drenagem urbana**. Porto Alegre, 2005. v. VI. Disponível em <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu_doc/manualdedrenagem.pdf>

Em desenvolvimento

VEIGA, S. M.; RECH.D. **Associações: como constituir sociedades sem fins lucrativos**. Rio de Janeiro: DP&A: Fase, 2001.

VON SPERLING, M. **Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2006.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1995. 240 p. 1 v.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (2000)
Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2013. Disponível em <http://www.snis.gov.br/>, consultado em 2016.

OLIVEIRA, S.V.W.B. **Modelo para tomada de decisão na escolha de sistema de tratamento de esgoto sanitário**. 2004. 293 f. Tese (Doutorado em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LEONETI, A. B. **Avaliação de modelo de tomada de decisão para escolha de sistema de tratamento de esgoto sanitário**. 2009. 154f. Dissertação (Mestrado em Administração de Organizações). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.

APENDICE A: AVALIAÇÃO FINANCEIRA DE ALGUMAS SOLUÇÕES PARA O ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O manual propõe algumas soluções existentes para o tratamento dos efluentes domésticos. Porém, caso o município já possua projeto nesta área, este projeto deverá ser apresentado no Plano.

1 SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO ACOMPANHADO DE ETE ESCOLHIDA PELO ETE_x

O cenário financeiro e econômico do sistema de esgotamento sanitário foi elaborado para o período de *2017 a 2037*, onde foram considerados as estimativas de custo de implantação e de custo de operação e manutenção para o sistema de tratamento escolhido, apresentado no Quadro 9-1, e os custos para implantação da rede coletora. O sistema de tratamento escolhido foi o *xxxx*, sugerido pela equipe da universidade, devido a *xxxx*.

Quadro 9-1 – Custos do sistema escolhido

Estimativa de custo de implantação (US\$)	
Estimativa de custo de operação e manutenção (US\$/ano)	
Custo total do sistema (US\$)	

Fonte: estimativa do custo de implantação calculados pela última versão do modelo ETE_x (OLIVEIRA, 2004; LEONETI, 2009) e estimativa DBO efluente com base em Von Sperling (2006)

Estimativa de custo de operação e manutenção por ano deve ser retirada da Planilha de Cálculo do Custo do Sistema ETE_x no item “Valor médio de operação anual”.

Para o custo para a implantação da rede coletora foi utilizado como referência o valor de R\$ 326,23 por metro linear de rede (GARBIN, 2016). Considerando que o município apresenta uma extensão de ruas *xxxx* km, o investimento total para implantação é de R\$ *xxxxx*. Se somarmos a este valor a estimativa de custo para a implantação da estação de tratamento, o investimento para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário é de *xxxxx* reais.

Caso o Município já apresente projeto para uma estação de tratamento de esgoto e levantamento de custos para a realização da obra, estes dados deverão ser utilizados na avaliação financeira.

Em desenvolvimento

Para efeitos de cálculo do volume de esgoto a ser coletado e, por conseguinte, para simular receitas decorrentes da prestação dos serviços de esgotamento sanitário (SES), adotou-se um percentual otimista de 80% de taxa de sucesso na efetivação das ligações de esgoto, a qual considera principalmente dificuldades técnicas (declividade invertida, etc.) e a baixa disposição da população em conectar-se aos SES onde estes forem implantados. Como referência, foi adotada uma tarifa para esgoto tratado de R\$ 3,25/m³ de esgoto medido, a mesma praticada pelo DMAE de Porto Alegre no ano de 2017.

A Tabela 9-2 apresenta uma simulação financeira considerando o arranjo proposto pelo PMSB. A implantação da rede coletora e da estação de tratamento será realizada em uma etapa só, porém deve-se considerar um período de 4 anos para a elaboração do projeto e a implantação do sistema. Sendo assim, a previsão do início da operação seria no ano de 2021, portanto, a partir deste ano iniciam-se as receitas e os custos de operação.

A partir dos custos totais calculou-se o valor presente líquido (VPL) considerando taxa mínima de atratividade – TMA de 12% ao ano. A Receita Potencial resultou em R\$ xxx/m³ de esgoto medido, enquanto o custo marginal resultou em R\$ xxx /m³ de esgoto medido. Devido à falta de viabilidade financeira, que pode ser observada através do alto custo marginal em relação a receita potencial, deve-se analisar a possibilidade de implementar o sistema de esgotamento sanitário com verbas não onerosas.

Tabela 9-2 - Simulação financeira para o cenário proposto pelo projeto

Ano	População Urbana	Percentual de população atendida	Volume estimado de esgoto medido	Receita estimada SES	CUSTOS		Fluxo de Caixa
	hab	%	m3/ano	R\$/ano	Operacionais	Investimentos	R\$
					R\$/ano	R\$	
2017	1901	0	0,00	0,00	<i>Revisão do projeto do SES e implantação do sistema</i>		0,00
2018	1939	0	0,00	0,00			0,00
2019	1978	0	0,00	0,00			0,00
2020	2017	0	0,00	0,00		R\$5.076.029,44	-R\$5.076.029,44
2021	2058	40	36.052,38	R\$111.041,34	R\$25.928,08		R\$85.113,26
2022	2099	50	45.966,79	R\$141.577,71	R\$33.058,31		R\$108.519,40
2023	2141	60	56.263,35	R\$173.291,12	R\$40.463,37		R\$132.827,75
2024	2184	80	76.518,16	R\$235.675,92	R\$55.030,18		R\$180.645,74
2025	2227	80	78.048,52	R\$240.389,44	R\$56.130,78		R\$184.258,66
2026	2272	80	79.609,49	R\$245.197,23	R\$57.253,40		R\$187.943,83
2027	2317	80	81.201,68	R\$250.101,17	R\$58.398,47		R\$191.702,71
2028	2364	80	82.825,71	R\$255.103,20	R\$59.566,44		R\$195.536,76
2029	2411	80	84.482,23	R\$260.205,26	R\$60.757,77		R\$199.447,50
2030	2459	80	86.171,87	R\$265.409,37	R\$61.972,92		R\$203.436,45
2031	2508	80	87.895,31	R\$270.717,56	R\$63.212,38		R\$207.505,17
2032	2559	80	89.653,22	R\$276.131,91	R\$64.476,63		R\$211.655,28
2033	2610	80	91.446,28	R\$281.654,54	R\$65.766,16		R\$215.888,38
2034	2662	80	93.275,21	R\$287.287,64	R\$67.081,48		R\$220.206,15
2035	2715	80	95.140,71	R\$293.033,39	R\$68.423,11		R\$224.610,27
2036	2770	80	97.043,52	R\$298.894,06	R\$69.791,58		R\$229.102,48
2037	2825	80	98.984,40	R\$304.871,94	R\$71.187,41		R\$233.684,53
ΣVPL	16.343,74	-	452.208,81	R\$1.392.803,13	R\$364.244,90		-R\$3.464.584,67

2 IMPLEMENTAÇÃO DO SES EM ETAPAS

Devido à demora que se dá para a instalação de um sistema completo de esgotamento sanitário, sugere-se a implementação deste sistema para atendimento da zona urbana em duas etapas que se complementam.

Primeira etapa: em caráter emergencial, implantação da estação de tratamento de esgoto através do modelo de ETE compacta, contemplando processos de biodigestão anaeróbia, filtragem, desinfecção e lançamento, dimensionada para atender às vazões geradas pelas fossas sépticas da área urbana (e também as da área rural). Para as atividades de coleta e esgotamento das fossas, deve ser realizada a aquisição de caminhão dotado de equipamento limpa-fossa, este mesmo veículo poderá ser utilizado para o esgotamento das fossas localizadas na área rural;

Segunda etapa: consiste na implantação da rede coletora propriamente dita, bem como a ampliação significativa da ETE, através da implantação de mais módulos, visando atender a demanda oriunda do esgoto doméstico coletado através do sistema coletivo.

Um módulo da ETE compacta tem capacidade de 32 m³/dia, para determinar a quantidade de módulos necessária para atender a demanda do município de *nome do município*, utilizou-se a Tabela abaixo. Foi considerada apenas 80% da vazão estimada para o ano de *2038 (ano final do horizonte do plano)*, a qual considera, principalmente, dificuldades técnicas (declividade invertida, etc.) e a baixa disposição da população em conectar-se aos SES onde estes forem implantados.

Tabela 9-3 - Número de módulos da ETE

Volume estimado no ano de <i>2038</i> (m ³ /ano)	<i>36.052</i>
(m ³ /dia)	<i>98,77</i>
Número de módulos necessários	4

Os cenários financeiros e econômicos do sistema de esgotamento sanitário foram elaborados para o período de *2017 a 2037*. Para a construção do cenário SES serão considerados os investimentos calculados a partir da solução apresentada acima. A partir dos custos totais calculou-se o valor presente líquido (VPL) de cada cenário considerando taxa mínima de atratividade – TMA de 12% ao ano. A Tabela 9-4 apresenta os parâmetros utilizados para a simulação dos cenários aplicados à temática dos esgotos sanitários.

Tabela 9-4 - Parâmetros utilizados para simulações dos cenários SES.

Consumo Médio per Capita (L/hab.dia)	150
Coefficiente de retorno	0,8
Operação lodos ativados ⁽¹⁾ - (U\$/hab/ano)	13
Relação R\$/U\$	<i>3,50</i>

⁽¹⁾ Moreira, 2002

A Tabela 9-5 apresenta uma estimativa dos investimentos que deverão ser realizados para a implantação do SES seguindo a divisão em duas etapas da implantação. Neste caso, o valor de investimento para a implantação total do SES é de **R\$ 4.192.965,62**. Para o cálculo do custo da rede coletora, foi utilizado como referência o valor de R\$ 326,23 por metro linear de rede (GARBIN, 2016).

Tabela 9-5 - Investimentos

1ª Fase (2018)	
Terreno - 5.000m ²	120.000,00
1 Módulo da ETE c/capac. 32 m ³ /dia cada	60.000,00
1 Leito de Secagem	60.000,00
Caminhão com tanque-limpa fossa	300.000,00
2ª Fase (2019)	
3 Módulo da ETE c/capac. 32 m ³ /dia cada	180.000,00
3 Leito de Secagem	180.000,00
Rede coletora	3.292.965,62

Ao calcular os custos de operação e as receitas (Tabela 9-6) foi considerado o início da operação da Primeira Fase em 2019 e a Segunda Fase em 2021. Já para as simulações da receita estimada decorrente da prestação dos serviços de esgotamento sanitário utilizou-se como referência uma tarifa para esgoto tratado de R\$ 3,25/m³ de esgoto medido, a mesma praticada pelo DMAE de Porto Alegre no ano de 2017, a ser aplicada a partir do ano de 2021. Assim como na estimativa de módulos da ETE, para efeitos de cálculo do volume de esgoto a ser coletado e, por conseguinte, para simular receitas decorrentes da prestação dos serviços de esgotamento sanitário (SES), adotou-se um percentual de 80% de taxa de sucesso na efetivação das ligações de esgoto.

Tabela 9-6 - Simulação financeira para o cenário proposto pelo projeto

Ano	Pop. Urbana	Percentual de população atendida	Volume estimado de esgoto medido	Receita estimada SES	CUSTOS		Fluxo de Caixa
					Operacionais	Investimentos	
	hab	%	m3/ano	R\$/ano	R\$/ano	R\$	R\$
2017	1901	0	0,00	R\$0,00	1ª Fase	R\$540.000,00	-R\$540.000,00
2018	1939	0	0,00	R\$0,00		R\$0,00	
2019	1978	0	0,00	R\$0,00	2ª Fase	R\$3.652.965,62	-R\$3.652.965,62
2020	2017	0	0,00	R\$0,00		R\$0,00	
2021	2058	40	36.052,38	R\$111.041,34	R\$37.451,68		R\$73.589,67
2022	2099	50	45.966,79	R\$141.577,71	R\$47.750,89		R\$93.826,82
2023	2141	60	56.263,35	R\$173.291,12	R\$40.463,37		R\$132.827,75
2024	2184	80	76.518,16	R\$235.675,92	R\$55.030,18		R\$180.645,74
2025	2227	80	78.048,52	R\$240.389,44	R\$56.130,78		R\$184.258,66
2026	2272	80	79.609,49	R\$245.197,23	R\$57.253,40		R\$187.943,83
2027	2317	80	81.201,68	R\$250.101,17	R\$58.398,47		R\$191.702,71
2028	2364	80	82.825,71	R\$255.103,20	R\$59.566,44		R\$195.536,76
2029	2411	80	84.482,23	R\$260.205,26	R\$60.757,77		R\$199.447,50
2030	2459	80	86.171,87	R\$265.409,37	R\$61.972,92		R\$203.436,45
2031	2508	80	87.895,31	R\$270.717,56	R\$63.212,38		R\$207.505,17
2032	2559	80	89.653,22	R\$276.131,91	R\$64.476,63		R\$211.655,28
2033	2610	80	91.446,28	R\$281.654,54	R\$65.766,16		R\$215.888,38
2034	2662	80	93.275,21	R\$287.287,64	R\$67.081,48		R\$220.206,15
2035	2715	80	95.140,71	R\$293.033,39	R\$68.423,11		R\$224.610,27
2036	2770	80	97.043,52	R\$298.894,06	R\$69.791,58		R\$229.102,48
2037	2825	80	98.984,40	R\$304.871,94	R\$71.187,41		R\$233.684,53
ΣVPL	16.343,74	-	452.208,81	R\$1.392.803,13	R\$386.246,66	-	-R\$2.336.348,61

SISTEMAS INDIVIDUAIS COM FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO

Os sistemas individuais com fossa séptica e sumidouro podem ser a opção mais viável técnica e economicamente tanto para a zona rural quanto, dependendo do município, para a zona urbana. Objetivando a adequação das economias que não possuem disposição correta de seus efluentes, sugere-se a instalação de sistemas fossa séptica, filtro e sumidouro ou autorizando o seu lançamento em corpos hídricos, observado o correto dimensionamento do sistema individual de tratamento, limpezas frequentes e atendimento aos padrões de lançamento.

No âmbito técnico, para o projeto, construção e operação dos sistemas simplificados deve-se seguir as seguintes normas da ABNT:

- NBR 13.969/97: Tanques sépticos – Unidade de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação
- NBR 7.229/93: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos

O cálculo do volume útil do tanque séptico padrão a ser adotado para todos os domicílios foi feito com base na NBR 7229:1993, resultando em um tanque com um volume de **xxx** litros. A Tabela 9-7 apresenta os valores utilizados para o dimensionamento do tanque, considerando uma média de **3 ocupantes** permanentes em **residências de padrão médio** e um intervalo entre limpezas de **2 anos**.

Tabela 9-7 - Dimensionamento do tanque séptico padrão para a área rural

N	3	pessoas
C	100	L
T	1	dias
K	134	
L _f	1	
V	1702	L

3.1 Cálculo do volume do tanque séptico

A NBR 7229 fixa as condições exigíveis para projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, incluindo tratamento e disposição de efluentes e lodo sedimentado. Para o dimensionamento do tanque séptico a norma utiliza a equação abaixo:

$$V = 1000 + N * (C * T + K * L_f)$$

(Equação 10)

Onde:

V é o volume do tanque séptico;

N é o número de pessoas ou unidades de contribuição

C é a contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 1)

T é o período de retenção, em dias (ver Tabela 2)

K é a taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (ver Tabela 3)

L_f é a contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 1)

As tabelas citadas acima estão apresentadas nas figuras que seguem. A Figura 9-1 apresenta a Tabela 1 da norma, enquanto a Figura 9-2 apresenta as tabelas 2 e 3.

Figura 9-1 – Tabela 1 da Norma para cálculo do tanque séptico.

Tabela 1 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (L_f) por tipo de prédio e de ocupante

Unid.: L			
Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (L _f)	
1. Ocupantes permanentes			
- residência			
padrão alto	pessoa	160	1
padrão médio	pessoa	130	1
padrão baixo	pessoa	100	1
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- alojamento provisório	pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
- fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- escritório	pessoa	50	0,20
- edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- bares	pessoa	6	0,10
- restaurantes e similares	refeição	25	0,10
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- sanitários públicos ^(A)	bacia sanitária	480	4,0

^(A) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estádio esportivo, etc.).

(Fonte: NBR 7.229/93)

Figura 9-2 - Tabelas 2 e 3 da Norma para cálculo do tanque séptico.

Tabela 2 - Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Tabela 3 - Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

(Fonte: NBR 7.229/93)

FOSSA BIODIGESTORA DA EMBRAPA

A fossa séptica modelo Embrapa é um sistema simples desenvolvido para tratar o esgoto proveniente dos vasos sanitários de residências rurais com até sete pessoas. O processo é simples: o esgoto é lançado dentro de um conjunto de três caixas d'água ligadas uma a outra e tratado pelo processo de biodigestão que reduz a carga de agentes biológicos perigosos para a saúde humana. O líquido que se acumula na terceira caixa d'água da fossa séptica é um biofertilizante que pode ser utilizado para adubar árvores, milho, capim entre outros. Recomenda-se este tipo de fossa para residências rurais devido a necessidade de esterco de vaca para a realização do tratamento do esgoto.

A Tabela 9-8 apresenta uma composição de custos do material necessário para a construção deste tipo de fossa. Os dados que não apresentam o código SINAPI foram retirados de fontes alternativas disponíveis na internet. O custo total de uma fossa ficou em R\$ 1.460,08. Caso o município queira utilizar esta alternativa de tratamento, o custo de implantação total será composto pelo número de domicílios a serem atingidos multiplicados pelo custo individual de cada fossa biodigestora.

A EMBRAPA disponibiliza uma cartilha adaptada ao letramento do produtor, que pode ser acessada através do site: <https://www.embrapa.br/gado-de-leite/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1004077/como-montar-e-usar-a-fossa-septica-modelo-embrapa-cartilhas-adaptadas-ao-letramento-do-produtor>. Para informações mais técnicas, também é possível consultar a publicação disponível em http://nuaimplementation.org/wp-content/uploads/commit_files/zPIfHnM3JeC2v2wQk0.pdf.

Tabela 9-8 - Composição de custo Bidigestor.

Código SINAPI	Descrição do insumo		Preço mediano	Preço total
11868	Caixa d'água de vibra de vidro para 1000 litros, com tampa	un	291,36	874,08
9836	Tubo PVC série normal, DN 100 mm, para esgoto predial (NBR 5688)	m	8,94	107,28
1970	Curva PVC longa 90°, 100 mm, para esgoto predial	un	28,85	57,70
3893	Luva de correr PVC , DN 100 mm, para esgoto predial	un	9,99	29,97
7105	Te de inspeção, PVC, 100 x 75 mm, série normal, para esgoto predial	un	27,09	54,18
9868	Tubo PVC, soldável, DN 25 mm, água fria (NBR-5648)	m	2,86	5,72
1185	CAP PVC, soldável, 25 mm, para água fria predial	un	0,89	1,78
9875	Tubo PVC, soldável, DN 50 mm, água fria (NBR-5648)	m	11,07	11,07
11677	Registro esfera, PVC, com volante, VS, soldável, DN 50 mm, com corpo dividido	un	40,43	40,43
39961	Silicone acético uso geral incolor 280 G	un	11,11	22,22
38383	Lixa d'aqua em folha, grão 100	un	1,39	2,78
-	Válvula de retenção de PVC de 100 mm	un	109,90	109,90
-	Cola para PVC Incolor Bisnaga 75g Tigre	un	5,40	5,40
-	Tinta Asfáltica Neutrol para Concreto, Alvenaria, Metais e Madeira Preta 900ml Vedacit	un	31,90	31,90
-	Aplicador para Silicone Worker	un	19,29	19,29
-	Arco de Serra com Lâmina Bi Metal 140 Starrett	un	44,90	44,90
-	Pincel Cerdas Gris Látex e Acrílica 3/4" Tigre	un	5,99	5,99
-	Pincel Cerdas Brancas Verniz e Stain 4" Tigre	un	19,90	19,90
-	Estilete 508 3 Lâminas Largura 18 mm Stamaco	un	15,59	15,59
				1.460,08

(Fonte: SINAPI, 2017; Catálogo Leroy Merlin)

APÊNDICE B: GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define o gerenciamento dos resíduos sólidos como um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. O Apêndice B apresentará duas possibilidades para a gestão dos resíduos sólidos.

INSTALAÇÃO DE CENTRAL DE TRIAGEM E USINA DE COMPOSTAGEM MUNICIPAL

Para a gestão dos resíduos será considerada a implantação gradual da coleta seletiva no município com a instalação e operação de uma pequena Central de Triagem Municipal, uma unidade de Transbordo além de uma Usina de Compostagem. O material que não poderá ser reciclado ou compostado será encaminhado para o aterro (*nome do aterro*). Desta maneira, todas as etapas da gestão dos resíduos seriam de responsabilidade do município, excetuando a disposição no aterro.

A seguir, estão descritos os procedimentos utilizados no cálculo dos custos e receitas considerados nas opções sugeridas para a gestão dos resíduos neste PMSB.

1. Coleta / Transporte dos RSD: O custo deste item foi calculado utilizando uma planilha modelo, disponibilizada pelo TCE/RS, que tem como intuito auxiliar a elaboração dos orçamentos-base de licitações e aumentar a transparência das futuras contratações. A partir do preenchimento dos dados de entrada é possível calcular o valor total estimado para a contratação, detalhando cada parcela dos custos inerentes. Considerando um efetivo de **3** funcionários, sendo um motorista e dois coletores, e uma quilometragem mensal percorrida de **XXXX**, o custo de coleta foi estimado em **R\$ XXXXX por mês (R\$ XXXX/ton)**. A planilha utilizada para o cálculo encontra-se anexada a este relatório.

2. Disposição final no CRVR: o custo de disposição no **CRVR**, localizado no **município de Minas do Leão**, varia de acordo com a fração de resíduos destinados a central de triagem, a compostagem e ao aterro sanitário. De acordo com a política tarifária da empresa, disponível em <http://crvr.com.br/wp-content/uploads/>, o custo é de **R\$ 99,00 /ton. RSU**.

3. Implantação e operação da estação de transbordo: devido à dificuldade de obter valores confiáveis para o custo de implantação de estações de transbordo utilizou-se o valor de R\$ 50.000,00. O custo unitário de operação da estação de transbordo utilizado nos cálculos dos cenários econômico foi R\$ 9,72/t RSD, baseado em dados da Companhia de Limpeza Urbana (CONLURB-RJ). O custo anual de operação da estação de transbordo foi calculado

multiplicando-se a massa de resíduos a ser enviada ao aterro sanitário pelo custo unitário de operação.

4. Implantação e operação de uma pequena central de triagem municipal: Conforme estudo realizado por CRUZ (2011) para municípios de 5000 habitantes, estima-se para **nome do município** um custo de operação de R\$ 10,84 por tonelada de resíduos para uma pequena central de triagem municipal. Considerando que será necessário um galpão pequeno, com 300 m² edificados e contendo uma prensa, uma balança e um carrinho, o investimento total para a implantação é de R\$ 184.800,00, explicitado na Tabela abaixo.

Tabela 9-9: Custos de investimento referentes a Central de Triagem.

Itens	Custo
Obras civis	R\$ 161.700,00
Equipamentos	R\$ 23.100,00
Contrapartida	3%

(Fonte: PINTO *et al.*, 2008 – Adaptada)

Os custos da Tabela 9-9 são referentes a março de 2008 para o Estado de São Paulo, ou seja, são apenas uma estimativa. É importante salientar que esta configuração de galpão de triagem era adotada pelo PAC, em 2008, para a concessão de recursos aos municípios, bem como os equipamentos previstos.

5. Implantação de uma central de compostagem: deve-se considerar os custos apresentados na Tabela 9-10 relativos ao investimento para as instalações necessárias referentes a Usina de Compostagem.

Tabela 9-10: Custos de investimento referentes a Usina de Compostagem.

Investimento por tonelada	39,13	R\$/t
Resíduos Orgânicos (2038)	84	t
Investimento total	3.291,45	R\$

(Fonte: FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – FADE; BNDES, 2013 - Adaptado)

Os custos acima podem e devem ser alterados caso existam fontes alternativas e mais seguras.

6. Receitas: a taxa de lixo é cobrada juntamente com o IPTU por domicílio, como o município não apresenta informações de arrecadação, as receitas foram estimadas a partir do número de domicílios na zona urbana. Considerando uma média de **xxx** habitantes por domicílio (IBGE, 2010) e, dividindo a população projetada para cada ano por este valor, foi possível encontrar o número de domicílios pagantes. Ao multiplicarmos o número de domicílios pela taxa cobrada, obtemos as receitas anuais.

Caso o município apresente a arrecadação anual, considerar este valor e corrigi-lo, ao longo do horizonte do plano, considerando uma taxa de 5,69% ao ano, relativa à média da inflação dos últimos dez anos.

Temos de ressaltar que havendo interesse do município na implantação de uma central de triagem e/ou um transbordo, estes deverão passar por exames detalhados para que possam cumprir toda legislação ambiental pertinente a matéria e não oferecer risco a saúde humana e ao meio ambiente. A receita decorrente da venda de materiais reciclados não foi considerada na opção analisada uma vez que, para o cálculo, são necessárias variantes que não foram objeto de análise neste PMSB. No entanto, é apresentada uma tabela com estimativa das receitas.

Sendo assim, a Tabela 9-11 apresenta a simulação financeira para um horizonte de 20 anos, nesta simulação considerou-se coleta seletiva com abrangência de coleta de recicláveis a todo o município e coleta de orgânicos e rejeitos apenas à zona urbana com a separação do rejeito e o resíduo compostável. Os custos operacionais da usina de compostagem não foram incluídos devido à falta de dados vindo de bibliografias confiáveis.

Tabela 9-11 - Estimativa de custos.

ANO	POPULAÇÃO		PRODUÇÃO RSU			CUSTOS		RECEITAS	CUSTO TOTAL (9)
	Total (1)	Urbana (2)	Recicláveis (3)	Orgânico (4)	Rejeito (5)	Coleta e Transporte (6)	Disposição Final (7)	Taxa de resíduos (8)	
	hab.	hab.	t/ano	t/ano	t/ano	R\$/ano	R\$/ano	R\$/ano	
2017	6250	1901	137	28	187	133.710,14	14.008,64	13.700,65	147.718,78

(Fonte: Própria do autor)

Exemplificando...

Colunas 1 e 2: Retirada da projeção populacional (Tabela 3-1)

Coluna 2 – Produção de RSU: Recicláveis: produção total de resíduos multiplicado pelo percentual de recicláveis na caracterização dos resíduos.

Coluna 3 – Produção de RSU: Orgânicos: produção total de resíduos multiplicado pelo percentual de orgânicos na caracterização dos resíduos.

Coluna 4 – Produção de RSU: Rejeitos: produção total de resíduos multiplicado pelo percentual de rejeitos na caracterização dos resíduos.

Exemplificando...

Coluna 5 – Custos: Coleta e Transporte: (3)+(4)+(5) multiplicado pelo custo definido no item “1. Coleta / Transporte dos RSD”

Coluna 6 – Custos: Disposição Final: (5) multiplicado pelo custo definido no item “2. Disposição final”

Coluna 7 – Taxa de resíduos: Taxa que o município recebe anualmente. A projeção poderá ser estimada através de uma relação simplificada entre número de habitantes e o total arrecadado pelo município

Coluna 8 – Custos totais: (5)+(6)

Visto que o município terá a capacidade de triar os resíduos recicláveis, também será possível, a venda destes resíduos. Logo, a Tabela 9-12 apresenta uma simulação financeira para as receitas decorrentes da venda do material reciclado a ser separado na Central de Triagem. Para os cálculos considerou a atuação de *3 associados, somente a produção de resíduos da zona urbana e, se instaurado coleta seletiva no município, um aproveitamento de 75% de resíduos recicláveis, sendo que o restante (25%) seria encaminhado ao aterro sanitário*. Além disso, para os cálculos foram utilizados os preços do Município de Porto Alegre, grifados em preto da Figura 9-3. Na Tabela 9-12 *não são considerados os materiais recicláveis que seriam coletados na zona rural, visto que na caracterização dos resíduos realizada foi utilizada uma amostra coletada na zona urbana, sendo assim, não se possui dados relativo ao percentual de material reciclável produzido na zona rural*.

Tabela 9-12 - Estimativa de receitas decorrentes da venda dos resíduos recicláveis

RECEITAS DA VENDA DE MATERIAIS SECOS TRIADOS				75% RESÍDUOS RECICLÁVEIS SÃO REAPROVEITADOS									25% DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS SÃO ENCAMINHADOS AO ATERRO		
ANO	POPULAÇÃO		PRODUÇÃO RSD	RECEITA RESÍDUOS RECICLÁVEIS										RECEITA TOTAL RSD TRIADO	RECEITA MENSAL
	Total	Urb	Urb.	Papel, Papelão	Tetrapak	Plástico	PET	Vidro	Metal	Aluminio					
				Urb.	Urb.	Urb.	Urb.	Urb.	Urb.	Urb.					
	Hab (1)	Hab (2)	t/a (3)	R\$/ano (4)	R\$/ano (5)	R\$/ano (6)	R\$/ano (7)	R\$/ano (8)	R\$/ano (9)	R\$/ano (10)	R\$/ano (11)	R\$/mês (12)			
2016	6241	1864	293	16.414,94	263,27	6.494,02	8.600,18	187,58	456,34	2.961,80	35.378,12	2.948,18			

Exemplificando...

Colunas 1 e 2: Retirada da projeção populacional (Tabela 3-1)

Coluna 3 – Produção de RSU Urbana: retirado da Coluna 6 da Tabela 6-1

Colunas de 4 a 10– Receita Resíduos Recicláveis – Papel, Papelão: Produção urbana de cada um dos materiais (Tabela 6-1) multiplicado pelo valor por tonelada do material e por 0,75 (considerar que 75% do material produzido pelo município será triado e vendido).

Coluna 11 – Receita total de Resíduos Recicláveis: Somatório das Colunas de (4) a (10)

Coluna 12 – Receita mensal por associado: Coluna (11) dividida por 12

Figura 9-3 - Tabela com valores por tonelada

	PAPELÃO	PAPEL BRANCO	LATAS DE AÇO	ALUMÍNIO	VIDRO INCOLOR	VIDRO COLORIDO	PLÁSTICO RIGIDO	PET	PLÁSTICO FILME	LONGA VIDA
RS										
PORTO ALEGRE	320PL	550PL	160PL	2700P	45L	-	900PL	1400P	800P	200P
SP										
SÃO PAULO	460PL	460PL	550L	4750P	180L	-	1750P	1900P	600P	250P
MORUNGABA	450PL	400L	450L	4200L	120L		450PL	1550P	2100L	180PL
LORENA	370P	300P	350L	3750	120L		1100P	1350P	400P	200P
MG										
BELO HORIZONTE	470PL	600PL	420L	3900P	70L		1500P	200PL	1300P	200PL
NOVA UNIÃO	480P	800L	470	4200	70		1250P	2200P	1100P	200PL
RJ										
MESQUITA	300L	500L	350L	2300P	60		1100P	2200P	1000P	150PL
RIO DE JANEIRO	270PL	300P	170L	3500P			1200P	1400P	1300P	200P
SC										
FLORIANÓPOLIS	340L	420L	300L	2400L	80L		1500P	1900P	800PL	200L
SE										
ARACAJU	250PL	550PL	100L	3500			600L	700L	1000P	250PL
PA										
XINGUARA	430PL	430PL	150	3100	190		800PL	1500P	100PL	250PL
PR										
CAMBARÁ	390P	300	380	3600P	50		700P	1500P	350P	200PL

(Fonte: <http://cempre.org.br/servico/mercado>)

A Figura 9-3, retirada do site da Cempre, apresenta os valores por tonelada praticados por programas de coleta seletiva de diversos municípios do Brasil. O Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre) é uma associação sem fins lucrativos dedicada à promoção da reciclagem dentro do conceito de gerenciamento integrado do lixo, esta, é mantida por empresas privadas de diversos setores. Na Tabela, identifica-se a letra P como prensada e a letra L como limpa.

CONSÓRCIO PÚBLICO INTERMUNICIPAIS PARA A GESTÃO ASSOCIADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O Governo Federal tem priorizado a aplicação de recursos na área de resíduos sólidos por meio de consórcios públicos, constituídos com base na Lei nº 11.107/2005, visando fortalecer a gestão de resíduos sólidos nos municípios. É uma forma de induzir a formação de consórcios públicos que congreguem diversos municípios para planejar, regular, fiscalizar e prestar os serviços de acordo com tecnologias adequadas a cada realidade, com um quadro permanente de técnicos capacitados, potencializando os investimentos realizados, e profissionalizando a gestão. Um consórcio público consiste na união entre dois ou mais entes da federação, sem fins lucrativos e de forma voluntária, com a finalidade de prestar serviços e desenvolver ações conjuntas que visem o interesse coletivo e benefícios públicos.

Quando comparada ao modelo atual, no qual os municípios manejam seus resíduos sólidos isoladamente, a gestão associada possibilita reduzir custos. O ganho de escala no manejo dos resíduos, conjugado à implantação da cobrança pela prestação dos serviços, garante a sustentabilidade econômica dos consórcios e a manutenção de pessoal especializado na gestão de resíduos sólidos. Ou seja, quanto maior a quantidade de pessoas atendidas, menores são os custos de instalação e manutenção da estrutura fixa, minimizando as despesas para as administrações públicas.

Os estudos de regionalização são importantes para viabilizar a constituição de consórcios públicos, pois fornecem uma base de dados capaz de facilitar o entendimento ou as negociações entre os diferentes gestores municipais, agilizando o processo de constituição de consórcios. O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul aponta as alternativas associadas para o planejamento e gestão integrada dos resíduos sólidos no Estado tendo como base parâmetros físicos, socioeconômicos e arranjos intermunicipais já consolidados que indiquem a afinidade política entre municípios. Porém, para cada consórcio, um estudo de viabilidade econômica, avaliando-se os custos das instalações de destinação coleta e transporte dos resíduos sólidos para as soluções isolada e compartilhada.

Um exemplo de consórcio intermunicipal existente é o CIGRES, formado por 31 municípios da região noroeste do Rio Grande do Sul. O CIGRES localiza-se no município de Seberi, teve sua constituição em Setembro de 2001 e iniciou sua operação em 12 de Março de 2007. O consórcio tem como objetivo receber os resíduos sólidos domésticos realizar a triagem do material e realizar a disposição adequada dos resíduos. O CIGRES conta com uma central de triagem, uma central de compostagem e um aterro sanitário.

Abaixo, apresenta-se um exemplo de como pode ser realizada a análise financeira de municípios que participam de consórcios públicos.

O município participa de um consórcio intermunicipal, CIGRES (consórcio intermunicipal de Gestão de Resíduos Sólidos). O custo para o município com a coleta e transporte e tratamento dos resíduos sólidos até a disposição final é, atualmente, de **R\$ 66.624,00** por ano sendo **R\$ 32.933,28** repassados ao CIGRES.

Para a análise econômica dos cenários escolhidos utilizou-se a metodologia do Valor Presente Líquido. Os cálculos do Valor Presente Líquido (VPL) do cenário financeiro foi realizado considerando taxa mínima de atratividade de 12% ao ano. A seguir estão descritos os procedimentos utilizados no cálculo dos custos e receitas considerados nos cenários econômicos.

1. Produção de resíduos: a partir da geração estimada na Tabela 6-1, foram agrupados os tipos de resíduos coletados

2. Custos com Coleta / Transporte dos RSD: Os custos com coleta e transporte, obtidos com a Prefeitura, consideraram os valores gastos com a empresa terceirizada que realiza os serviços de coleta e transporte. Os gastos serão corrigidos, ao longo do horizonte do plano, considerando uma taxa de 5,69% ao ano, relativa à média da inflação dos últimos dez anos.

3. Custos com CIGRES: visto que o município faz parte de um consórcio e os custos variam, não apenas com a quantidade de resíduos geradas pelo município de (*nome do município*), mas também com a geração de outros 26 municípios, considerou-se os gastos despendidos pela prefeitura com o consórcio. Os gastos serão corrigidos, ao longo do horizonte do plano, considerando uma taxa de 5,69% ao ano, relativa à média da inflação dos últimos dez anos.

4. Receitas: a taxa de lixo é cobrada juntamente com o IPTU por domicílio, como o município não apresenta informações de arrecadação, as receitas foram estimadas a partir do número de domicílios na zona urbana. Considerando uma média de **2,9 habitantes por domicílio** (IBGE, 2010) e, dividindo a população projetada para cada ano por este valor, foi possível encontrar o número de domicílios pagantes. Ao multiplicarmos o número de domicílios pela taxa cobrada, obtemos as receitas anuais.

Sendo assim, a tabela abaixo apresenta a simulação financeira para um horizonte de 20 anos, nesta simulação considerou-se coleta seletiva com abrangência de coleta de recicláveis a todo o município e coleta de orgânicos e rejeitos apenas à zona urbana com a separação do rejeito e o resíduo compostável.

Tabela 9-13 -Estimativas de custos e receitas

ANO	POPULAÇÃO		PRODUÇÃO RSU		CUSTOS		RECEITAS	CUSTO TOTAL
	Total	Urb.	Recicláveis	Orgânico e Rejeito	Coleta e Transporte	Disposição Final	Taxa de resíduos	
	hab. (1)	hab. (2)	t/ano (3)	t/ano (4)	R\$/ano (5)	R\$/ano (6)	R\$/ano (7)	R\$/ano (8)
2018	2506	711	77	57	50.873,61	4.288,72	14.936,04	55.162,33
2038								

(Fonte: Própria do autor)

Exemplificando...

Colunas 1 e 2: Retirada da projeção populacional (Tabela 3-1)

Coluna 3 – Produção de RSU: Recicláveis: produção total de resíduos multiplicado pelo percentual de recicláveis na caracterização dos resíduos.

Coluna 4 – Produção de RSU: Orgânicos e Rejeitos: produção total de resíduos multiplicado pelo percentual de orgânicos mais o percentual de rejeito na caracterização dos resíduos.

Coluna 5 – Custos: Coleta e Transporte: definido no item “1. Coleta / Transporte dos RSD”

Coluna 6 – Custos: Disposição Final: definido no item “3. Custos com CIGRES”

Coluna 7 – Taxa de resíduos: definido no item “4. Receitas”

Coluna 8 – Custos totais: (5)+(6)

**ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO PRODUTO D PELO COMITÊ DE
COORDENAÇÃO**

Em desenvolvimento

(Inserir brasão do município)

Estado de Rondônia
Prefeitura Municipal de (inserir nome do município)

(Inserir nome do município), de ____ de 2018.

O Comitê de Coordenação, nomeado em (Inserir nº da Portaria Municipal e data do documento) declara que as informações apresentadas no Produto D – Prospectiva e Planejamento Estratégico são compatíveis ao município de (inserir nome do município) e atendem à Lei nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, ao Decreto de Regulamentação nº. 7.217, de 21 de junho de 2010, e ao Termo de Referência da **FUNASA** quanto às exigências para a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico.

Sem mais, este comitê declara aprovado o Produto D – Prospectiva e Planejamento Estratégico e encaminha à Equipe Técnica do Projeto Saber Viver, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO e ao Núcleo Intersectorial de Cooperação Técnica – NICT/FUNASA, para análise e aprovação nos termos do TED nº 08/2017.

(Inserir nome e cargo de todos os membros do Comitê de Coordenação, com assinatura)

(Inserir nome do município)

Em desenvolvimento