PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

CONVÊNIO FUNASA/UFRGS

PMSB
Plano Municipal de Saneamento Básico

PRODUTO D – PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

MUNICÍPIO DE CÂNDIDO GODÓI

CONVÊNIO FUNASA/UFRGS

TERMO DE EXECUÇÃO DESCENTRALIZADA N°02/2015

Processo n°: 25265.009.507/2014-52

Título do Projeto: Capacitação, assessoramento e mobilização de Gestores, Técnicos, Multiplicadores e Sociedade Civil dos Municípios do Estado do Rio Grande do Sul, com vistas à elaboração de seus Planos Municipais de Saneamento Básico de acordo com o estabelecido na Lei 11.445/2007, ao Termo de Referência da FUNASA/2012 e Plano de Trabalho Aprovado.

EQUIPE EDITORIAL

Produção

Sistema de Apoio ao Saneamento Básico - SASB

Assessoramento

Alice Borges Maestri - Ana Flavia Brancalion Costa - Bruna Baggio Giordani - Carlos Eduardo Fagundes - Fernando Schuh Rorig - Felipe de Oliveira Reis - Gabriel Scholl Roballo - Ian Rocha de Almeida - Jennifer Ramos Matos - Joana Postal Pasqualini - Kleber Colombo - Lígia Conceição Tavares - Luana Gabriele Gomes Camelo- Luciana Kaori Tanabe - Maria Luiza Trevisan Rodrigues - Martim Mandarino Alves - Monique Tatsch Baptista - Natália Pulcinelli - Pedro Torres Miranda - Renata Barão Rossoni - Renata Maria Marin

Revisão

Daniela Guzzon Sanagiotto (IPH/UFRGS) - Dieter Wartchow (IPH/UFRGS) - Fernando Mainardi Fan (IPH/UFRGS) - José Antônio Saldanha Louzada (IPH/UFRGS) - Carolina Andersen (NICT/FUNASA) - Katia Jobim Lippold (NICT/FUNASA) - André Peixoto San Martin (NICT/FUNASA) - Robson Willig Prade (NICT/FUNASA) - Karla Viviane Silveira da Silva (Superintendente/FUNASA)

Projeto gráfico e diagramação

Alnilam Orga Marroquin

EQUIPE EXECUTORA

Prefeito Municipal: VALDI LUIS GOLDSCHMIDT

Portaria Municipal Nº 326/2018 de 06 de agosto de 2018.

Membros do Comitê Executivo: DANIEL RODRIGO GOERLACH (Engenheiro civil da Secretaria de Planejamento); BEATRIZ INES HABITZREUTER HERMANN (Supervisora pedagógica / Pedagoga da Secretaria da Educação e Cultura); RUDIMAR SCHNEIDER (Desenhista da Secretaria de Planejamento); LIRIA ANA ARENHARDT (Professora / Pedagoga da Secretaria de Educação e Cultura); CESAR LUIS ROYER (Motorista da Secretaria de Educação e Cultura); ANA LUÍSA HERMANN (Licenciadora ambiental da Secretaria da Agricultura); CHEILA RAQUEL MOELLMANN (Agrônoma da Secretaria da Agricultura); FABIANE BÁRBARA SCHAFF (Oficial administrativo da Secretaria Municipal da Saúde); LUANA DE OLIVEIRA JARDIM (Agente de combate às endemias da Secretaria Municipal da Saúde); VALDIR SZALANSKI SACKS (Fiscal sanitário / Representante das associações hídricas da Secretaria Municipal da Saúde); MIRIAM LOURDES BERTOLO BERRES (Agente comunitária de saúde atuando como secretária da assistência social da Secretaria Municipal da Assistência Social); LEANDRO LUIS MALLMANN (Operador de máquinas da Secretaria de Obras); NEIMAR FERNANDO DRÜS (Advogado da Secretaria de Administração); PEDRO ATAIDES PAULUS (Contador atuando como secretário de finanças da Secretaria de Finanças); MARCOS ENGELHOF (Empresário da Empresa coletora de resíduos sólidos urbanos); EDSON GOTTARDO (Técnico da CORSAN); ALICE BORGES MAESTRI (Engenheira da UFRGS); DANIELA GUZZON SANAGIOTTO (Professora da UFRGS).

Portaria Municipal Nº 335/2018 de 23 de agosto de 2018.

Membros do Comitê Coordenador: SÉLIA HECK (Secretaria Municipal de Planejamento); PEDRO AFONSO TRAPP (Secretaria Municipal de Obras); JANETE NUNES (Secretaria Municipal de Saúde); OSMAR MALLMANN (Secretaria Municipal de Educação); JEFERSON PERSCH (Secretaria Municipal de Agricultura); ABEL HARTMANN (Câmara Municipal de Vereadores); ERNO HARTMANN (Associações Hídricas); ELTON LUIS NAUMANN (Emater); TERESINHA JUVER LAUXEN (Conselho Municipal de Saúde); OLAVO CIOTTI (Conselho Municipal de Meio Ambiente); IRACEMA MARIA FROLICH (Conselho Municipal de Educação); MAX GOETZE FILHO (Sindicato/Associação dos Trabalhadores Rurais); TERESINHA SZYNWELSKII (Associações de Bairro); ANTÔNIO SAUTHIER (Igrejas); JOSEANE SPIES (ACI); Representante do NICT/Funasa.

FUNASA

O Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Cândido Godói foi viabilizado através do Convênio firmado entre a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA e a UFRGS (Termo de Execução Descentralizada N°02/2015).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 7

2. METODOLOGIA 8

3. PROJEÇÃO POPULACIONAL E HORIZONTE DO PLANO DE SANEAMENTO 10

3.1 DADOS CENSITÁRIOS E PROJEÇÃO POPULACIONAL 10

3.2 HORIZONTE DO PLANO DE SANEAMENTO 12

4. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL 13

4.1 CENÁRIOS APLICADOS AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA 13

4.1.1 Diretrizes para avaliação do padrão quantitativo e qualitativo do SAA 13

4.1.2 Estimativa da demanda de água 14

4.1.2.1 Zona Urbana 14

4.1.2.2 Zona Rural 19

4.2 CENÁRIO FUTURO 22

4.3 AVALIAÇÃO FINANCEIRA DOS CENÁRIOS 23

4.3.1 Zona Urbana 23

4.3.2 Zona Rural 24

4.4 ALTERNATIVAS DE MANANCIAL PARA ABASTECIMENTO 25

5. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO 26

5.1 CENÁRIOS APLICADOS AO ESGOTAMENTO SANITÁRIO 26

5.1.1 Projeção da vazão de esgotos para a Zona Urbana 27

5.1.2 Projeção da vazão de esgoto para a Zona Rural 30

5.2 CENÁRIO FUTURO 32

5.3 PADRÃO DE LANÇAMENTO PARA EFLUENTE FINAL DE SES 33

5.4 SUGESTÕES DE SOLUÇÕES TÉCNICAS PARA A PROBLEMÁTICA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO 34

5.4.1 Sistema 1 - UASB + Lodos Ativados 38

5.4.2 Sistema 2 - UASB + Lagoa facultativa 38

5.4.3 Sistema 3 - UASB + Filtro Biológico 39

5.4.4 Sistema 4 - UASB + Lagoa aerada e de decantação 40

5.4.5 Sistema 5 - Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa 41

5.4.6 Sistema 6 - Lagoa anaeróbia + Lagoa aerada e de decantação 41

5.5 ANÁLISE FINANCEIRA DAS PROPOSTAS 42

5.5.1 Sistema separador absoluto acompanhado de ETE escolhida pelo ETEX 42

5.5.2 Sistemas individuais com fossa séptica e sumidouro 46

5.5.2.1 Cálculo do volume do tanque séptico 47

5.5.3 Fossa biodigestora da EMBRAPA 48
5.6 MELHORIAS SANITÁRIAS DOMÉSTICAS 51
6. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO A LIMPEZA URBANA E AO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 52
6.1 PREVISÃO DE GERAÇÃO DE RSD POR TIPOLOGIA CONFORME HORIZONTE DO PMSB 52
6.2 CENÁRIO APLICADO À LIMPEZA URBANA E AO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 54
6.3 CENÁRIO FUTURO 54
6.4 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E REGRAS PARA TRANSPORTE 57
6.5 COLETA SELETIVA E LOGÍSTICA REVERSA 58
6.6 GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL 60
6.7 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS PARA A DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS 61
6.8 ANÁLISE FINANCEIRA DO CENÁRIO 64
6.8.1 Projeção do cenário atual 64
6.8.2 Instalação de central de triagem e usina de compostagem municipal 65
7. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO A DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS 71
7.1 CENÁRIO APLICADO A DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS 71
7.2 CENÁRIO FUTURO 74
7.2.1 Diretrizes para o controle de escoamento na fonte 75
7.2.2 Diretrizes para o tratamento de fundos de vale 76
8. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO AO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL 79
9. PREVISÃO DE EVENTOS DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA 82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 83
ANEXO A – PLANILHA DE CUSTOS DE COLETA E TRANSPORTE DE RSD 87
ANEXO B – PARECER DE APROVAÇÃO DO PRODUTO D PELO COMITÊ DE COORDENAÇÃO 93
ANEXO C – PARECER DE APROVAÇÃO DO PRODUTO D PELA UFRGS 96

1. INTRODUÇÃO

O relatório de Prospectiva e Planejamento Estratégico (Produto D) do PMSB de Cândido Godói 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, não contraditando 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 Cândido Godói, tanto na zona urbana, quanto na zona rural.

Segundo Funasa (2014), cabe ressaltar que 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 Cândido Godói. 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 à 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 às 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. A Tabela 2.1 apresenta um modelo de estrutura para consolidação dos objetivos que será utilizada ao longo do Produto D, com alguns exemplos.

Tabela 2.1 – Exemplo de estrutura para consolidação dos objetivos

CENÁRIO ATUAL	**CENÁRIO FUTURO**	
	CÓDIGO	**OBJETIVO**
Exemplo: Abastecimento de água precário em 65% do município	A-1	Abastecer com água potável 95% da população do município
Exemplo: Carências de infraestrutura dos SAA's da zona urbana e zona rural, conforme apontado no Diagnóstico Técnico-Participativo	A-2	Fornecer apoio às sociedades hídricas de forma a propiciá-las melhores condições de infraestrutura para a prestação do serviço em quantidade e qualidade suficientes e de modo a obter a universalização no serviço de abastecimento de água potável à população.

(Fonte: Adaptado de FUNASA, 2014)

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 2020 a 2039.

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.

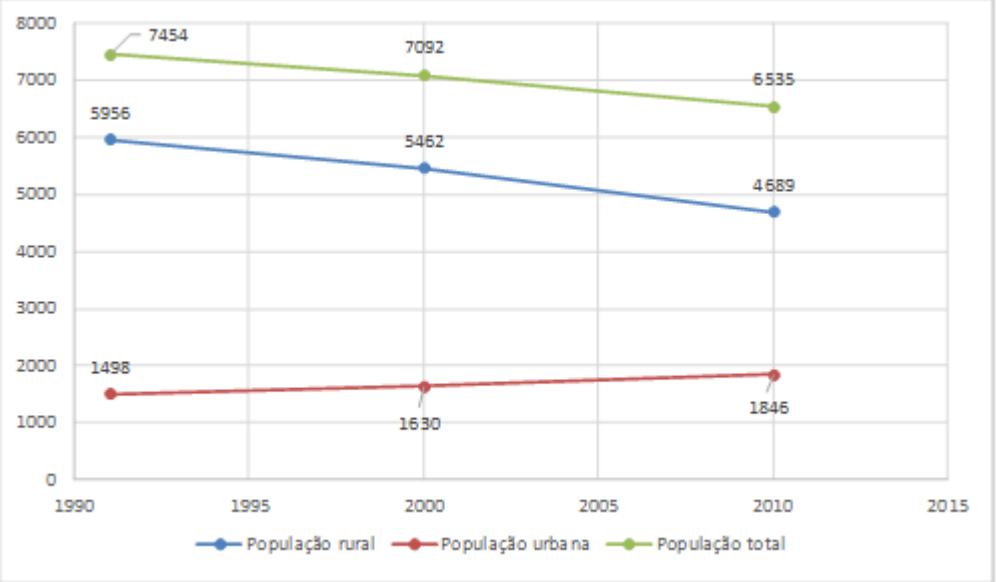
Os cenários analisados neste relatório deverão ser otimizados à medida que o município for se apropriando das ações necessárias para alcançar os objetivos definidos para o saneamento durante o processo de gerenciamento do PMSB de Cândido Godói.

3. PROJEÇÃO POPULACIONAL E HORIZONTE DO PLANO DE SANEAMENTO

3.1 DADOS CENSITÁRIOS E PROJEÇÃO POPULACIONAL

Segundo a divulgação do CENSO 2010, a população de Cândido Godói era de 6.535 habitantes. A Figura 3.1 e a Tabela 3.1 apresentam a evolução populacional do município de Cândido Godói no período de 1991 a 2010, segundo o IBGE. A Tabela 3.2 apresenta a população residente do município discretizada em local que habita (zonas rural e urbana).

Figura 3.1 - Evolução da população recenseada do município de Cândido Godói



(Fonte: IBGE, 2010)

Tabela 3.1 – População residente em Cândido Godói.

Censo	1991	2000	2010
População rural	5.956	5.462	4.689
População urbana	1.498	1.630	1.846
População total	7.454	7.092	6.535

(Fonte: Censo IBGE)

Tabela 3.2 – População residente por zona e sexo

Zona	Urbana	Rural
Mulheres	944	2273
Homens	902	2416
Total	1846	4689

(Fonte: Censo IBGE, 2010)

Para fins de construção dos cenários e realização de prognósticos quanto ao planejamento estratégico, foi considerado um alcance da projeção populacional de 30 anos cujo período compreende os anos de 2010 a 2039. 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.

$$r = \frac{P_f - P_i}{P_f\left(T_f - T_i\right)} \qquad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

P_f *e* P_i *são as populações dos anos final e inicial, respectivamente; e,*

T_f *e* T_i *são os anos final e inicial, respectivamente.*

A taxa de crescimento populacional da área urbana é de 1,17% e corresponde à taxa de crescimento aritmética do período de 2000 a 2010. No caso da área rural, adotou-se a taxa de crescimento de -0,578%, já que a população na área tem decrescido. Esse valor foi escolhido, pois ele representou bem a projeção da população para 2018. Fazendo o cálculo para a população total a partir das taxas adotadas anteriormente, obtém-se o valor de 0,009% ao ano. Sendo assim, foi possível realizar a projeção populacional, apresentada na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Projeção e estimativa populacional para Cândido Godói (2010 – 2039)

Ano	População Total	População Urbana	População Rural
	Habitantes	Habitantes	Habitantes
2010	6.535	1.846	4.689
2011	6.529	1.868	4.662
2012	6.524	1.889	4.635
2013	6.520	1.912	4.608
2014	6.515	1.934	4.582
2015	6.512	1.957	4.555
2016	6.508	1.979	4.529
2017	6.505	2.003	4.503
2018	6.503	2.026	4.477
2019	6.500	2.050	4.451
2020	6.499	2.074	4.425
2021	6.497	2.098	4.399
2022	6.496	2.123	4.374
2023	6.496	2.147	4.349
2024	6.496	2.172	4.323
2025	6.496	2.198	4.299
2026	6.497	2.224	4.274
2027	6.499	2.250	4.249
2028	6.500	2.276	4.224
2029	6.503	2.303	4.200
2030	6.505	2.330	4.176
2031	6.508	2.357	4.152
2032	6.512	2.384	4.128
2033	6.516	2.412	4.104
2034	6.520	2.440	4.080
2035	6.525	2.469	4.056
2036	6.531	2.498	4.033
2037	6.537	2.527	4.010
2038	6.543	2.557	3.986
2039	6.550	2.587	3.963

(Fonte: Própria do autor)

3.2 HORIZONTE DO PLANO DE SANEAMENTO

O alcance do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de Cândido Godói foi de vinte anos, considerando como ano de elaboração e como ano inicial os anos 2019 e 2020, respectivamente. Segundo a Lei nº 11.445/2007, deverão ser realizadas revisões periódicas, considerando que os desenvolvimentos populacional e ocupacional poderão variar em função, principalmente, das mudanças do cenário econômico.

4. PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO APLICADO AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

Neste tópico, foi proposta uma alternativa para aprimoramento dos sistemas de abastecimento de Cândido Godói 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 2020 a 2039, e foram utilizados parâmetros apresentados no Produto C - Diagnóstico Técnico-Participativo.

4.1 CENÁRIOS APLICADOS AO ABASTECIMENTO DE ÁGUA

4.1.1 Diretrizes para avaliação do padrão quantitativo e qualitativo do SAA

Como critérios para a avaliação dos padrões quantitativo (dimensionamento) e qualitativo do SAA de Cândido Godói, adotar-se-á como satisfatórios ao bom atendimento à população os seguintes parâmetros:

a) Consumo médio per capita: 150 L/hab.dia;

b) Pressões mínimas e máximas: 10 mca e 40 mca (parâmetro recomendado pela CORSAN);

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

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

e) Cobertura do atendimento: 100% para água;

f) 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;

g) Decreto Estadual 52.035, de 19 de novembro de 2014 que regulamenta o gerenciamento e a conservação das águas subterrâneas e dos aquíferos no Estado do Rio Grande do Sul;

h) 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.

4.1.2 Estimativa da demanda de água

4.1.2.1 Zona Urbana

Conforme já relatado, a prestação dos serviços de abastecimento de água no perímetro urbano do município é realizada pela Corsan. As avaliações das demandas de água e dos volumes de reservação para a Sede de Cândido Godói foram calculadas tendo como base informações constantes no Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) e dados obtidos com a Corsan. 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 (2016), para o abastecimento de água na zona urbana do município, o consumo médio per capita de água (IN022) medido foi de 130,8 Litros de água por habitante ao dia.

b) Coeficientes do dia e hora de maior e menor consumo (k1, k2 e k3)

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 NBR 9649 (ABNT, 1986), 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, multiplicou-se a população pelo consumo per capita estabelecido e pelo coeficiente do dia de maior consumo e dividiu-se o total por 86.400 para achar a demanda máxima em litros/segundo, conforme a equação:

$$Q_{proj} = \frac{P * q * k_1}{86400} \qquad \text{(Equação 2)}$$

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, considerou-se o coeficiente da hora de maior consumo, conforme a equação:

$$Q_{max} = \frac{P * q * k_1 * k_2}{86400} \qquad \text{(Equação 3)}$$

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 (2013), o Índice de Perdas na Distribuição (IPD) (IN049) foi de 16,56%, ou seja, um índice abaixo da média nacional, de aproximadamente 37,6% (SNIS, 2016, p.37).

f) Produção necessária

A vazão de produção necessária é 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. No caso do sistema de abastecimento de água da sede de Cândido Godói, a capacidade instalada de captação correspondia a soma da vazão de captação do poço e do manancial superficial, que ao total resultava em 85 m³/h, ou seja, 23,61 L/s. Dessa vazão, 55 m³/h são provenientes da capacidade de tratamento de água da ETA, e 30 m³/h são provenientes de poço subterrâneo, que da captação vão para a distribuição, diretamente após tratamento simplificado.

h) Avaliação do saldo ou déficit de água

Para avaliar se o sistema de abastecimento de água atualmente instalado no município de Cândido Godói 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 reservação disponível e necessário

Segundo informações levantadas na etapa de Diagnóstico (Produto C), o sistema de abastecimento de água na sede de Cândido Godói contava com 2 reservatórios, cada um com capacidade de armazenamento de 100 m³.

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 4.1, foram sistematizados os valores adotados no sistema de abastecimento de água da sede para os principais parâmetros de projeto utilizados neste Prognóstico.

Tabela 4.1 - Principais valores adotados para realização do prognóstico do SAA da sede de Cândido Godói.

População urbana em 2010 (hab.)	Consumo per capita (L/hab.dia)	Perdas físicas (%)	Capacidade de captação (L/s)	Volume de reservação disponível (m³)
1.846	130,8	16,56	23,6	200

(Fonte: SNIS)

A Tabela 4.2 apresenta a avaliação da demanda de água e dos volumes de reservação para a Sede de Cândido Godói para o período de horizonte do PMSB.

A partir da Tabela 4.2, observa-se que na projeção há um saldo positivo de produção de água, ou seja, a capacidade instalada de captação de água atende à demanda de água prevista para o horizonte do plano. Além disto, o saldo de reservação de água se mostrou satisfatório ao longo do horizonte do plano, sendo negativo apenas no ano de 2038. Estes dados refletem as informações levantadas pela população nas atividades de mobilização que não relataram desabastecimento de água.

As projeções realizadas indicam que, no momento de elaboração deste PMSB, não havia a necessidade de direcionar esforços a fim de melhorar a capacidade de captação nem a capacidade de reservação.

Tabela 4.2 - Avaliação das disponibilidades e necessidades para o SAA da Sede de Cândido Godói.

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	L/s	%	L/s	L/s	L/s	L/s	m³	m³/dia	m³/dia
2020	2.074	3,77	16,56	6,59	23,61	17,02	5,66	200,00	162,86	37,14
2021	2.098	3,81	16,56	6,66	23,61	16,95	5,72	200,00	164,59	35,41
2022	2.123	3,86	16,56	6,75	23,61	16,86	5,79	200,00	166,75	33,25
2023	2.147	3,90	16,56	6,82	23,61	16,79	5,85	200,00	168,48	31,52
2024	2.172	3,95	16,56	6,91	23,61	16,70	5,93	200,00	170,64	29,36
2025	2.198	3,99	16,56	6,98	23,61	16,63	5,99	200,00	172,37	27,63
2026	2.224	4,04	16,56	7,06	23,61	16,55	6,06	200,00	174,53	25,47
2027	2.250	4,09	16,56	7,15	23,61	16,46	6,14	200,00	176,69	23,31
2028	2.276	4,13	16,56	7,22	23,61	16,39	6,20	200,00	178,42	21,58
2029	2.303	4,18	16,56	7,31	23,61	16,30	6,27	200,00	180,58	19,42
2030	2.330	4,23	16,56	7,40	23,61	16,21	6,35	200,00	182,74	17,26
2031	2.357	4,28	16,56	7,48	23,61	16,13	6,42	200,00	184,90	15,10
2032	2.384	4,33	16,56	7,57	23,61	16,04	6,50	200,00	187,06	12,94
2033	2.412	4,38	16,56	7,66	23,61	15,95	6,57	200,00	189,22	10,78
2034	2.440	4,43	16,56	7,75	23,61	15,86	6,65	200,00	191,38	8,62
2035	2.469	4,49	16,56	7,85	23,61	15,76	6,74	200,00	193,97	6,03
2036	2.498	4,54	16,56	7,94	23,61	15,67	6,81	200,00	196,13	3,87
2037	2.527	4,59	16,56	8,03	23,61	15,58	6,89	200,00	198,29	1,71
2038	2.557	4,64	16,56	8,11	23,61	15,50	6,96	200,00	200,45	-0,45
2039	2.587	4,70	16,56	8,22	23,61	15,39	7,05	200,00	203,04	-3,04

(Fonte: Própria do autor)

4.1.2.2 Zona Rural

De acordo com o cenário atual, a prestação dos serviços de abastecimento de água na zona rural do município é realizada, através de Soluções Alternativas Coletivas (SACs), por Associações de Água formada pelos moradores. A Tabela 4.3 apresenta para o período de 2020 a 2039, 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-se o consumo médio per capita de 150 litros de água por habitante ao dia. As perdas físicas foram calculadas da mesma forma que na zona urbana, levando em consideração um percentual de perdas físicas de 16,56.

Tabela 4.3 - Estimativa da demanda de água e vazões de água para a zona rural

Ano	População Rural	Vazão de projeto	Volume consumido de água		Demanda máxima	Perdas Físicas	Produção necessária
	habitantes	L/s	m³/dia	m³/ano	L/s	L/s	L/s
2020	4.425	9,22	663,75	242.268,75	13,83	2,29	16,12
2021	4.399	9,16	659,85	240.845,25	13,75	2,28	16,03
2022	4.374	9,11	656,10	239.476,50	13,67	2,26	15,93
2023	4.349	9,06	652,35	238.107,75	13,59	2,25	15,84
2024	4.323	9,01	648,45	236.684,25	13,51	2,24	15,75
2025	4.299	8,96	644,85	235.370,25	13,43	2,22	15,65
2026	4.274	8,90	641,10	234.001,50	13,36	2,21	15,57
2027	4.249	8,85	637,35	232.632,75	13,28	2,20	15,48
2028	4.224	8,80	633,60	231.264,00	13,20	2,19	15,39
2029	4.200	8,75	630,00	229.950,00	13,13	2,17	15,30
2030	4.176	8,70	626,40	228.636,00	13,05	2,16	15,21
2031	4.152	8,65	622,80	227.322,00	12,98	2,15	15,13
2032	4.128	8,60	619,20	226.008,00	12,90	2,14	15,04
2033	4.104	8,55	615,60	224.694,00	12,83	2,12	14,95
2034	4.080	8,50	612,00	223.380,00	12,75	2,11	14,86
2035	4.056	8,45	608,40	222.066,00	12,68	2,10	14,78
2036	4.033	8,40	604,95	220.806,75	12,60	2,09	14,69
2037	4.010	8,35	601,50	219.547,50	12,53	2,08	14,61
2038	3.986	8,30	597,90	218.233,50	12,46	2,06	14,52
2039	3.963	8,26	594,45	216.974,25	12,38	2,05	14,43

(Fonte: Própria do autor)

Enquanto a Tabela 4.3 apresenta a demanda de toda a população da zona rural, a Tabela 4.4 apresenta as estimativas por SAC para a avaliação da reservação e da capacidade de captação, considerando que cada SAC apresenta um sistema distinto. Como dados, além dos considerados anteriormente, foi utilizado o valor de 3 habitantes por família.

Tabela 4.4 - Estimativa da demanda de água e vazões de água por SAC

ID SAC	N° de famílias	Nº habitantes	Demanda máxima	Perdas físicas	Produção necessária	Capacidade instalada de captação		Saldo ou Déficit	Volume de reservação disponível	Volume de reservação necessário	Saldo ou déficit de reservação
			L/s	L/s	L/s	m³/h	L/s	L/s	L	L/dia	m³/dia
Linha dos Louros Norte	37	111,00	0,35	0,06	0,40	3,00	0,83	0,43	10.000	9.990,00	10,00
Linha Abrantes	37	111,00	0,35	0,06	0,40	-		-	15.000	9.990,00	5.010,00
Linha Treze de Maio	43	129,00	0,40	0,07	0,47	-		-	15.000	11.610,00	3.390,00
Linha São João	53	159,00	0,50	0,08	0,58	-		-	15.000	14.310,00	-8.220,00
	33	99,00	0,31	0,05	0,36	3,00	0,83	0,47		8.910,00	
Linha Dr. Cândido Godói	36	108,00	0,34	0,06	0,39	-		-	20.000	9.720,00	10.280,00
Linha Cascata	45	135,00	0,42	0,07	0,49	-		-	15.000	12.150,00	2.850,00
Linha Castelo Branco	29	87,00	0,27	0,05	0,32	-		-	15.000	7.830,00	7.170,00
Linha Seção A	43	129,00	0,40	0,07	0,47	-		-	15.000	11.610,00	3.390,00
Linha Seção A Alta	26	78,00	0,24	0,04	0,28	-		-	10.000	7.020,00	2.980,00
Linha Esquina União (Elmo)	100	300,00	0,94	0,16	1,09	-		-	15.000	27.000,00	-12.000,00
Linha Esquina União (Luiz Kunkel)	70	210,00	0,66	0,11	0,76	-		-	10.000	18.900,00	-8.900,00
Linha Seção C Baixa	30	90,00	0,28	0,05	0,33	-		-	10.000	8.100,00	1.900,00
Linha São Bonifácio	42	126,00	0,39	0,07	0,46	-		-	10.000	11.340,00	-1.340,00
Linha Piratini	64	192,00	0,60	0,10	0,70	-		-	25.000	17.280,00	7.720,00
Linha La Salle	35	105,00	0,33	0,05	0,38	-		-	15.000	9.450,00	5.550,00
Linha Boa Vista	40	120,00	0,38	0,06	0,44	-		-	15.000	10.800,00	4.200,00
Linha Seção C Alta	26	78,00	0,24	0,04	0,28	-		-	15.000	7.020,00	7.980,00
Linha Acre Sul	27	81,00	0,25	0,04	0,30	-		-	15.000	7.290,00	7.710,00
Linha Silva Jardim Baixa	25	75,00	0,23	0,04	0,27	-		-	15.000	6.750,00	8.250,00
Linha Silva Jardim Sede	54	162,00	0,51	0,08	0,59	6,00	1,67	1,08	15.000	14.580,00	420,00
Linha Paranaguá	31	93,00	0,29	0,05	0,34	-		-	15.000	8.370,00	6.630,00
Linha Timbaúva 02	25	75,00	0,23	0,04	0,27	-		-	15.000	6.750,00	8.250,00

Tabela 4.4 - Estimativa da demanda de água e vazões de água por SAC

ID SAC	N° de famílias	Nº habitantes	Demanda máxima	Perdas físicas	Produção necessária	Capacidade instalada de captação		Saldo ou Déficit	Volume de reservação disponível	Volume de reservação necessário	Saldo ou déficit de reservação
			L/s	L/s	L/s	m³/h	L/s	L/s	L	L/dia	m³/dia
Linha Timbaúva Sede	48	144,00	0,45	0,07	0,52	5,00	1,39	0,86	15.000	12.960,00	2.040,00
Linha Timbaúva 01	29	87,00	0,27	0,05	0,32	-		-	15.000	7.830,00	7.170,00
Linha Acre	31	93,00	0,29	0,05	0,34	8,00	2,22	1,88	15.000	8.370,00	6.630,00
Linha Doze Norte	52	156,00	0,49	0,08	0,57	7,50	2,08	1,52	10.000	14.040,00	-4.040,00
Linha Dr. Pedro de Toledo	57	171,00	0,53	0,09	0,62	8,00	2,22	1,60	15.000	15.390,00	-390,00
Linha São Miguel	30	90,00	0,28	0,05	0,33	10,00	2,78	2,45	15.000	8.100,00	6.900,00
Linha São Pedro	72	216,00	0,68	0,11	0,79	8,00	2,22	1,44	15.000	19.440,00	-4.440,00
Linha dos Louros	19	57,00	0,18	0,03	0,21	4,00	1,11	0,90	15.000	5.130,00	9.870,00
Linha Pederneira	50	150,00	0,47	0,08	0,55	10,00	2,78	2,23	15.000	13.500,00	1.500,00
Linha Natal	33	99,00	0,31	0,05	0,36	8,00	2,22	1,86	15.000	8.910,00	6.090,00

(Fonte: Própria do autor)

A partir das estimativas, foi possível identificar que apenas sete das 32 SACs cadastradas apresentaram déficit no saldo de reservação, sendo elas: a Linha São João, a Linha Esquina União (Elmo), a Linha Esquina União (Luiz Kunkel), a Linha São Bonifácio, a Linha Doze Norte, a Linha Dr. Pedro de Toledo e a Linha São Pedro. Das SACs que apresentam dados de capacidade instalada de captação, nenhuma apresentou déficit, não necessitando de ampliações no sistema de captação.

4.2 CENÁRIO FUTURO

O diagnóstico dos serviços de abastecimento de água no município de Cândido Godói 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.

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

CENÁRIO ATUAL	**CENÁRIO FUTURO**	
	CÓDIGO	**OBJETIVO**
Área urbana		
Muito cloro na água	A-1	Atender aos padrões de potabilidade d'água
Falta de testes para detectar agrotóxicos	A-2	Realizar semestralmente testes para detecção de agrotóxicos
Existência de domicílios com caixa d'água de amianto e a desinformação a respeito da limpeza das mesmas	A-3	Adequação das caixas d'água individuais e incentivo à limpeza das mesmas
Redes de fibrocimento	A-4	Adequação das redes de abastecimento de água
Desatualização do mapeamento da rede		
Falta de consciência da população	A -5	Desenvolvimento de atividades de educação ambiental com o objetivo de instruir e levar informação referente ao tema.
Área Rural		
Falta de mata ciliar nas nascentes	A-6	Solicitar às Associações que realizem a proteção com vegetação das nascentes em 5 anos. Elaborar programa e cronograma de recomposição da mata ciliar do Arroio Tumurupará, desde a nascente até o ponto de captação da Corsan.
Problemas na tubulação e equipamentos (rede superficial, causando rupturas)	A-7	Iniciar gradativamente a troca e enterramento da rede de água.
Falta de limpeza das caixas de água.	A-8	Criar um programa de incentivo à limpeza periódica das caixas de água.
Após chuvas a água da Linha São Miguel fica turva.	A-9	Realização de um levantamento e interdição dos poços afetados, como também monitoramento periódico por meio de análises de água.
Poços ao lado de granjas de suínos e cemitérios.		
Poços desativados utilizados como poços negros ou depósitos de lixo		
Pontos no interior sem água encanada.	A-10	Atender 100% da área rural com água encanada em 10 anos
Falta de outorga de poços	A-11	Em 15 anos regularizar todos os poços comunitários
Falta de pressão e falta frequente de água	A-12	Regularização do abastecimento
Dificuldades financeiras das SAC's	A-13	Promover a sustentabilidade financeira das SAC's

(Fonte: Própria do autor)

4.3 AVALIAÇÃO FINANCEIRA DOS CENÁRIOS

4.3.1 Zona Urbana

Para as simulações financeiras, utilizou-se os indicadores apresentados na Tabela 4.5, segundo dados do SNIS (2016).

Tabela 4.5 - Informações sobre despesas e receitas consideradas

Código	Especificação	Unidade	Valor
AG002	Quantidade de ligações ativas de água	Ligações	846
AG003	Quantidade de economias ativas de água	Economias	1.103
AG011	Volume de água faturado	1000m³/ano	102,52
FN006	Arrecadação total	R$/ano	802.269,80
FN017	Despesas totais com os serviços (DTS)	R$/ano	1.062.103,17
IN003	Despesa total com os serviços por m³ faturado	R$/m³	10,36
IN005	Tarifa média de água	R$/m³	7,93
IN022	Consumo médio per capita de água	l/hab./dia	130,8
IN053	Consumo médio de água por economia	m³/mês/econ.	7,9

(Fonte: SNIS, 2016)

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 4.6 apresenta a avaliação das receitas e despesas com os serviços de abastecimento de água na zona urbana de Cândido Godói.

Tabela 4.6 - Avaliação das receitas e despesas com os serviços de abastecimento de água na zona urbana.

Ano	**População URBANA**	**Estimativa Volume medido**	**Receitas**	**Despesas**	**Saldo/déficit**
	habitantes	**m³/ano**	**R$/ano**	**R$/ano**	**R$/ano**
2020	2074	99.003,33	785.096,41	1.025.674,51	-240.578,09
2021	2098	100.161,67	794.282,04	1.037.674,90	-243.392,86
2022	2123	101.333,56	803.575,14	1.049.815,69	-246.240,55
2023	2147	102.519,16	812.976,97	1.062.098,54	-249.121,57
2024	2172	103.718,64	822.488,80	1.074.525,09	-252.036,29
2025	2198	104.932,15	832.111,92	1.087.097,03	-254.985,11
2026	2224	106.159,85	841.847,63	1.099.816,07	-257.968,44
2027	2250	107.401,92	851.697,24	1.112.683,92	-260.986,67
2028	2276	108.658,52	861.662,10	1.125.702,32	-264.040,22
2029	2303	109.929,83	871.743,55	1.138.873,04	-267.129,49
2030	2330	111.216,01	881.942,95	1.152.197,85	-270.254,90

Ano	População URBANA	Estimativa Volume medido	Receitas	Despesas	Saldo/déficit
	habitantes	m³/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano
2031	2357	112.517,24	892.261,68	1.165.678,56	-273.416,88
2032	2384	113.833,69	902.701,14	1.179.317,00	-276.615,86
2033	2412	115.165,54	913.262,75	1.193.115,01	-279.852,27
2034	2440	116.512,98	923.947,92	1.207.074,46	-283.126,54
2035	2469	117.876,18	934.758,11	1.221.197,23	-286.439,12
2036	2498	119.255,33	945.694,78	1.235.485,24	-289.790,46
2037	2527	120.650,62	956.759,41	1.249.940,41	-293.181,00
2038	2557	122.062,23	967.953,50	1.264.564,72	-296.611,22
2039	2587	123.490,36	979.278,55	1.279.360,12	-300.081,57

(Fonte: Própria do Autor)

4.3.2 Zona Rural

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta as projeções das receitas e despesas e investimentos necessários para a universalização do saneamento no horizonte de 20 anos. Visto que o município não possui controle dos custos operacionais e a tarifa é fixa, independente do consumo, para o cálculo das receitas e despesas de operação foram utilizados os valores de receitas operacionais provinda de uma tarifa de 2,26 R$/m³ e despesas operacionais de 2,59 R$/m³. O município de Cândido Godói foi escolhido como fonte, pois quem presta o serviço de abastecimento de água são as associações de água formadas pelos moradores/usuários de cada localidade, e existem dados consolidados. Tendo em vista que o município abastece a zona rural na sua totalidade, não foram calculados desembolsos com investimentos necessários para a construção de novas redes ou ampliações das existentes visando a universalização do abastecimento de água.

Tabela 4.7 - Avaliação financeira do SAA Rural

Ano	Estimativa do volume medido SAA RURAL	Receita RURAL	Despesas	Fluxo de caixa
			Operacionais	Operacional
	m³/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano
2020	211.254	477.434,98	547.148,93	-69.713,96
2021	210.033	474.675,40	543.986,41	-69.311,01
2022	208.819	471.931,78	540.842,17	-68.910,39
2023	207.612	469.204,01	537.716,10	-68.512,09
2024	206.412	466.492,01	534.608,11	-68.116,09
2025	205.219	463.795,69	531.518,07	-67.722,38
2026	204.033	461.114,95	528.445,90	-67.330,94
2027	202.854	458.449,71	525.391,48	-66.941,77

Ano	Estimativa do volume medido SAA RURAL	Receita RURAL	Despesas	Fluxo de caixa
			Operacionais	Operacional
	m³/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano
2028	201.681	455.799,87	522.354,72	-66.554,85
2029	200.516	453.165,35	519.335,51	-66.170,16
2030	199.357	450.546,05	516.333,75	-65.787,70
2031	198.204	447.941,89	513.349,34	-65.407,44
2032	197.059	445.352,79	510.382,18	-65.029,39
2033	195.920	442.778,65	507.432,17	-64.653,52
2034	194.787	440.219,39	504.499,21	-64.279,82
2035	193.661	437.674,92	501.583,21	-63.908,28
2036	192.542	435.145,16	498.684,06	-63.538,90
2037	191.429	432.630,02	495.801,66	-63.171,64
2038	190.323	430.129,42	492.935,93	-62.806,51
2039	189.223	427.643,27	490.086,76	-62.443,49
VPL	**1.524.500,65**	**3.445.371,48**	**3.948.456,69**	**-503.085,22**

4.4 ALTERNATIVAS DE MANANCIAL PARA ABASTECIMENTO

Os mananciais utilizados pelo sistema de abastecimento urbano são: o sistema Arroio Pessegueiro, superficial, e o segundo ponto é subterrâneo. Ao elaborar as projeções, não foi observado um déficit no atendimento do sistema de abastecimento de água no município de Cândido Godói, sendo assim, não haveria necessidade de mananciais alternativo.

A zona rural, abastecida em sua totalidade por poços subterrâneos, não apresenta informações suficientes para a avaliação do sistema de captação. As SACs que apresentam, também não apresentaram déficit.

Porém, objetivando o aumento da segurança hídrica do município, sugere-se a exploração do manancial subterrâneo através da construção de poços tubulares profundos, após prévia elaboração de projeto técnico. Conforme o Plano da Bacia Hidrográfica dos rios Turvo – Santa Rosa – Santo Cristo, a avaliação do potencial hidrológico caracterizou a zona aquífera, em que o município de Candido Godói está inserido, como “Muito Boa”, com poços que produzem vazões de até 80 m^3/h.

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 Cândido Godói e com a Corsan e a Secretaria de Obras. 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

A Secretaria de Obras do município e os prestadores de serviços realizam os serviços de operação e manutenção do esgotamento sanitário na área urbana do município, porém, conforme CP 254, a responsabilidade pelo esgotamento sanitário na área urbana é da Corsan. Por parte da Secretaria de Obras, são destinados servidores do quadro geral (não há servidores designados especificamente para essa função), conforme a demanda de serviço. A principal forma de destino dos efluentes sanitários gerados nos domicílios são sistemas individuais, em sua maioria, compostos por fossas rudimentares, sendo que nas edificações mais recentes foram executados sistemas com fossa séptica e poço sumidouro. No loteamento Novo Horizonte, em função da baixa permeabilidade do solo, foi adotado sistema individual composto de fossa séptica e filtro, com lançamento dos efluentes da rede pluvial.

Na Vila Esperança há um sistema coletivo, com rede coletora implantada e ETE parcialmente executada, sob responsabilidade de operação do município. A área está implantada na bacia do Rio Tumurupará. A ETE é composta de um sistema de fossa séptica e filtro anaeróbio com previsão de um leito de secagem, que não foi implantado. O manancial de descarga é um córrego sem denominação, afluente do Arroio Tumurupará. Não há histórico de análise dos efluentes. Da mesma forma, não há controle de medição do volume de esgoto tratado na ETE. Estima-se que anualmente sejam coletados aproximadamente 15.000 m³ de esgoto por ano. A ETE não tem manutenção regular.

O sistema coletivo da Vila Esperança está projetado para atender a demanda de 130 lotes urbanos. O loteamento Novo Horizonte é composto por 10 lotes. Os demais lotes urbanos possuem sistema individual com fossa séptica/poço sumidouro ou fossa rudimentar (para as construções mais antigas). Atualmente todas as novas edificações devem, obrigatoriamente, executar sistema individual com fossa séptica e poço sumidouro.

Não existe cobrança de tarifas municipais referente aos sistemas de esgotamento sanitário. Eventualmente os proprietários de lotes com sistemas individuais contratam prestadores de serviços para realizar o esgotamento de fossas sépticas e fossas rudimentares.

Em algumas áreas existem ligações domiciliares clandestinas e extravasamento de esgoto sanitário na rede pluvial, em função da baixa permeabilidade do solo e também da ineficiência, subdimensionamento e saturação dos sistemas individuais adotados. Esses problemas são verificados principalmente em trechos das Avenidas Pindorama, Alvorada e Redenção e em algumas ruas do Centro, como a Liberato Salzano, Princesa Isabel, Presidente Castelo Branco, Duque de Caxias, João Magalhães e Santa Rosa. Essas redes pluviais deságuam no lado sul da cidade, no arroio sem denominação afluente do Arroio Tumurupará e também no lado norte, no arroio sem denominação afluente do Arroio Dúvida. Tais situações geram reclamações constantes da população em função do mau cheiro.

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, 2020 a 2039, estão apresentadas na Tabela 5.1. 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 Cândido Godói foi calculada conforme a Equação abaixo:

$$Q = 365 * P * q * R$$ (Equação 4)

Onde:

P = população prevista para cada ano;

q = consumo médio de água per capita (m³/hab.dia)

R = coeficiente de retorno: 0,80

A Vazão nominal estimada de esgoto da população urbana de Cândido Godói foi calculada conforme Equação:

$$Q_{nom} = \frac{P * q * R * k_1}{86400}$$ (Equação 5)

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 Cândido Godói foi calculada conforme Equação:

$$Q_{max} = \frac{P * q * R * k_1 * k_2}{86400}$$ (Equação 6)

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 vazão média estimada de esgoto foi calculada a partir da Equação abaixo.

$$Q_{med} = \frac{P * q * R}{86400}$$ (Equação 7)

Onde:

P = população prevista para cada ano;

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

R = coeficiente de retorno: 0,80

A produção estimada, a vazão nominal estimada e a vazão máxima estimada consideraram um consumo médio per capita de água de 150 litros de água por habitante ao dia, valor adotado geralmente pela CORSAN 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 considera o consumo médio de água per capita de 130,8 litros de água por habitante ao dia, conforme dados constantes SNIS (2016), para o município.

Tabela 5.1 - Projeção da vazão de esgoto para o horizonte do PMSB

Ano	População Urbana	Produção Estimada de Esgoto	Vazão Nominal estimada de Esgoto	Vazão máxima estimada de Esgoto	Vazão média estimada de Esgoto	Carga DBO_5	Carga SST
	habitantes	m³/ano	L/s	L/s	L/s	kg/dia	kg/dia
2020	2.074	90.829	3,46	5,18	2,51	111,98	124,42
2021	2.098	91.891	3,50	5,24	2,54	113,29	125,88
2022	2.123	92.967	3,54	5,31	2,57	114,62	127,35
2023	2.147	94.054	3,58	5,37	2,60	115,96	128,84
2024	2.172	95.155	3,62	5,43	2,63	117,31	130,35
2025	2.198	96.268	3,66	5,49	2,66	118,69	131,87
2026	2.224	97.394	3,71	5,56	2,69	120,08	133,42
2027	2.250	98.534	3,75	5,62	2,72	121,48	134,98
2028	2.276	99.687	3,79	5,69	2,76	122,90	136,56
2029	2.303	100.853	3,84	5,76	2,79	124,34	138,15
2030	2.330	102.033	3,88	5,82	2,82	125,79	139,77
2031	2.357	103.227	3,93	5,89	2,85	127,27	141,41
2032	2.384	104.435	3,97	5,96	2,89	128,75	143,06
2033	2.412	105.656	4,02	6,03	2,92	130,26	144,73
2034	2.440	106.893	4,07	6,10	2,96	131,79	146,43
2035	2.469	108.143	4,12	6,17	2,99	133,33	148,14
2036	2.498	109.409	4,16	6,24	3,03	134,89	149,87

Tabela 5.1 - Projeção da vazão de esgoto para o horizonte do PMSB

Ano	População Urbana	Produção Estimada de Esgoto	Vazão Nominal estimada de Esgoto	Vazão máxima estimada de Esgoto	Vazão média estimada de Esgoto	Carga DBO_5	Carga SST
	habitantes	m³/ano	L/s	L/s	L/s	kg/dia	kg/dia
2037	2.527	110.689	4,21	6,32	3,06	136,47	151,63
2038	2.557	111.984	4,26	6,39	3,10	138,06	153,40
2039	2.587	113.294	4,31	6,47	3,13	139,68	155,20

(Fonte: Elaborado pelo autor)

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 Cândido Godói, 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 que entrecortam o município de Cândido Godói, 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.d).

b) Vazão média de esgotos produzida

A vazão média estimada de esgoto foi calculada a partir da equação abaixo.

$$Q_{med} = \frac{P * q * R}{86400} \qquad \text{(Equação 8)}$$

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 produção estimada, a vazão nominal estimada e a vazão máxima estimada consideraram um consumo médio per capita de água de 150 litros de água por habitante ao dia, valor adotado geralmente pela CORSAN nos cálculos de projetos de SES. A vazão média estimada de esgoto considera o consumo médio de água per capita de 130,8 litros de água por habitante ao dia, conforme dados constantes SNIS (2016), para o município.

A Tabela 5.2 apresenta a avaliação da carga orgânica gerada e da demanda por coleta e tratamento de esgoto para a zona rural.

Tabela 5.2: Avaliação da carga orgânica gerada e da demanda por coleta e tratamento de esgoto para a zona rural de Cândido Godói

Ano	População Zona Rural	Carga orgânica gerada	Carga SST	Vazão média de esgotos produzida
	habitantes	Kg DBO/dia	kg/dia	L/s
2020	4.425	238,95	265,50	5,36
2021	4.399	237,56	263,96	5,33
2022	4.374	236,19	262,43	5,30
2023	4.349	234,83	260,92	5,27
2024	4.323	233,47	259,41	5,24
2025	4.299	232,12	257,91	5,21
2026	4.274	230,78	256,42	5,18
2027	4.249	229,44	254,94	5,15
2028	4.224	228,12	253,46	5,12
2029	4.200	226,80	252,00	5,09
2030	4.176	225,49	250,54	5,06
2031	4.152	224,18	249,09	5,03
2032	4.128	222,89	247,65	5,00
2033	4.104	221,60	246,22	4,97
2034	4.080	220,32	244,80	4,94
2035	4.056	219,05	243,39	4,91
2036	4.033	217,78	241,98	4,88
2037	4.010	216,52	240,58	4,86
2038	3.986	215,27	239,19	4,83
2039	3.963	214,03	237,81	4,80

(Fonte: Própria do Autor)

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

O município Cândido Godói, tanto na área urbana como na área rural, faz uso de soluções individuais, exceto uma pequena população residente no bairro Esperança, a qual é beneficiada com uma rede coletora de esgoto. O esgoto ali coletado é tratado por meio de um sistema fossa séptica/sumidouro, porém tal sistema não passa por manutenções periódicas. 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 as seguintes.

Na zona urbana quanto na zona rural recomenda-se a utilização de um sistema composto por fossa séptica e poço sumidouro.

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

CENÁRIO ATUAL	**CENÁRIO FUTURO**	
	ÍTEM	**OBJETIVO**
ÁREA URBANA		
Em dias de chuva forte o esgoto transborda, ficando a céu aberto	E-1	Identificar a causa do problema e a partir disso determinar a solução.
Falta de rede coletora	E-2	Implantação de sistema de coleta e tratamento de esgoto na cidade.
Esgoto colocado de maneira irregular na tubulação de drenagem causando mau cheiro.	E-3	Fiscalizar e identificar problema, exigindo adequações dos proprietários.
Lançamento de esgoto em riacho		
Problemas de vedação		
Problemas no sistema de coleta e tratamento de esgoto da Vila Esperança	E-4	Adequação do sistema de tratamento de esgoto da Vila Esperança.
Domicílios antigos sem fossa séptica	E-5	Prever a instalação/adequação de sistema individual composto de fossa séptica e poço sumidouro
Falta de legislação e fiscalização	E-6	Revisar, atualizar e implementar legislação pertinente.
Falta de manutenção e limpeza das fossas sépticas	E-7	Viabilizar serviço terceirizado para execução do serviço e implementar campanhas de informação e conscientização da necessidade de manutenção dos sistemas individuais.
ÁREA RURAL		
Falta de sistemas individuais completos e ambientalmente corretos.	E-8	Implementar parceria entre o município e os donos de propriedades rurais a fim de viabilizar a instalação de sistemas individuais de tratamento de esgoto, em conformidade com as normas técnicas vigentes.
Falta de orientação para a instalação fossas sépticas corretas.	E-9	Implementar campanhas de informação e conscientização da necessidade de implantação e manutenção de sistema individual de tratamento de esgoto em conformidade com as normas técnicas vigentes.

5.3 PADRÃO DE LANÇAMENTO PARA EFLUENTE FINAL DE SES

Os padrões de emissão exigidos pela FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental) para o efluente final dos sistemas de tratamento de esgotos são regrados pela Resolução CONSEMA Nº 355, de 13 de julho de 2017. Na Tabela 5.3 e Tabela 5.4, são apresentados os padrões de lançamento para efluentes líquidos domésticos.

Tabela 5.3 - Valores de concentração máxima para efluentes domésticos para diferentes faixas de vazão

Faixa de Vazão (m³/d)	**DBO5 (mgO2/L)**	**DQO (mgO2/L)**	**SST (mg/L)**	**Coliformes Termotolerantes**	
				Concentração (NMP/100 mL)	**Eficiência (%)**
Q < 200	120	330	140	-	-
200 ≤ Q < 500	100	300	100	106	90
500 ≤ Q < 1000	80	260	80	105	95
1000 ≤ Q < 2000	70	200	70	105	95
2000 ≤ Q < 10000	60	180	60	104	95
10.000 ≤ Q	40	150	50	103	95

(Fonte: Resolução CONSEMA 355/2017)

Segundo artigo 18, podem ser estabelecidos critérios mais restritivos, pelo órgão ambiental competente, para a fixação dos padrões de emissão constantes nesta norma em função dos seguintes aspectos: características físicas, químicas e biológicas; características hidrológicas; usos da água e enquadramento legal, desde que apresentada fundamentação técnica que os justifique.

Para efluentes sanitários, o órgão ambiental competente poderá exigir padrões para os parâmetros fósforo e nitrogênio amoniacal em corpos receptores com registro de floração de cianobactérias, em trechos onde ocorra a captação para abastecimento público. Nestes casos, devem ser atendidos os valores de concentração estabelecidos ou eficiência mínima fixada.

Tabela 5.4 - Concentração e eficiência de remoção do parâmetro Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal em função da faixa de vazão

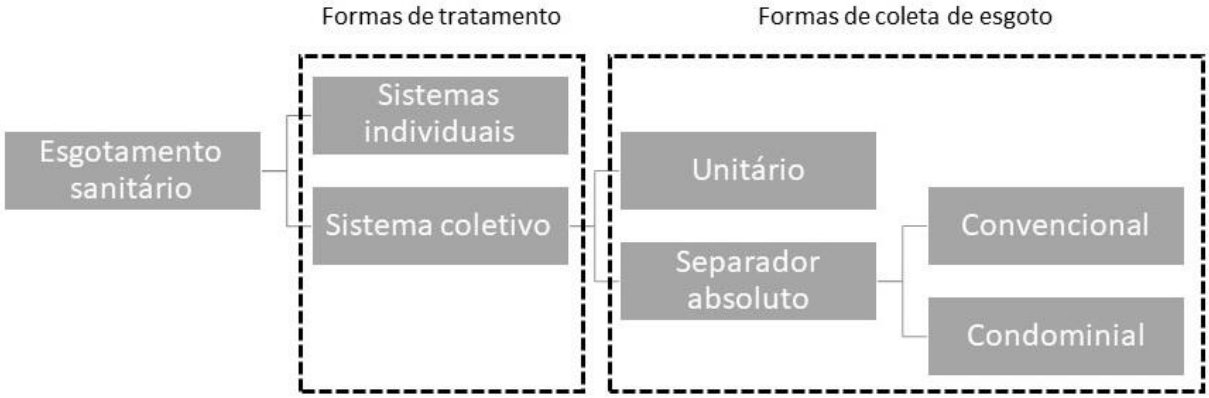
Faixa de Vazão	**Nitrogênio Amoniacal**	**Fósforo Total**	
(m³/d)	**(mg/L)**	**(mg/L)**	**Eficiência (%)**
Q < 1.000	20	4	75
1.000 ≤ Q < 2.000	20	3	75
2.000 ≤ Q < 10.000	20	2	75
10.000 ≤ Q	20	1	75

(Fonte: Resolução CONSEMA 355/2017)

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 5.1 apresenta as variantes dos sistemas de esgotamento sanitário, contendo as formas de tratamento e de coleta.

Figura 5.1 – Variantes dos sistemas de esgotamento sanitário



(Fonte: Própria do autor)

Os sistemas individuais são sistemas em que as distâncias entre fontes geradoras de esgoto, local de tratamento e disposição final são próximos entre si. Já 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 (2006), 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 5-2.

Quadro 5-2 - 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 que seguem.

Quadro 5-3 – 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, o efluente contém elevado teor 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 5-4 – 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 5-5 - Sistemas aeróbios com biofilmes

Tipo	Descrição
Filtro de baixa carga	A DBO á 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 á 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 5-6 - Sistemas anaeróbios

Tipo	Descrição
Reator anaeróbio de manta de lodo (UASB)	A DBO á estabilizada anaerobiamente por bactérias dispersas no reator. O fluxo do liquido 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 5-7 - 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 liquido á 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 Cândido Godói 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 5-8.

Quadro 5-8 - Dados de entrada ETEx

Município	Cândido Godói	
Estado	RS	
Projeção do número de habitantes	6.557	(população atendida em 20 anos)
Vazão média	273,83	(vazão afluente média, em m³/d)
Vazão máximo	565,25	(vazão afluente máxima, em m³/d)
DBO média do afluente	516,05	(DBO média afluente, em mg/L)
Temperatura média do mês mais frio	14,8	(temp. média no mês mais frio, em °C)

(Fonte: OLIVEIRA; OLIVEIRA; LEONETI, 2019)

O Quadro 5-9 apresenta um resultado resumido dos cálculos realizados pelo Software ETEx. 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 5-9 - Resultado dos cálculos

	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4	Sistema 5	Sistema 6
Estimativa de custo de implantação (US$)	239.642,24	193.267,53	432.033,96	177.885,84	202.924,26	167.933,46
Estimativa de custo de operação e manutenção (US$)	216.917,85	130.168,97	279.334,10	159.797,24	69.929,36	132.862,09

Custo total do sistema (US$)	456.560,08	323.436,50	711.368,07	337.683,08	272.853,62	300.795,54
Estimativa DBO efluente (mg/l)	13	27	32	40	54	49
Eficiência do sistema (%)	98%	95%	94%	92%	90%	90%
Área total requerida (m²)	1.285	2.058	1.377	613	4.377	1.351

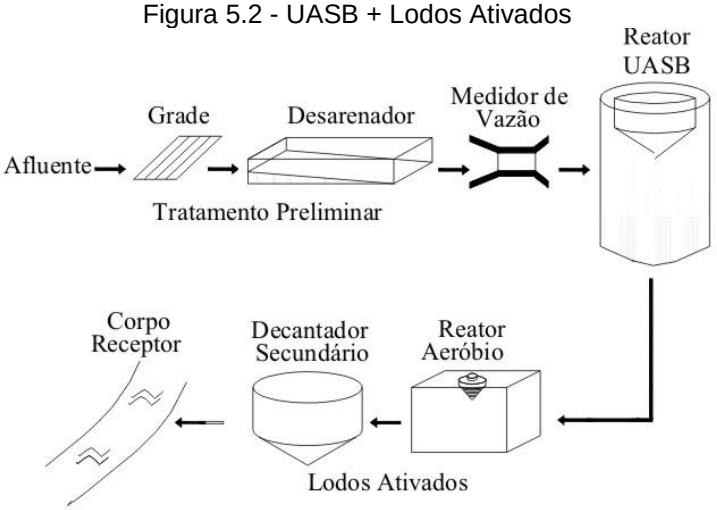
Fonte: estimativa do custo de implantação calculados pela última versão do modelo ETEx (OLIVEIRA, 2004; LEONETI, 2009) e estimativa DBO efluente com base em Von Sperling (2006)

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 afluente, 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



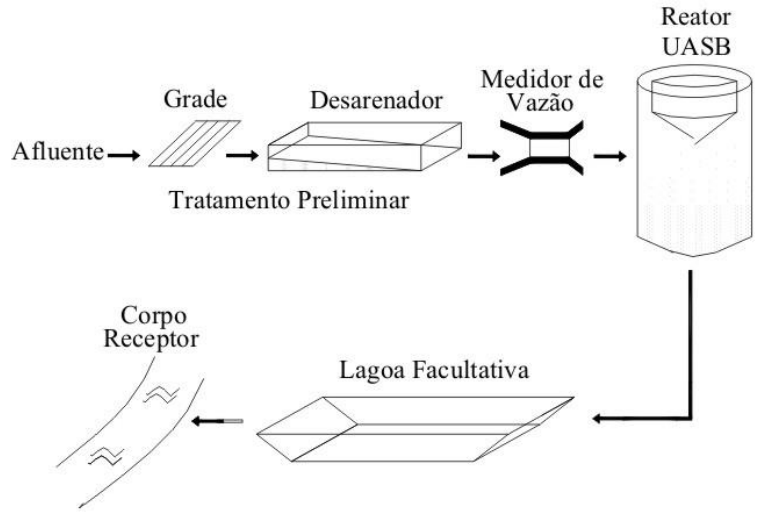
(Fonte: OLIVEIRA, 2004)

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.

Figura 5.3 - UASB + Lagoa facultativa

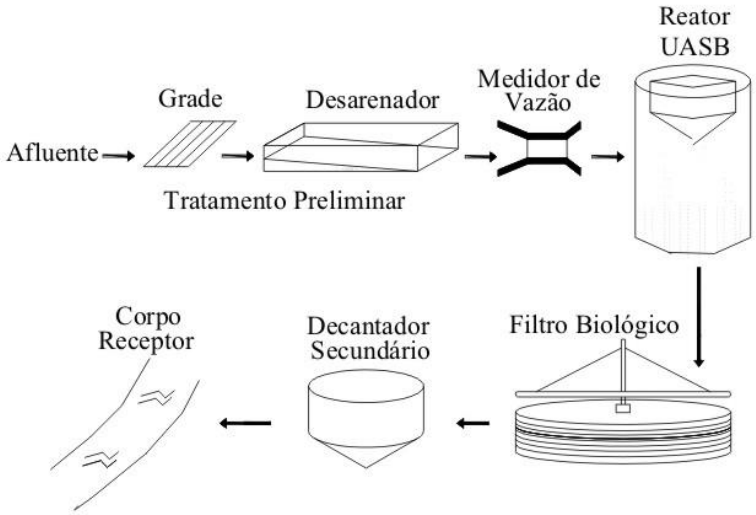


(Fonte: OLIVEIRA, 2004)

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

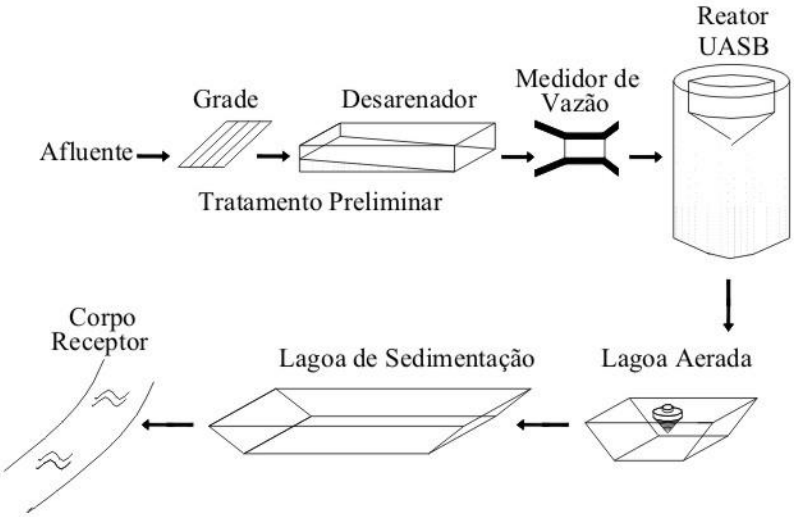


(Fonte: OLIVEIRA, 2004)

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

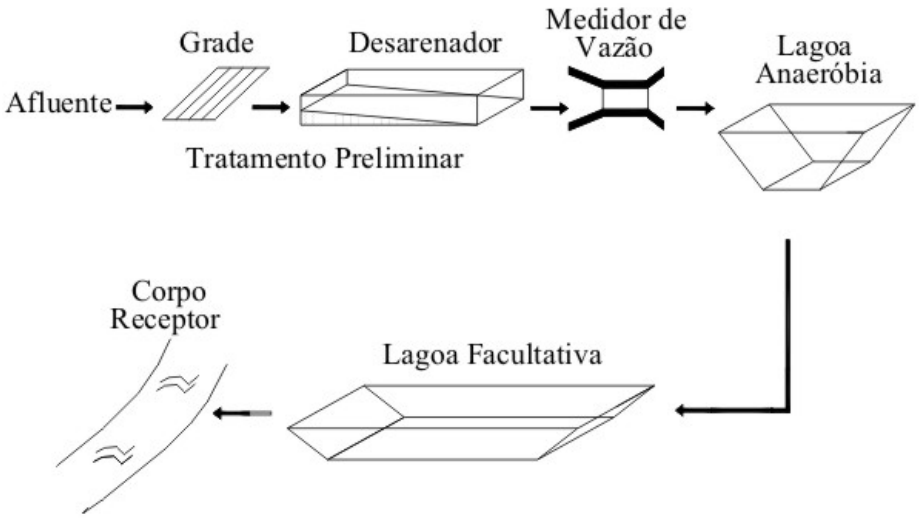


(Fonte: OLIVEIRA, 2004)

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 satisfatório, 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

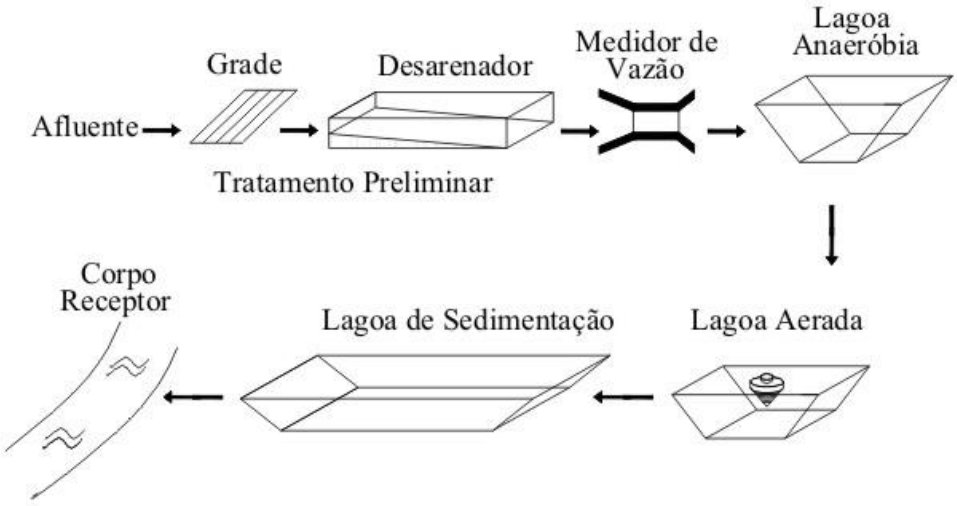


(Fonte: OLIVEIRA, 2004)

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: OLIVEIRA, 2004)

5.5 ANÁLISE FINANCEIRA DAS PROPOSTAS

5.5.1 Sistema separador absoluto acompanhado de ETE escolhida pelo ETEX

O cenário financeiro e econômico do sistema de esgotamento sanitário foi elaborado para o período de 2020 a 2039, 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 5-10, e os custos para implantação da rede coletora. O sistema de tratamento escolhido foi o Sistema 4 (UASB + Lagoa aerada e de decantação), sugerido pela equipe da universidade, devido ao baixo custo de manutenção, à sua eficiência e à área requerida para sua implantação.

Quadro 5-10 – Custos do sistema escolhido

Estimativa de custo de implantação (US$)	177.885,84
Estimativa de custo de operação e manutenção (US$/ano)	159.797,24
Custo total do sistema (US$)	337.683,08

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

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 16 km, o investimento total para implantação é de R$ 5.219.680,00. Se somarmos a este valor à estimativa de custo para a implantação da estação de tratamento, o investimento para a universalização dos serviços de esgotamento sanitário é de R$ 5.913.434,78.

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$ 3,53/m^3 de esgoto medido, a mesma praticada pelo DMAE de Porto Alegre no ano de 2018.

A Tabela 5.5 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 2024, 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$ 3,25/m^3 de esgoto medido, enquanto o custo marginal resultou em R$ 21,59/m^3 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 5.5 - 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$
2020	2074	0	0,00	R$0,00	Revisão do projeto do SES e implantação do sistema		R$0,00
2021	2098	0	0,00	R$0,00			R$0,00
2022	2123	0	0,00	R$0,00			R$0,00
2023	2147	0	0,00	R$0,00		R$5.913.434,78	-R$5.913.434,78
2024	2172	40	38.061,89	R$123.701,13	R$623.209,24		-R$499.508,11
2025	2198	50	48.134,01	R$156.435,54	R$658.669,84		-R$502.234,30
2026	2224	60	58.436,62	R$189.919,00	R$696.148,16		-R$506.229,15
2027	2250	80	78.827,10	R$256.188,07	R$735.758,99		-R$479.570,91
2028	2276	80	79.749,38	R$259.185,47	R$777.623,67		-R$518.438,20
2029	2303	80	80.682,44	R$262.217,94	R$821.870,46		-R$559.652,52
2030	2330	80	81.626,43	R$265.285,89	R$868.634,89		-R$603.349,00
2031	2357	80	82.581,46	R$268.389,74	R$918.060,21		-R$649.670,48
2032	2384	80	83.547,66	R$271.529,90	R$970.297,84		-R$698.767,94
2033	2412	80	84.525,17	R$274.706,80	R$1.025.507,79		-R$750.800,99
2034	2440	80	85.514,11	R$277.920,87	R$1.083.859,18		-R$805.938,31
2035	2469	80	86.514,63	R$281.172,54	R$1.145.530,77		-R$864.358,23
2036	2498	80	87.526,85	R$284.462,26	R$1.210.711,47		-R$926.249,21
2037	2527	80	88.550,91	R$287.790,47	R$1.279.600,95		-R$991.810,48
2038	2557	80	89.586,96	R$291.157,62	R$1.352.410,24		-R$1.061.252,63
2039	2587	80	90.635,13	R$294.564,16	R$1.429.362,39		-R$1.134.798,23
∑VPL	**16.642,95**	-	**313.890,92**	**R$1.020.145,48**	**R$6.832.454,28**		**-R$6.532.752,22**

Para os projetos executivos, recomenda-se adotar quantitativos decorrentes do projeto, assim como cotejá-los com preços unitários SINAPE. 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.

5.5.2 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 1.705 litros. A Tabela 5.6 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 5.6 - Dimensionamento do tanque séptico padrão para a área rural

N	3	pessoas
C	130	L
T	1	dias
K	105	
L_f	1	
V	1705	**L**

5.5.2.1 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:

$$V = 1000 + N * (C * T + K * L_f) \quad \text{(Equação 9)}$$

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 detenção, 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 5.8 apresenta a Tabela 1 da norma, enquanto a Figura 5.9 apresenta as tabelas 2 e 3.

Figura 5.8 – Tabela 1 da Norma para cálculo do tanque séptico.

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

Unid.: L

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
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 5.9 - 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)

5.5.3 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 à necessidade de esterco de vaca para a realização do tratamento do esgoto.

A Tabela 5.7 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 5.7 - 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 90º, 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)

5.6 MELHORIAS SANITÁRIAS DOMÉSTICAS

Considerando que 12 dos 2.127 domicílios do Município, segundo dados do censo de 2010 do IBGE, não possuíam nem banheiro nem sanitário, deve-se analisar o manual criado pela Funasa onde são expostos todos os aspectos essenciais para a elaboração de propostas para o programa de melhorias sanitárias disponível em http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualdeorientacoestecnicasparaelaboracaodepropostasmelhoriassanitariasdomiciliares.pdf. O Programa de melhorias sanitárias domésticas tem os seguintes objetivos:

- Implantar soluções individuais e coletivas de pequeno porte, com tecnologias apropriadas;

- Contribuir para a redução dos índices de morbimortalidade provocados pela falta ou inadequação das condições de saneamento domiciliar;

- Dotar os domicílios de melhorias sanitárias, necessárias à proteção das famílias e à promoção de hábitos higiênicos; e

- Fomentar a implantação de oficina municipal de saneamento.

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.

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.

6.1 PREVISÃO DE GERAÇÃO DE RSD POR TIPOLOGIA CONFORME HORIZONTE DO PMSB

A Tabela 6.1 apresenta uma previsão da produção dos RSD e seus componentes realizada com base na projeção populacional para a cidade de Cândido Godói e na caracterização dos RSD coletados apresentado no item 5 do Produto C - Diagnóstico Técnico-Participativo. Para o cálculo das quantidades de resíduos gerados, considerou-se uma produção de 2.053 kg de RSU gerados por dia. Considerando o crescimento populacional observado nos censos realizados pelo IBGE e a população urbana recenseada no ano de 2010 de 1.846 habitantes, estima-se que a população urbana de Cândido Godói no ano de 2020 seja 2.074 habitantes. Com base nestes dados, chega-se a um per capita de resíduos, na data em que foi realizada a atividade, de 0,99 kg/hab.dia referido a 365 dias do ano.

Tabela 6.1 - Previsão de geração de RSD por tipologia conforme horizonte do PMSB

ANO	POPULAÇÃO			PRODUÇÃO RSD			RSD COLETADOS																										
							REJEITO		RESÍDUO ORGÂNICO	RESÍDUOS RECICLÁVEIS																									
	Total	Urb.	Rural	Total	Urb.	Rural	Urb.	Rural	Urb.	Papel, Papelão			Tetrapak			Plástico			PET			Vidro			Metal, Lata			Alumínio			Total RS Recicláveis		
										Urb.	Rural	Total	Urb.	Rural	Total	Urb.	Rural	Total	Urb.	Rural	Total	Urb.	Rural	Total	Urb.	Rural	Total	Urb.	Rural	Total	Urb.	Rural	Total
	hab	hab	hab	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
2020	6499	2074	4425	1.965	749	1.216	187	400	405	25	53	78	15	32	48	70	149	219	11	23	33	26	56	82	8	17	25	228	486	714	383	817	1.199
2021	6497	2098	4399	1.967	758	1.209	189	397	410	25	53	78	15	32	48	71	148	219	11	23	33	27	56	82	8	17	25	230	483	714	387	812	1.199
2022	6496	2123	4374	1.969	767	1.202	192	395	414	25	52	78	16	32	48	71	147	219	11	22	33	27	56	82	8	17	25	233	480	714	392	807	1.199
2023	6496	2147	4349	1.971	776	1.195	194	393	419	26	52	78	16	32	48	72	146	219	11	22	33	27	55	82	8	17	25	236	478	714	396	802	1.199
2024	6496	2172	4323	1.973	785	1.188	196	390	424	26	52	78	16	32	48	73	146	219	11	22	33	28	55	82	8	17	25	239	475	714	401	798	1.199
2025	6496	2198	4299	1.976	794	1.181	198	388	429	26	51	78	16	31	48	74	145	219	11	22	33	28	55	82	9	17	25	241	472	714	406	793	1.199
2026	6497	2224	4274	1.978	804	1.175	201	386	434	27	51	78	16	31	48	75	144	219	11	22	33	28	54	82	9	17	25	244	469	714	410	789	1.199
2027	6499	2250	4249	1.981	813	1.168	203	384	439	27	51	78	16	31	48	76	143	219	12	22	33	29	54	82	9	17	25	247	467	714	415	784	1.199
2028	6500	2276	4224	1.983	822	1.161	206	381	444	27	51	78	17	31	48	77	142	219	12	22	33	29	54	82	9	17	25	250	464	714	420	780	1.200
2029	6503	2303	4200	1.986	832	1.154	208	379	450	28	50	78	17	31	48	78	141	219	12	22	33	29	53	83	9	16	25	253	461	714	425	775	1.200
2030	6505	2330	4176	1.989	842	1.148	210	377	455	28	50	78	17	31	48	78	141	219	12	21	33	30	53	83	9	16	25	256	459	715	430	771	1.200
2031	6508	2357	4152	1.993	852	1.141	213	375	460	28	50	78	17	30	48	79	140	219	12	21	33	30	53	83	9	16	25	259	456	715	435	766	1.201
2032	6512	2384	4128	1.996	862	1.134	215	373	466	29	49	78	17	30	48	80	139	219	12	21	33	30	52	83	9	16	25	262	453	715	440	762	1.202
2033	6516	2412	4104	2.000	872	1.128	218	371	471	29	49	78	18	30	48	81	138	219	12	21	33	31	52	83	9	16	25	265	451	716	445	757	1.202
2034	6520	2440	4080	2.003	882	1.121	220	368	477	29	49	78	18	30	48	82	137	220	13	21	33	31	52	83	10	16	25	268	448	716	450	753	1.203
2035	6525	2469	4056	2.007	892	1.115	223	366	482	30	49	78	18	30	48	83	137	220	13	21	33	31	51	83	10	16	25	271	446	717	456	749	1.204
2036	6531	2498	4033	2.011	903	1.108	226	364	488	30	48	78	18	30	48	84	136	220	13	21	33	32	51	83	10	16	26	274	443	717	461	744	1.205
2037	6537	2527	4010	2.015	913	1.102	228	362	493	30	48	78	19	29	48	85	135	220	13	21	33	32	51	83	10	16	26	278	440	718	466	740	1.206
2038	6543	2557	3986	2.020	924	1.096	231	360	499	31	48	78	19	29	48	86	134	220	13	20	34	32	51	83	10	16	26	281	438	719	472	736	1.207
2039	6550	2587	3963	2.024	935	1.089	234	358	505	31	47	78	19	29	48	87	133	221	13	20	34	33	50	83	10	15	26	284	435	720	477	731	1.209
2040	6557	2617	3941	2.029	946	1.083	236	356	511	31	47	78	19	29	48	88	133	221	13	20	34	33	50	83	10	15	26	287	433	720	483	727	1.210

(Fonte: Própria do autor)

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 Cândido Godói, a coleta e a disposição dos resíduos sólidos são realizadas pela empresa Marcos Engelhof e Cia Ltda, conforme contrato de firmado com o município. Foi implantada, no segundo semestre de 2017, a coleta seletiva, que também é realizada pela empresa Marcos Engelhof e Cia Ltda. A coleta é realizada regularmente na zona urbana, sendo feita 3 vezes por semana, às segundas, quartas (reciclável) e sextas-feiras. Na zona rural, o lixo é coletado com pouca regularidade, trimestralmente, com pontos de coleta mal definidos e de difícil acesso.

6.3 CENÁRIO FUTURO

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.

O Cenário Futuro no município de Cândido Godói exige que aconteçam melhorias na coleta seletiva de lixo que foi implantada no ano de 2018. Sendo que, a realização de campanhas educativas orientando a destinação correta dos resíduos sólidos terão um papel importante e decisivo neste contexto.

Os serviços contratados pelo município para destinação adequada dos resíduos de saúde e domiciliares da área urbana precisam de fiscalização e acompanhamento efetivo tendo em vista sua funcionalidade e viabilidade financeira.

É necessário que se busque uma solução, regrando e viabilizando a destinação de pneus e melhorando os serviços prestados na destinação dos resíduos de podas, demolição e construção civil.

Em relação ao lixo domiciliar da área rural é necessário estabelecer um calendário de recolhimento que seja efetivamente cumprido.

Quanto ao lixo eletrônico, é importante que continuem as campanhas esporádicas, devendo serem aprimorados os mecanismos e regras que instituem a política reversa.

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**
ZONA URBANA		
Destino inadequado das podas de árvores.	RS-1	Licenciar uma área para a destinação adequada das podas, no prazo de 5 anos.
Destino inadequado do lixo eletrônico.	RS-2	Instituir coleta anual de lixo eletrônico tendo um mês e um local (de acondicionamento provisório) de referência, no prazo de 3 anos.
Falta de comprometimento da população com a destinação dos resíduos sólidos, muita produção de lixo seco, descarte de lixo em locais inadequados, embalagem inadequada do lixo e lixo mal acondicionado, ao alcance de animais	RS-3	Realizar no mínimo duas atividades de educação ambiental anuais, no prazo de 2 anos.
Frequência inadequada da coleta do lixo orgânico e rejeitos.	RS-4	Verificar a necessidade de alterações nos serviços de coleta de resíduos sólidos e da colocação de lixeiras em pontos estratégicos, no prazo de um ano. Além de incentivar a instalação de lixeiras domiciliares
Frequência inadequada da coleta do lixo seco.		
Poucas lixeiras.		
Lixeiras pequenas.		
Destinação inadequada dos resíduos de demolição e construção civil e ausência de papa entulho para acomodação temporária dos resíduos da construção civil.	RS-5	Criar legislação que verse sobre a responsabilidade dos proprietários com a destinação adequada do resíduo da construção civil, no prazo de 3 anos.
Alto custo para o descarte de resíduos orgânicos.	RS-6	Incentivar a construção de composteiras domiciliares no prazo de 3 anos.

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO	
	CÓDIGO	OBJETIVO
Falta de fiscalização.	RS-7	Criar mecanismos para tornar a fiscalização mais efetiva, ampliando o número de fiscais ambientais no prazo 5 anos.
Falta de logística reversa.	RS-8	Criar legislação municipal referente a responsabilidade da empresa com a logística reversa dos produtos, no prazo de 8 anos.
Limpeza urbana prejudicada pela falta de pessoal.	RS-9	Contratar empresas terceirizadas para dar suporte na limpeza urbana, no prazo de 8 anos.
RURAL		
Não há orientações e legislação sobre a destinação de vísceras de animais.	RS-10	Realizar atividades de orientação e conscientização sobre a destinação de vísceras de animais, no prazo de 4 anos.
Frequência inadequada da coleta do lixo seco e rejeito	RS-11	Realizar coleta com frequência quadrimestral ou trimestral, com roteiros e datas pré definidas e amplamente divulgados, mediante fiscalização do fiscal ambiental.
Queima de lixo		
Dificuldade para estabelecer pontos de coleta e para acessá-los (dificulta o cumprimento dos roteiros de coleta)		

Independente dos objetivos definidos pelo município recomenda-se repetir periodicamente, na medida da implantação das melhorias na Gestão dos Resíduos Sólidos em Cândido Godói, 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.

6.4 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E REGRAS PARA TRANSPORTE

Os geradores de resíduos sólidos, definidos no Artigo 20 da Lei Federal 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.

6.5 COLETA SELETIVA E LOGÍSTICA REVERSA

A coleta seletiva é definida pela Lei Federal 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 Federal 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 Federal 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 Federal 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.

6.6 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.

6.7 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS PARA A DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS

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;

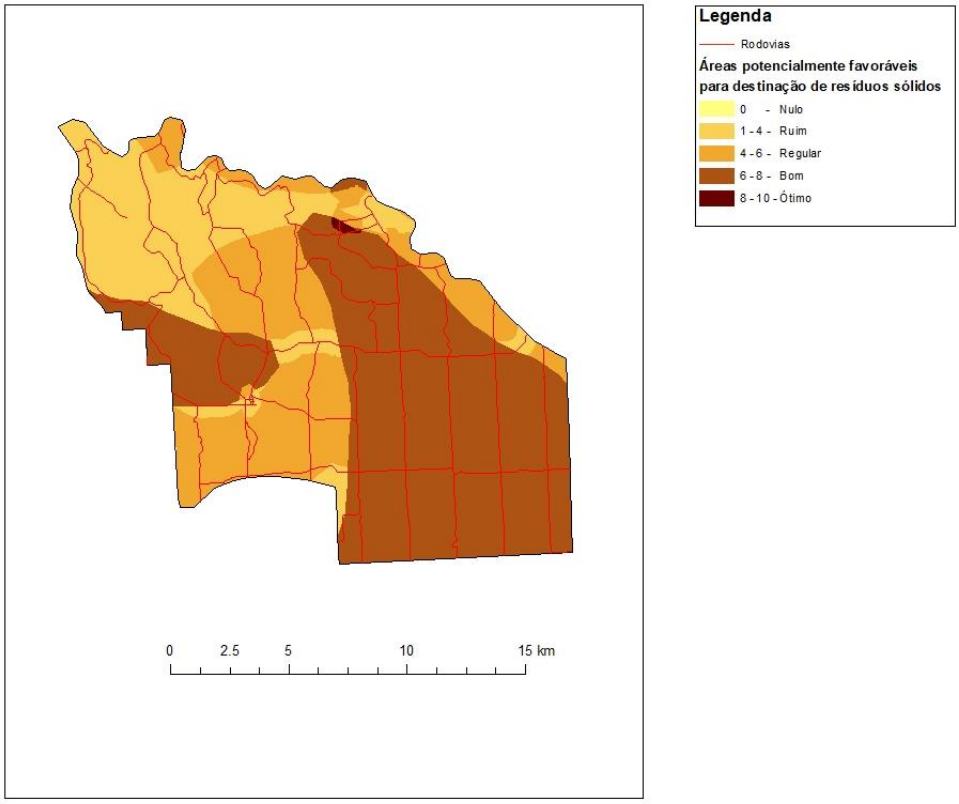
h) distância mínima a núcleos populacionais – deve ser avaliada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais, recomendando-se que esta distância seja superior a 500 m.

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 dentro dos limites do município.



(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 n° 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

6.8 ANÁLISE FINANCEIRA DO CENÁRIO

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. A seguir, foram apresentadas duas possibilidades para a gestão dos resíduos sólidos.

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 3,90. A seguir estão descritos os procedimentos utilizados no cálculo dos custos e receitas considerados nos cenários econômicos.

6.8.1 Projeção do cenário atual

Nesta proposta foi considerada a continuação da prestação de serviços terceirizada pela mesma empresa que realizava a coleta, transporte e disposição final durante a elaboração do PMSB. Os valores dispendidos pelo município no ano de 2018 foram apenas corrigidos, ao longo do horizonte do plano, considerando uma taxa de 5,69% ao ano, relativa à média da inflação dos últimos dez anos.

Para o cálculo das receitas, visto que o município não apresentava informações de arrecadação e que taxa de lixo é cobrada juntamente com o IPTU por domicílio, as receitas foram estimadas a partir do número de domicílios na zona urbana. Considerando uma média de 3,0 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.

Tabela 6.2 - Estimativa de custos do cenário atual

ANO	POPULAÇÃO		PRODUÇÃO RSU	CUSTO	RECEITAS	FLUXO DE CAIXA
	Total	Urb.		Coleta, Transporte e disposição final	Taxa de resíduos	
	hab.	hab.	t/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano
2020	6499	2074	975	193.235,16	150.206,60	-43.028,56
2021	6497	2098	986	204.230,24	151.964,01	-52.266,23
2022	6496	2123	998	215.850,94	153.741,99	-62.108,95
2023	6496	2147	1.009	228.132,86	155.540,77	-72.592,08
2024	6496	2172	1.021	241.113,62	157.360,60	-83.753,02
2025	6496	2198	1.033	254.832,98	159.201,72	-95.631,26
2026	6497	2224	1.045	269.332,98	161.064,38	-108.268,60
2027	6499	2250	1.058	284.658,03	162.948,83	-121.709,19
2028	6500	2276	1.070	300.855,07	164.855,34	-135.999,73
2029	6503	2303	1.082	317.973,72	166.784,14	-151.189,58
2030	6505	2330	1.095	336.066,43	168.735,52	-167.330,91
2031	6508	2357	1.108	355.188,61	170.709,72	-184.478,88
2032	6512	2384	1.121	375.398,84	172.707,03	-202.691,81
2033	6516	2412	1.134	396.759,03	174.727,70	-222.031,33
2034	6520	2440	1.147	419.334,62	176.772,01	-242.562,61
2035	6525	2469	1.161	443.194,76	178.840,25	-264.354,52
2036	6531	2498	1.174	468.412,54	180.932,68	-287.479,87
2037	6537	2527	1.188	495.065,22	183.049,59	-312.015,63
2038	6543	2557	1.202	523.234,43	185.191,27	-338.043,16
2039	6550	2587	1.216	553.006,47	187.358,01	-365.648,46
		∑VPL	**7.823,88**	**2.102.136,02**	**1.205.508,33**	

(Fonte: Própria do autor)

6.8.2 Instalação de central de triagem e usina de compostagem municipal

Nesta proposta para a gestão dos resíduos, foi considerada a instalação e operação de uma pequena Central de Triagem Municipal, uma unidade de Transbordo além de uma Usina de Compostagem, já que, atualmente, a coleta seletiva é terceirizada no município e realizada pela empresa Marcos Engelhof e Cia Ltda. O material que não poderá ser reciclado ou compostado será encaminhado para o aterro da empresa CRVR, no município de Giruá. 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 414 km (312 km de idas ao aterro e 102 km de rotas internas), o custo de coleta foi estimado em R$ 13.438,36 por mês (R$ 274,25/ton). A planilha utilizada para o cálculo encontra-se no Anexo B deste relatório. Para o cálculo desses custos, foi considerado o peso médio dos resíduos (com idade 0) como sendo 461,50 Kg/m³, além de considerar o transporte apenas dos rejeitos.

2. Disposição final no CRVR: o custo de disposição no CRVR, localizado no município de Giruá, 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$ 119,00 /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.

Tabela 6.3: Custos de operação referentes à Estação de Transbordo

Custo de operação	9,72	R$/t
Total de resíduos (2039)	2.305	t
Investimento total	22.484,58	R$

(Fonte: Equipe SASB)

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 Cândido Godói 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 6.4: 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)

Tabela 6.5: Custos de operação referentes à Central de Triagem

Custo de operação	10,84	R$/t
Resíduos Recicláveis (2039)	1.209	t
Investimento total	13.117,39	R$

(Fonte: Equipe SASB)

Os custos da Tabela 6.5 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 6.6 relativos ao investimento para as instalações necessárias referentes a Usina de Compostagem.

Tabela 6.6: Custos de investimento referentes a Usina de Compostagem.

Investimento por tonelada	39,13	R$/t
Resíduos Orgânicos (2039)	505	t
Investimento total	19.994,26	R$

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

6. Receitas: calculadas da mesma forma que a primeira proposta.

Temos de ressalvar 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 apresentado uma tabela com estimativa das receitas.

Sendo assim, a Tabela 6.7 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 6.7 – PMGIRS com pequena central de triagem municipal e central de compostagem municipal

ANO	PRODUÇÃO RSU				CUSTOS				RECEITAS	FLUXO DE CAIXA
	Recicláveis	Orgânico	Rejeito	Total	Coleta e Transporte	Operação	Disposição Final	Total	Taxa de resíduos	
	t/ano	t/ano	t/ano	t/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano
2020	1.199	405	587	2.191	0,00	22.639,81	111.078,32	133.718,14	150.206,60	16.488,46
2021	1.199	410	587	2.195	0,00	22.682,08	111.595,63	134.277,72	151.964,01	17.686,30
2022	1.199	414	587	2.200	0,00	22.726,13	112.123,52	134.849,65	153.741,99	18.892,34
2023	1.199	419	587	2.205	0,00	22.771,97	112.662,08	135.434,05	155.540,77	20.106,73
2024	1.199	424	587	2.210	0,00	22.819,62	113.211,40	136.031,03	157.360,60	21.329,57
2025	1.199	429	587	2.215	0,00	22.869,10	113.771,60	136.640,70	159.201,72	22.561,02
2026	1.199	434	587	2.220	0,00	22.920,41	114.342,77	137.263,18	161.064,38	23.801,20
2027	1.199	439	587	2.225	0,00	22.973,57	114.925,02	137.898,59	162.948,83	25.050,24
2028	1.200	444	587	2.231	0,00	23.028,59	115.518,45	138.547,04	164.855,34	26.308,30
2029	1.200	450	587	2.237	0,00	23.085,50	116.123,16	139.208,66	166.784,14	27.575,49
2030	1.200	455	587	2.243	0,00	23.144,30	116.739,26	139.883,56	168.735,52	28.851,96
2031	1.201	460	588	2.249	0,00	23.205,00	117.366,86	140.571,87	170.709,72	30.137,86
2032	1.202	466	588	2.255	0,00	23.267,64	118.006,08	141.273,71	172.707,03	31.433,31
2033	1.202	471	588	2.262	0,00	23.332,21	118.657,01	141.989,22	174.727,70	32.738,48
2034	1.203	477	589	2.269	0,00	23.398,74	119.319,78	142.718,52	176.772,01	34.053,50
2035	1.204	482	589	2.276	0,00	23.467,24	119.994,49	143.461,73	178.840,25	35.378,51
2036	1.205	488	590	2.283	0,00	23.537,73	120.681,27	144.219,00	180.932,68	36.713,68
2037	1.206	493	590	2.290	0,00	23.610,22	121.380,23	144.990,45	183.049,59	38.059,14
2038	1.207	499	591	2.298	0,00	23.684,73	122.091,49	145.776,22	185.191,27	39.415,05
2039	1.209	505	592	2.305	0,00	23.761,28	122.815,17	146.576,45	187.358,01	40.781,56
			∑VPL	**16.600,18**			**∑VPL**	**1.026.653,82**	**1.205.508,33**	

(Fonte: Equipe SASB)

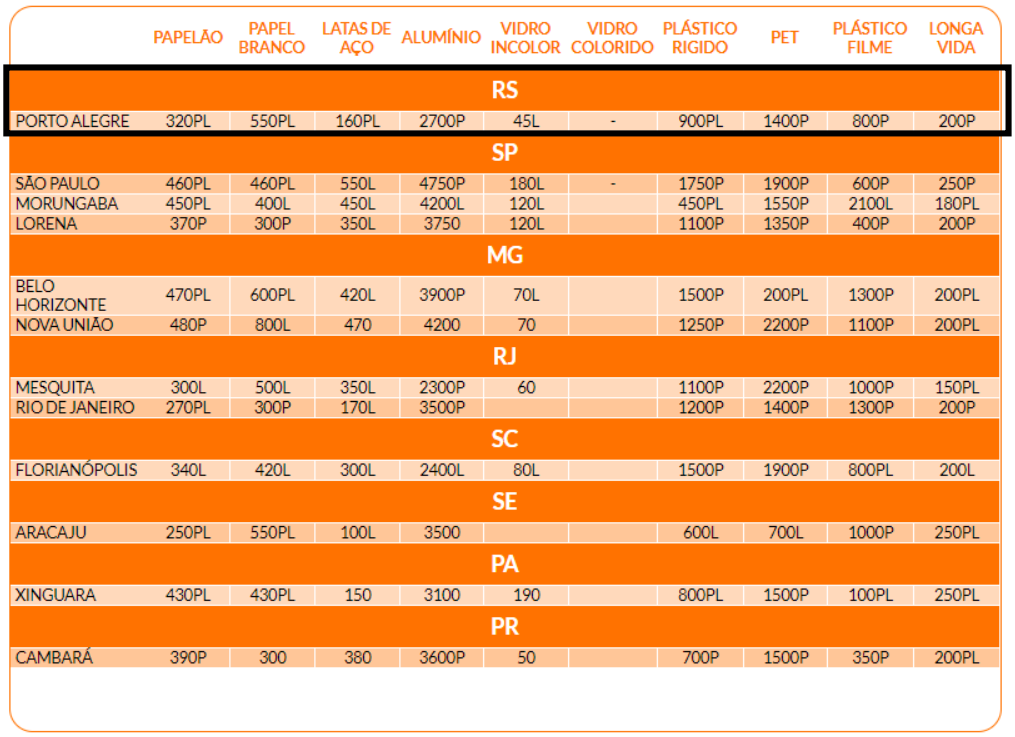
Visto que o município terá a capacidade de triar os resíduos recicláveis, também será possível, a venda destes resíduos. Logo, a Tabela 6.8 apresenta uma simulação financeira para as receitas decorrentes da venda do material reciclado a ser separado na Central de Triagem. Para os cálculos, considerou-se somente a produção de resíduos da zona urbana, além de 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 6.3. Na Tabela 6.8, 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 6.8 - Estimativa de receitas decorrentes da venda dos resíduos recicláveis

ANO	PRODUÇÃO RSD	RECEITA RESÍDUOS RECICLÁVEIS								
		Papel, Papelão	Tetrapak	Plástico	PET	Vidro	Metal	Alumínio	RECEITA TOTAL RSD TRIADO	RECEITA MENSAL
	t/a	R$/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano	R$/ano	R$/mês
2020	749	8.094,44	2.277,24	47.145,86	11.156,88	888,19	972,04	461.291,94	531.826,59	44.318,88
2021	758	8.189,15	2.303,88	47.697,46	11.287,42	898,58	983,41	466.689,06	538.048,96	44.837,41
2022	767	8.284,96	2.330,83	48.255,52	11.419,48	909,09	994,92	472.149,32	544.344,13	45.362,01
2023	776	8.381,89	2.358,11	48.820,11	11.553,09	919,73	1.006,56	477.673,47	550.712,96	45.892,75
2024	785	8.479,96	2.385,70	49.391,31	11.688,26	930,49	1.018,34	483.262,24	557.156,30	46.429,69
2025	794	8.579,18	2.413,61	49.969,19	11.825,01	941,38	1.030,25	488.916,41	563.675,03	46.972,92
2026	804	8.679,55	2.441,85	50.553,83	11.963,36	952,39	1.042,30	494.636,73	570.270,02	47.522,50
2027	813	8.781,11	2.470,42	51.145,31	12.103,33	963,54	1.054,50	500.423,98	576.942,18	48.078,52
2028	822	8.883,84	2.499,32	51.743,71	12.244,94	974,81	1.066,84	506.278,95	583.692,41	48.641,03
2029	832	8.987,79	2.528,56	52.349,11	12.388,21	986,21	1.079,32	512.202,41	590.521,61	49.210,13
2030	842	9.092,94	2.558,15	52.961,59	12.533,15	997,75	1.091,95	518.195,18	597.430,71	49.785,89
2031	852	9.199,33	2.588,08	53.581,24	12.679,79	1.009,43	1.104,72	524.258,06	604.420,65	50.368,39
2032	862	9.306,96	2.618,36	54.208,14	12.828,14	1.021,24	1.117,65	530.391,88	611.492,37	50.957,70
2033	872	9.415,85	2.648,99	54.842,38	12.978,23	1.033,19	1.130,72	536.597,47	618.646,83	51.553,90
2034	882	9.526,02	2.679,99	55.484,03	13.130,08	1.045,27	1.143,95	542.875,66	625.885,00	52.157,08
2035	892	9.637,47	2.711,34	56.133,20	13.283,70	1.057,50	1.157,34	549.227,30	633.207,86	52.767,32
2036	903	9.750,23	2.743,06	56.789,96	13.439,12	1.069,88	1.170,88	555.653,26	640.616,39	53.384,70
2037	913	9.864,31	2.775,16	57.454,40	13.596,36	1.082,39	1.184,58	562.154,40	648.111,60	54.009,30
2038	924	9.979,72	2.807,63	58.126,62	13.755,43	1.095,06	1.198,44	568.731,61	655.694,50	54.641,21
2039	935	10.096,49	2.840,48	58.806,70	13.916,37	1.107,87	1.212,46	575.385,77	663.366,13	55.280,51

(Fonte: Equipe SASB)

Figura 6.3 - 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 6.3, 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.

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 no Capítulo 7 do Produto C - Diagnóstico Técnico-Participativo, o município não possui plano diretor ou lei que regule o uso ou ocupação do solo, o que prejudica o planejamento do município com ações preventivas a respeito do sistema de drenagem.

Na Região SEDE, os problemas ocorrem devido à ausência de sistema de drenagem e/ou unidades de drenagem com dimensões insuficientes para o escoamento da água da chuva em precipitações elevadas.

Há pontos de estrangulamento na Av. Pindorama, o que causa alagamentos na região. As manutenções feitas no sistema de drenagem são corretivas, ou seja, ocorrem conforme vão aparecendo problemas. Isso causa entupimento dos dispositivos de drenagem.

Outros problemas observados no município foram a presença de ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem, que causa mau cheiro e polui os corpos d'água aos quais é destinada a água coletada pela rede, e a erosão devida à falta de tubulação ou proteção de taludes.

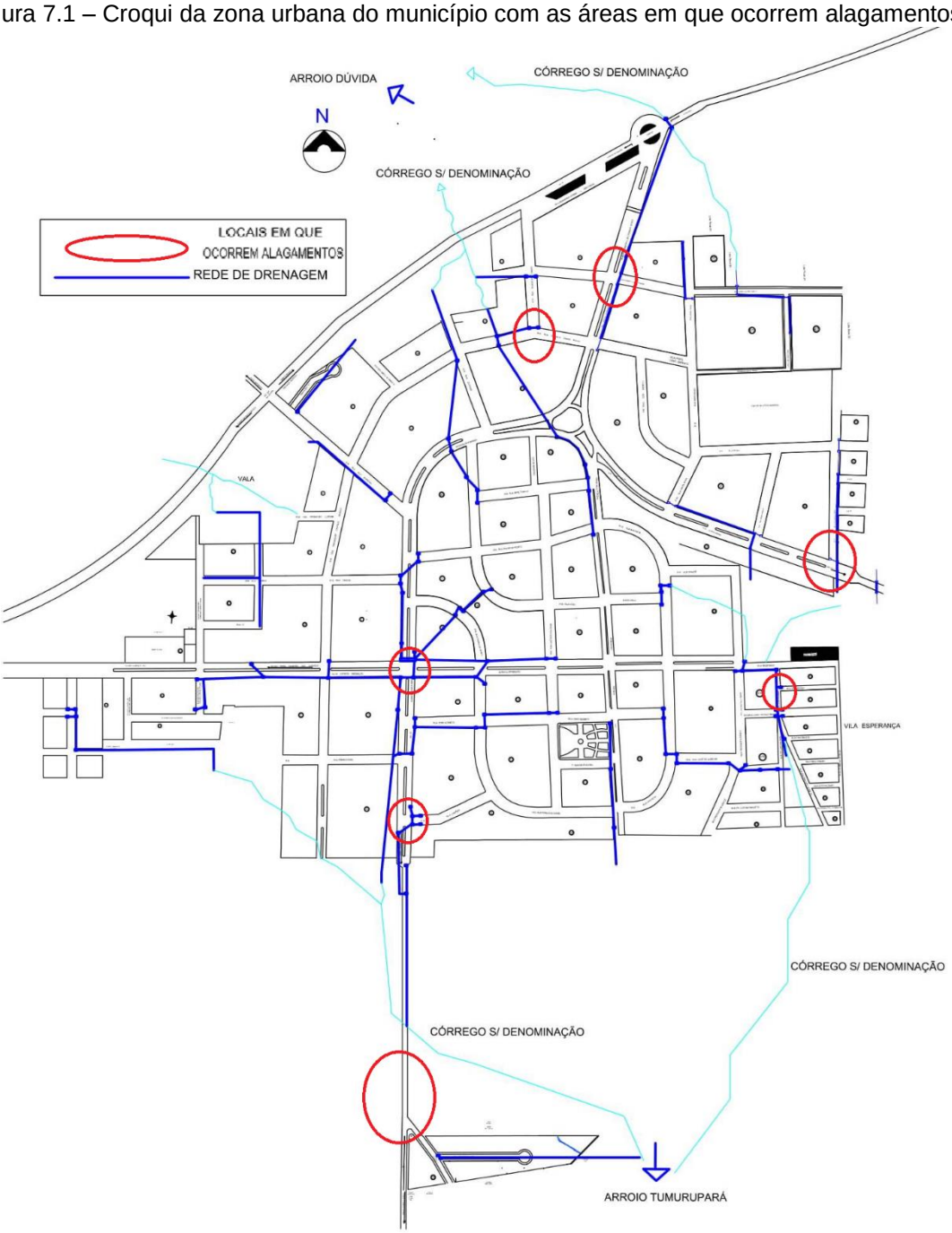
Em casos de precipitação elevada, a infraestrutura da área rural é a mais afetada. A falta de registro de intervenções na zona rural do município, assim como de custos e de croqui do sistema de drenagem da zona rural, dificulta o planejamento do município para tais questões. A drenagem das vias rurais fica por conta de bueiros, canalizações e valos às margens da via, e sua manutenção é feita a partir da demanda dos moradores. Em trechos sem pavimentação, os valos se desmancham com facilidade após chuvas.

Observando as situações de emergência pelas quais o município passou, constata-se que o

sistema de drenagem, de forma geral, se encontra desatualizado, e a falta de indicação de diâmetro de canalizações no croqui de drenagem demanda um estudo da rede atual, para então haver uma renovação do sistema. Principalmente nas estações de primavera e verão, as precipitações na região são intensas e causam muitos danos ao município.

Na Figura 7.1, foram destacados locais em que ocorrem alagamentos.

Figura 7.1 – Croqui da zona urbana do município com as áreas em que ocorrem alagamentos



(Fonte: Prefeitura Municipal)

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 7.1) e o tipo de superfície (Tabela 7.2). A vazão deverá ser estimada por meio da fórmula racional:

$$Q = 2{,}78 * C * I * A \qquad \text{(Equação 10)}$$

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 147 hectares).

Tabela 7.1 - Coeficientes de *runoff* para distintos tipos de áreas.

Descrição da área	**Coeficiente de runoff**
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 m2 ou mais	0,30 a 0,45
Área com prédios de apartamentos	0,50 a 0,70
Área industrial leve	0,50 a 0,80
Área industrial pesada	0,60 a 0,90

Descrição da área	Coeficiente de runoff
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Áreas sem melhoramentos	0,00 a 0,30

Tabela 7.2 - Coeficientes de *runoff* para distintos tipos de superfície.

Característica da superfície	Coeficiente de runoff
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

7.2 CENÁRIO FUTURO

Para se alcançar a melhoria na eficiência operacional dos serviços de drenagem pluvial urbana, sugere-se o seguinte cenário para o município de Cândido Godói.

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

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO	
	CÓDIGO	OBJETIVO
ZONA URBANA		
Entupimento das bocas de lobo	D-1	Manutenção periódica com limpeza e desobstrução das bocas de lobo.
Ligação irregular de esgoto na rede de drenagem	D-2	Fiscalizar e solicitar adequação.
Tubulação pequena	D-3	Verificar situação, substituir por tubulação com diâmetro adequado ou encontrar solução alternativa.
Falta de legislação quanto à área de cada terreno que precisa ficar com permeabilidade	D-4	Atualizar código de obras do Município e/ou legislação pertinente, implementando taxa de ocupação, de aproveitamento e de área de infiltração.
Alagamento em frente ao prédio (antiga loja Becker) e na Vila Esperança	D-5	O problema de alagamento em frente à antiga Loja Becker, na Avenida Pindorama foi solucionado. Elaborar projeto para solucionar o problema de alagamento na Vila Esperança.

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

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO	
	CÓDIGO	OBJETIVO
ZONA URBANA		
Problemas com erosão ou acúmulo de barro nas ruas: João Magalhães, ruas de acesso ao Loteamento Thomas, Rua Maria Erna Dapper (acumula água da chuva e barro na frente da residência), rótula do Clube Tamoio, Morada do sol, na Rua Presidente Castelo Branco, Rua john kennedy, Ao lado da Oficina bucholz, Vila sauer, Rua Presidente Castelo Branco na rua do AL BEBIDAS	D-6	Analisar cada situação para determinar os motivos que causam a erosão e acúmulo de barro nos pontos citados, para poder projetar uma solução para esses problemas e elaborar um cronograma de execução.
ZONA RURAL		
Obstrução de valetas	D-7	Realizar manutenção periódica das valas, com auxílio de retroescavadeira e caminhão caçamba, concomitantemente as ocasiões de manutenção das estradas (patrolamento)
Estradas não planejadas e não conservadas.		
Pontes estragadas.	D-8	Fazer avaliações periódicas das pontes na vias rurais do Município.
Alagamentos em estradas no interior.	D-9	Identificar as causas e locais onde ocorrem estes alagamentos e projetar medidas para corrigir ou amenizar os efeitos do problema.
Lixo em estradas e valas.	D-10	Realizar campanhas de conscientização com a população.
Manejo incorreto do solo causando assoreamento de valas e rios.	D-11	Realizar campanhas de orientação e conscientização relativas ao manejo do solo, por meio da secretaria de agricultura.

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.

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 que1,20 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.	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 de solo saturado deve ser maior que 7,60 mm/h. Bacias de percolação a condutividade hidráulica saturada maior que 2.10^{-5} m/s.

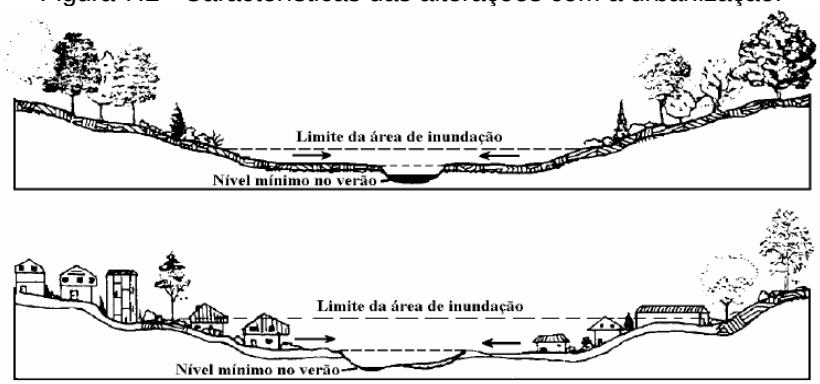
(Fonte: DORNELLES, 2016)

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):

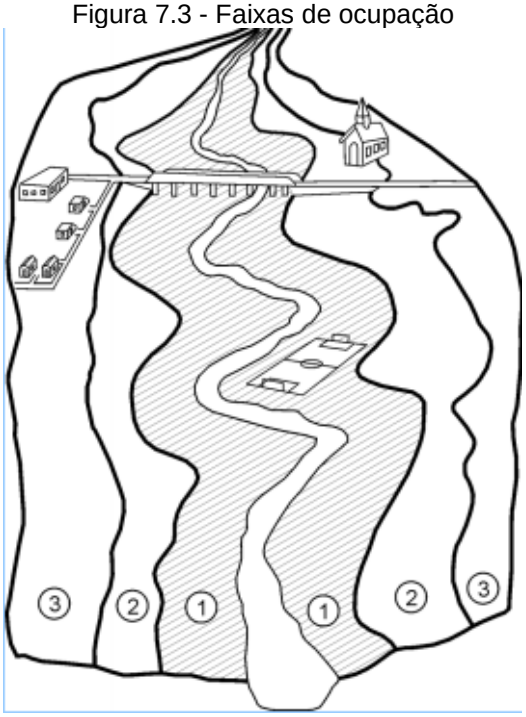
- Reabilitação é o esforço de estabelecer melhorias nas condições urbanas e/ou ambientais.
- Renaturalização é o esforço de reestabelecer condições naturais ao corpo hídrico, não necessariamente aquelas originais do mesmo.
- Revitalização é o esforço de estabelecer melhorias nas condições urbanas e ambientais, 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 inundada, 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

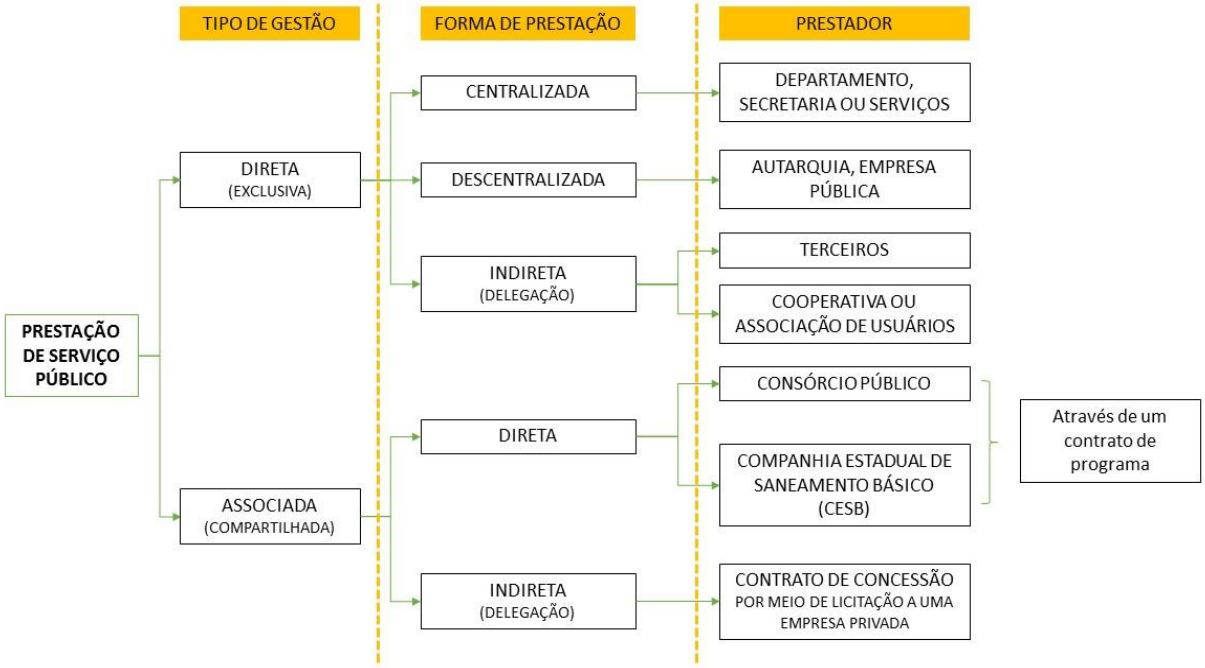
Durante a análise dos resultados do diagnóstico técnico-participativo foi observado que em algumas situações são necessárias mudanças a nível institucional, ou seja, faz-se necessário mudar algumas regras ou normas de organização e de interação de alguns órgãos municipais (secretarias, setores, departamento, etc.) para tornar viável o alcance dos objetivos definidos para o saneamento básico.

Atualmente, o município de Cândido Godói delega a maioria dos serviços relacionados ao saneamento básico na zona urbana. A seguir, é descrito o sistema de atribuição de serviços dos quatro eixos do saneamento básico.

O abastecimento de água na zona urbana é delegado à CORSAN, já na zona rural, o serviço fica por conta das Associações de Água. O esgotamento sanitário da zona urbana é atribuído à CORSAN. Na zona rural, o serviço fica a cargo do município. Os serviços de coleta e de transporte de resíduos sólidos na zona urbana são atribuídos à empresa terceirizada, Marcos Engelhof e cia Ltda. Na zona rural, essas atribuições são feitas à Prefeitura Municipal. A disposição dos resíduos de ambas as zonas se dá na estação da CRVR em Giruá. Para os resíduos provenientes de construção civil e de poda, a coleta é feita pelo município, mas não há local definido para a disposição dos mesmos. As obras relacionadas à drenagem e ao manejo de águas pluviais são encargos do município.

A Figura 8.1 mostra as formas de prestação e contratação de serviços públicos de saneamento básico. As gestões associada pública e indireta estão referenciadas nos objetivos DI-9 e DI-10 do Quadro 8-1 – Objetivos para o Desenvolvimento Institucional.

Figura 8.1 - Forma de prestação e contratação dos serviços públicos de saneamento básico



(Fonte: Adaptado de BRASIL, 2017)

O cenário futuro, recomendado para o município de Cândido Godói, 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 Gestor de Saneamento Básico através de uma lei municipal. Caberia 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 atuaria também na gestão das ações a serem executadas conforme o PMSB de Cândido Godói. O Conselho Gestor de Saneamento Básico deverá ser composto por representantes da sociedade civil organizada, representantes de Secretarias Municipais e Instituições Governamentais (como exemplo a Secretaria do Desenvolvimento Rural e Cooperativismo – SDR –, a Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER – e a CORSAN). No Quadro 8-1, estão relacionados os objetivos e os cenários relativos ao Desenvolvimento Institucional

Quadro 8-1 – Objetivos para o Desenvolvimento Institucional

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO	
	ÍTEM	OBJETIVO
Inexistência de um conselho consultivo e deliberativo para serviços de saneamento básico	DI-1	Reestruturar e reorganizar o Conselho Municipal do Meio Ambiente para que atue também como Conselho Gestor de Saneamento Básico, no prazo de um ano
Falta de informações sistematizadas nos eixos do Saneamento Básico	DI-2	Implementação do Sistema de Informações Municipais do Saneamento – SIMS (incluindo dados referentes às SAC's)
Ausência de registro de SAC's		
Ausência de planejamento urbanístico (Plano diretor, legislação sobre taxa de ocupação, planejamento de passeios e áreas públicas)	DI-3	Elaboração de planejamento urbanístico, no prazo de 5 anos
Ausência de lei a respeito do serviço de manejo de resíduos sólidos	DI-4	Criar legislação municipal que verse sobre manejo de resíduos sólidos, no prazo de 3 anos
Ausência de lei a respeito do serviço de manejo de águas pluviais	DI-5	Criar legislação municipal que verse sobre serviços de manejo de águas pluviais, no prazo de 3 anos
Ausência de agência reguladora e fiscalizadora dos serviços de saneamento básico	DI-6	Atribuição dos serviços de regulação e fiscalização dos serviços de saneamento básico à Secretaria de Planejamento
Está em elaboração o Planejamento Estratégico do município, que irá incluir as demandas do Saneamento Básico	DI-7	Finalizar a elaboração do Planejamento Estratégico do município, envolvendo a comunidade local, para posteriormente implantar as ações previstas.
Ausência de normas de organização e de interação de órgãos municipais	DI-8	Criar normas de organização e de interação de órgãos municipais, através do Conselho Gestor de Saneamento Básico, para melhorar a prestação de serviços relacionados ao Saneamento Básico, no prazo de 3 anos.
Carência de empresas parceiras para a destinação dos resíduos de demolição e construção civil, capina e varrição e de podas.	DI-9	Estimular a criação de empresas e/ou buscar a contratação de empresas que atuem na destinação dos resíduos de demolição e construção civil, capina e varrição e de podas. Atender essas demandas através de **gestão indireta***, no prazo de 5 anos.
Atuação ineficiente da CORSAN em relação ao serviço de esgotamento sanitário.	DI-10	Intensificar o acompanhamento e fiscalização das ações propostas no contrato com a CORSAN em relação ao esgotamento sanitário, viabilizando o atendimento das demandas nesta área através de **gestão associada pública***, no prazo de 3 anos

*Conforme apresentado no organograma da Figura 8.1.

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 contingencia 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 por ele.

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	Secas prolongadas Abastecimento prejudicado pela falta de energia elétrica em vendavais	Estimular a economia de água Agilizar a restauração da energia elétrica disponibilizando a Secretaria de Obras para auxiliar
Esgotamento Sanitário	- Enxurradas ou inundações bruscas com alagamentos de ruas; - Lançamento de águas servidas na superfície do terreno, permitindo a infiltração contínua da mesma, facilitando o atingimento de níveis de saturação, que facilitam as rupturas de cortes e aterros; - Locais com grande concentração de esgoto e proliferação de insetos.	- Comunicação à população; - Estabelecimento de protocolo para ações de manutenções emergenciais; - Vacinação da população atingida; - Implantação de uma rede de esgotos, separada da rede de drenagem de águas pluviais, para permitir a coleta e a condução das águas servidas; - Limpeza e retirada de esgoto através de equipamentos específicos e combate aos vetores.
Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos	Impossibilidade de recolhimento do lixo por mais de uma semana	Pedir à comunidade para armazenar o lixo provisoriamente até a coleta
Drenagem e manejo de águas pluviais	Precipitações pluviométricas de grande intensidade	Alertar a população e sinalizar os locais propensos a alagamentos

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 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 Federal 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**. Brasília, 2002 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**. Téchne. 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>

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.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. CONSELHO DAS CIDADES. **Resolução Recomendada N° 75, de 02 de julho de 2009** - Estabelece orientações relativas à Política de Saneamento Básico e ao conteúdo mínimo dos Planos de Saneamento Básico. Brasília, 2009.

_____ NBR **9.649/1986**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1997.

OLIVEIRA, S. V. W. B. de; OLIVEIRA, M. M. B. de; LEONETI, A. B. **Software de apoio à tomada de decisão para escolha de Estação de Tratamento de Esgoto (ETEx).** Disponível em: <http://www.etex.eng.br/>. Acesso em: 2019

ORIENTAÇÃO TÉCNICA – SERVIÇOS DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES: PROJETO, CONTRATAÇÃO E FISCALIZAÇÃO. PROJETO, CONTRATAÇÃO E FISCALIZAÇÃO. 2. ed. Porto Alegre: Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul, 2019. Disponível em: <http://www1.tce.rs.gov.br/portal/page/portal/tcers/publicacoes/orientacoes_gestores/EDIT%2

002%20-%20OT-Coleta%20de%20Residuos%20S%F3lidos%20-%20Projeto%20CONTRATA%C7%C3O%20E%20FISCALIZA%C7%C3O%20-%202%20EDI%C7%C3O.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2019.

ANEXO A – PLANILHA DE CUSTOS DE COLETA E TRANSPORTE DE RSD

1. Coleta de Resíduos Sólidos		
Planilha de Composição de Custos		
Orçamento Sintético		
Descrição do Item	**Custo (R$/mês)**	**%**
1. Mão-de-obra	**R$ 9.039,55**	**51,15%**
1.1. Coletor Turno Dia	R$ 5.478,35	31,00%
1.3. Motorista Turno do Dia	R$ 3.041,19	17,21%
1.5. Vale Transporte	R$ 126,50	0,72%
1.7. Auxílio Alimentação (mensal)	R$ 393,51	2,23%
2. Uniformes e Equipamentos de Proteção Individual	**R$ 268,53**	**1,52%**
3. Veículos e Equipamentos	**R$ 4.130,28**	**23,37%**
3.1. Veículo Coletor Compactador 15 m³	R$ 4.130,28	23,37%
3.1.1. Depreciação	R$ 606,02	3,43%
3.1.2. Remuneração do Capital	R$ 1.481,35	8,38%
3.1.3. Impostos e Seguros	R$ 174,20	0,99%
3.1.4. Consumos	R$ 1.119,86	6,34%
3.1.5. Manutenção	R$ 592,00	3,35%
3.1.6. Pneus	R$ 156,85	0,89%
6. Benefícios e Despesas Indiretas - BDI	**R$ 4.233,08**	**23,95%**
PREÇO TOTAL MENSAL COM A COLETA	**R$ 17.671,45**	**100%**
Quantitativos		
Mão-de-obra	**Quantidade**	
1.1. Coletor Turno Dia	2	
1.3. Motorista Turno do Dia	1	
Total de mão-de-obra (postos de trabalho)	**3**	
Veículos e Equipamentos	**Quantidade**	
3.1. Veículo Coletor Compactador 15 m³	1	

				Fator de utilização (FU)	**100%**
1. Mão-de-obra					
1.1. Coletor Turno Dia					
Discriminação	**Unidade**	**Quantidade**	**Custo unitário**	**Subtotal**	**Total (R$)**
Piso da categoria	mês	1	1.115,99	1.115,99	
Adicional de Insalubridade	%	40	1.115,99	446,40	
Soma				**1.562,39**	
Encargos Sociais	%	75,32	1.562,39	1.176,79	
Total por Coletor				**2.739,18**	
Total do Efetivo	homem	2	2.739,18	5.478,35	
			Fator de utilização	1,00	**5.478,35**
1.3. Motorista Turno do Dia					
Discriminação	**Unidade**	**Quantidade**	**Custo unitário**	**Subtotal**	**Total (R$)**
Piso da categoria (1)	mês	1	1.734,65	1.734,65	
Salário mínimo nacional (2)	mês	1			
Soma				**1.734,65**	
Encargos Sociais	%	75,32	1.734,65	1.306,54	
Total por Motorista				**3.041,19**	
Total do Efetivo	homem	1	3.041,19	3.041,19	
			Fator de utilização	1,00	**3.041,19**
1.5. Vale Transporte					
Discriminação	**Unidade**	**Quantidade**	**Custo unitário**	**Subtotal**	**Total (R$)**
Vale Transporte	R$	1	4,05		
Dias Trabalhados por mês	dia	15			
Coletor	vale	60	1,82	109,08	
Motorista	vale	30	0,58	17,42	
					126,50
1.7. Auxílio Alimentação (mensal)					
Discriminação	**Unidade**	**Quantidade**	**Custo unitário**	**Subtotal**	**Total (R$)**
Coletor	unidade	2	131,17	262,34	
Motorista	unidade	1	131,17	131,17	
			Fator de utilização	1,00	**393,51**

Custo Mensal com Mão-de-obra (R$/mês)					**9.039,55**
2. Uniformes e Equipamentos de Proteção Individual					
2.1. Uniformes e EPIs para Coletor					
Discriminação	**Unidade**	**Durabilidade (meses)**	**Custo unitário**	**Subtotal**	**Total (R$)**
Jaqueta com reflexivo (NBR 15.292)	unidade	6	195,00	32,50	
Calça	unidade	3	43,70	14,57	
Camiseta	unidade	1	38,00	38,00	
Boné	unidade	3	10,80	3,60	
Botina de segurança c/ palmilha aço	par	2	51,00	25,50	
Meia de algodão com cano alto	par	6	17,80	2,97	
Capa de chuva amarela com reflexivo	unidade	6	4,50	0,75	
Colete reflexivo	unidade	6	14,60	2,43	
Luva de proteção	par	1	7,50	7,50	
Protetor solar FPS 30	frasco 120g	2	9,90	4,95	
Higienização de uniformes e EPIs	R$ mensal	1	1,50	1,50	
Total do Efetivo	homem	2	134,27	268,53	
			Fator de utilização	1,00	**268,53**
Custo Mensal com Uniformes e EPIs (R$/mês)					**268,53**
3. Veículos e Equipamentos					
3.1. Veículo Coletor Compactador 15 m³					
3.1.1. Depreciação					
Discriminação	**Unidade**	**Quantidade**	**Custo unitário**	**Subtotal**	**Total (R$)**
Custo de aquisição do chassis	unidade	1	198.000,00	198.000,00	
Vida útil do chassis	anos	5			
Idade do veículo	anos	0			
Depreciação do chassis	%	6,28	198.000,00	12.434,40	
Depreciação mensal veículos coletores	**mês**	**60**	**12.434,40**	**207,24**	
Custo de aquisição do compactador	unidade	1	76.200,00	76.200,00	
Vida útil do compactador	anos	5			
Idade do compactador	anos	0			
Depreciação do compactador	%	6,28	76.200,00	4.785,36	
Depreciação mensal do compactador	**mês**	**12**	**4.785,36**	**398,78**	

Total por veículo				**606,02**	
Total da frota	**unidade**	1	**606,02**	**606,02**	
			Fator de utilização	1,00	**606,02**
3.1.2. Remuneração do Capital					
Discriminação	**Unidade**	**Quantidade**	**Custo unitário**	**Subtotal**	**Total (R$)**
Custo do chassis	unidade	1	198.000,00	198.000,00	
Taxa de juros anual nominal	%	6,65			
Valor do veículo proposto (V0)	R$	198.000,00			
Investimento médio total do chassis	R$	193.026,24			
Remuneração mensal de capital do chassis	**R$**		**1.069,69**	**1.069,69**	
Custo do compactador	unidade	1	76.200,00	76.200,00	
Taxa de juros anual nominal	%	6,65			
Valor do compactador proposto (V0)	R$	76.200,00			
Investimento médio total do compactador	R$	74.285,86			
Remuneração mensal de capital do compactador	**R$**		**411,67**	**411,67**	
Total por veículo				**1.481,35**	
Total da frota	**unidade**	1	**1.481,35**	**1.481,35**	
			Fator de utilização	1,00	**1.481,35**
3.1.3. Impostos e Seguros					
Discriminação	**Unidade**	**Quantidade**	**Custo unitário**	**Subtotal**	**Total (R$)**
IPVA	unidade	1,00	1.980,00	1.980,00	
Licenciamento e Seguro obrigatório	unidade	1,00	110,38	110,38	
Seguro contra terceiros	unidade	1,00		-	
Impostos e seguros mensais	**mês**	**12**	**2.090,38**	**174,20**	
			Fator de utilização	1,00	**174,20**
3.1.4. Consumos					
Quilometragem mensal	414				
Discriminação	**Unidade**	**Consumo**	**Custo unitário**	**Subtotal**	**Total (R$)**
Custo de óleo diesel / km rodado	km/l	2,50	3,240		
Custo mensal com óleo diesel	km	800	1,296	1.036,80	
Custo de óleo do motor /1.000 km rodados	l/1.000 km	6,00	7,78		
Custo mensal com óleo do motor	km	800	0,047	37,34	
Custo de óleo da transmissão /1.000 km	l/1.000 km	0,85	9,71		

Custo mensal com óleo da transmissão	km	800	0,008	6,60	
Custo de óleo hidráulico / 1.000 km	l/1.000 km	5,00	6,69		
Custo mensal com óleo hidráulico	km	800	0,033	26,76	
Custo de graxa /1.000 km rodados	kg/1.000 km	2,00	7,72		
Custo mensal com graxa	km	800	0,015	12,35	
Custo com consumos/km rodado	**R$/km rodado**		**1,400**		
					1.119,86
3.1.5. Manutenção					
Discriminação	**Unidade**	**Quantidade**	**Custo unitário**	**Subtotal**	**Total (R$)**
Custo de manutenção dos caminhões	R$/km rodado	800	0,74	592,00	
					592,00
3.1.6. Pneus					
Discriminação	**Unidade**	**Quantidade**	**Custo unitário**	**Subtotal**	**Total (R$)**
Custo do jogo de pneus 275/80 R 22,5	unidade	6	1.300,00	7.800,00	
Número de recapagens por pneu	unidade	6			
Custo de recapagem	unidade	36,00	520,00	18.720,00	
Custo jg. compl. + X recap./ km rodado	km/jogo	70.000	26.520,00	0,38	
Custo mensal com pneus	km	414	0,38	156,85	
					156,85
Custo Mensal com Veículos e Equipamentos (R$/mês)					**4.130,28**
CUSTO TOTAL MENSAL COM DESPESAS OPERACIONAIS (R$/mês)					**13.438,36**
6. Benefícios e Despesas Indiretas - BDI					
Discriminação	**Unidade**	**Quantidade**	**Custo unitário**	**Subtotal**	**Total (R$)**
Benefícios e despesas indiretas	%	31,50	13.438,36	4.233,08	
					4.233,08
CUSTO MENSAL COM BDI (R$/mês)					**4.233,08**
PREÇO MENSAL TOTAL (R$/mês)					**13.438,36**
Quantidade média de resíduos coletados por mês:			49,00	toneladas	
PREÇO POR TONELADA COLETADA: [A/B]				**R$/tonelada**	**274,25**

ANEXO B – PARECER DE APROVAÇÃO DO PRODUTO D PELO COMITÊ DE COORDENAÇÃO

Estado do Rio Grande do Sul
Prefeitura Municipal de Cândido Godói

Cândido Godói , 07 de agosto de 2019.

O Comitê de Coordenação, nomeado pela Portaria nº 335/2018, de 23 de agosto de 2018 declara que as informações apresentadas no Produto D – Prospectiva e Planejamento Estratégico são compatíveis ao município de Cândido Godói 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 da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS e ao Núcleo Intersetorial de Cooperação Técnica – NICT/FUNASA, para análise e aprovação nos termos do TED nº 02/2015.

Nome	Instituição/Secretaria	Atribuição	Assinatura
SéliaHeck	Representanteda Secretaria Municipal de Planejamento	Membro	
Dario Ferst	Representante da Secretaria de Obras e Viação	Membro	
Geni Maria Seibel	Representante da Secretaria Municipal de Administração	Membro	
Janete Nunes	Representante da Secretaria Municipal de Saúde	Membro	
Osmar Mallmann	Representante da Secretaria Municipalde Educação	Membro	
Jeferson Persch	Representante da Secretaria da Agricultura, Expansão Econômica e Meio Ambiente	Coordenador	
Abel Hartmann	Representante da Câmara Municipal de	Membro	

	Vereadores		
ErnoHartmann	Representante das Associações Hídricas	Membro	
Elton LuisNaumann	Representante da Emater	Membro	
Teresinha JuverLauxen	Representante do Conselho Municipal de Saúde	Membro	Terezinha Lauxen
João Olavo Ciotti	Representante do Conselho Municipal de Meio Ambiente	Secretário	
Iracema Maria Frolich	Representante do Conselho Municipal de Educação	Coordenador Substituto	
Max Goetze Filho	Representante do Sindicato/ Associação dos Trabalhadores Rurais	Membro	
Teresinha Szynwelski	Representante da Associação de Bairros	Membro	Teresinha Szynwelski
AntonioSauthier	Representante das Igrejas	Membro	
Joseane Spies	Representante da ACI	Secretária Substituta	
	Representante do NICT/Funasa		

Cândido Godói, 07 de agosto de 2019

ANEXO C – PARECER DE APROVAÇÃO DO PRODUTO D PELA UFRGS

Parecer Técnico de Aprovação do Produto D pela Equipe UFRGS/SASB

TED N° 02/2015

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em atendimento ao estabelecido na minuta do TED 02/2015, tem como responsabilidade o apoio técnico, avaliação e emissão de parecer de aprovação dos produtos elaborados e aprovados pelos comitês, executivo e de coordenação, de cada um dos municípios participantes do TED 02/2015.

O produto encaminhado pelo município de Cândido Godói foi avaliado de acordo com a publicação "Política e Plano Municipal de Saneamento Básico – Convênio Funasa/Assemae", com o Termo de Referência da Funasa, com a lei nº 11.445/07, e, conforme avaliação da equipe, o documento com aprovação foi:

Produto D – Prospectiva e Planejamento Estratégico

Sem mais, a equipe SASB declara aprovado o Produto D elaborado pelo município de Cândido Godói, e encaminha ao Núcleo Intersetorial de Cooperação Técnica – NICT/FUNASA, para análise a aprovação nos termos do TED n° 02/2015.

Nome	Cargo	Assinatura
Dieter Wartchow	Professor (Coordenador)	
Alice Borges Maestri	Engenheira Civil	
Ian Rocha de Almeida	Engenheiro Sanitarista Ambiental	
Joana Pasqualini	Engenheira Ambiental	
Lígia Conceição Tavares	Engenheira Sanitarista Ambiental	
Monique Tatsch Baptista	Engenheira Ambiental	
Renata Barão Rossoni	Engenheira Ambiental	

É o parecer.

Porto Alegre, 11 de setembro de 2019

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Sistema de Apoio ao Saneamento Básico – SASB
Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 44302 – IPH, sala 204
Porto Alegre - RS, Cep: 91501-970
Telefone: (51) 33087512
E-mail: sasb@iph.ufrgs.br
www.ufrgs.br/planomsb