



## **5 PROGNÓSTICOS E ALTERNATIVAS PARA A UNIVERSALIZAÇÃO, CONDICIONANTES, DIRETRIZES, OBJETIVOS E METAS**

O presente Prognóstico tem por objetivo identificar, dimensionar, analisar e prever a implementação de alternativas de intervenção, visando o atendimento das demandas e prioridades da sociedade.

Esta etapa envolve a formulação de estratégias para alcançar os objetivos, diretrizes e metas definidas para o PMSB, incluindo a organização ou adequação das estruturas municipais para o planejamento, a prestação de serviço, a regulação, a fiscalização e o controle social, ou ainda, a assistência técnica e, quando for o caso, a promoção da gestão associada, via convênio de cooperação ou consórcio intermunicipal, para o desempenho de uma ou mais destas funções.

É indiscutível a importância da fase de Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico, no entanto, será na fase de Prognósticos e Alternativas para a Universalização, Condicionantes, Diretrizes, Objetivos e Metas onde serão efetivamente elaboradas as estratégias de atuação para melhoria das condições dos serviços saneamento para o município. A perspectiva estratégica requer um conjunto de técnicas sobre a resolução de problemas perante a complexidade, a incerteza, os riscos e os conflitos, devidamente caracterizados.

Os cenários da evolução dos sistemas de saneamento para o PMSB do município serão construídos para um horizonte de tempo de 20 anos. Com base nestes elementos e considerando outras condicionantes como ameaças e oportunidades, os cenários serão construídos configurando as seguintes situações: a tendência, a situação possível e a situação desejável.

A partir dos cenários admissíveis, serão propostos os objetivos gerais e específicos, a partir dos quais serão estabelecidos os planos de metas de emergência e contingência, de curto, médio e longo prazos para alcançá-los. As



diretrizes, alternativas, objetivos e metas, programas e ações do PMSB contemplarão definições com o detalhamento adequado e suficiente para que seja possível formular os projetos técnicos e operacionais para a sua implementação.

Essas alternativas deverão ser discutidas e pactuadas a partir das reuniões de mobilização nas comunidades, levando em consideração critérios definidos, previamente, tais como:

- Atendimento ao objetivo principal;
- Custos de implantação;
- Impacto da medida quanto aos aspectos de salubridade ambiental;
- Além do grau de aceitação pela população.

A análise custo-efetividade é utilizada quando não é possível ou desejável considerar o valor monetário dos benefícios provenientes das alternativas em análise, comparando os custos de alternativas capazes de alcançar os mesmos benefícios ou um dado objetivo. A análise custo-benefício fornece uma orientação à tomada de decisão quando se dispõe de várias alternativas diferentes, sob o critério de maior eficiência econômica entre os custos e benefícios estimados.

## 5.1 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

### 5.1.1 Estimativa das Demandas do SAA

O prognóstico visa determinar os objetivos e metas para atendimento ao plano dentro do horizonte estabelecido, no caso, 20 anos. Além disso, visa a expectativa de universalização de 100% dos serviços de abastecimento de água nas áreas urbanas do município até o final dos 20 anos.

No município de Fundão existem 3 unidades principais: Sede, Timbuí e parte do distrito de Praia Grande. Os SAA da Sede e Timbuí são abastecidos por dois



mananciais pertencentes à mesma bacia hidrográfica, a Bacia do Reis Magos. As captações são nos Rios Fundão para a Sede e Ribeirão Braço do Norte para o distrito de Timbuí. Apenas uma parte do distrito de Praia Grande é abastecida por água tratada vinda do Sistema de Serra da CESAN e a outra parte é abastecida por poços artesianos.

Ao analisar o diagnóstico do município apresentado, foram identificadas demandas existentes na área de abastecimento de água, dentre elas:

- Instalações precárias de alguns componentes dos sistemas de abastecimento,
- Parte da população descoberta pelos sistemas de abastecimento,
- Captação na sede realizada na proximidade de residências,
- Regiões sem abastecimento por problemas na rede,
- ETA sede com operação próxima da capacidade máxima,
- Ausência de informações sobre os sistemas.

#### 5.1.1.1 Construção de cenários e evolução – Prospectiva de Planejamento Estratégico – PPE

##### Parâmetros de Projeção das Demandas

Considerando que o planejamento das ações deverá acontecer para um horizonte de 20 anos, as demandas e respectivas ações necessárias para atendimento às metas propostas estão estratificadas em horizontes parciais de tempo:

- Imediatos ou emergenciais – até 3 anos;
- Curto prazo – entre 4 a 8 anos;
- Médio prazo – entre 9 a 12 anos;
- Longo prazo – entre 13 a 20 anos.

Para estimar as demandas de água foram adotados os seguintes parâmetros e critérios:



- Consumo médio per capita ( $q_{pc}$ ) do município é de 161 L/hab.dia (áreas urbanas) com exceção do distrito de Timbuí que é de 181 L/Hab.dia.
- Coeficiente de máxima vazão diária ( $K_1$ ): 1,2;
- Coeficiente de máxima vazão horária ( $K_2$ ): 1,5.
- Cálculo da demanda restrito à demanda doméstica devido à falta de informações sobre grandes consumidores no município.

### Projeções Futuras das Demandas por Abastecimento de Água

A demanda pelo serviço, em termos de vazão necessária para atendimento, foi estimada considerando uma projeção populacional com base nos dados censitários do IBGE dos anos de 2000 e 2010. Para a estimativa da vazão de água no horizonte de 20 anos foram realizados cálculos das vazões considerando apenas o cenário de taxa média de crescimento populacional e demanda para 24 h/dia, no período de 20 anos, conforme as formulações abaixo.

$$\text{Vazão média: } Q_{méd} = \frac{P \times q}{86400}, \text{ em L/s;}$$

$$\text{Vazão máxima diária: } Q_{máx} = Q_{méd} \times K_1, \text{ em L/s;}$$

$$\text{Vazão máxima horária: } Q_{máxh} = Q_{méd} \times K_1 \times K_2, \text{ em L/s.}$$

Onde:

P= População de projeto segundo o cenário de crescimento média (hab);

q= Consumo per capta (L/hab.dia);

$K_1$ = Coeficiente do dia de maior consumo: 1,2;

$K_2$ = Coeficiente da hora de maior consumo: 1,5;

Perdas na produção (ETA): 5%.



### Estimativa de demanda – Urbana

A projeção de demanda de vazão para a área urbana foi realizada utilizando-se o consumo per capita de 161,00 L/hab/dia (181,00 L/hab/dia para o distrito de Timbuí) e o índice de perdas total no sistema de 24% para área urbana e 25% para área rural. Os resultados da projeção de demanda urbana dos distritos Sede, Praia Grande e Timbuí são apresentados na Tabela 5-1 considerando-se a universalização dos serviços no início do médio prazo.

Tabela 5-1 - Estimativa de demanda urbana.

Ano	Estimativa de Demanda Urbana					
	Sede		Praia Grande		Timbuí	
	P <sub>urb</sub> (hab.)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	P <sub>urb</sub> (hab.)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	P <sub>urb</sub> (hab.)	Q <sub>méd</sub> (L/s)
0	8634	13,8	5139	8,2	2732	4,9
1	8806	14,3	5241	8,5	2786	5,1
2	8980	14,7	5345	8,8	2841	5,2
3	9159	15,2	5451	9,0	2898	5,4
4	9330	15,8	5553	9,4	2952	5,6
5	9504	16,5	5657	9,8	3006	5,9
6	9682	17,0	5763	10,1	3063	6,0
7	9862	17,6	5870	10,5	3120	6,3
8	10046	18,2	5980	10,8	3178	6,5
9	10231	18,9	6089	11,2	3237	6,7
10	10420	19,4	6202	11,6	3297	6,9
11	10612	19,8	6317	11,8	3357	7,0
12	10808	20,1	6433	12,0	3420	7,2
13	11007	20,5	6552	12,2	3482	7,3
14	11230	20,9	6684	12,5	3553	7,4
15	11.456	21,3	6.819	12,7	3.624	7,6
16	11.688	21,8	6.956	13,0	3.698	7,7
17	11924	22,2	7097	13,2	3772	7,9
18	12164	22,7	7240	13,5	3849	8,1
19	12419	23,1	7391	13,8	3929	8,2
20	12651	23,6	7530	14,0	4003	8,4

Fonte: Autoria própria.

### Estimativa de demanda – Rural

A projeção de demanda de vazão para a área rural foi realizada utilizando consumo per capita de 161 L/hab.dia (181 L/hab.dia para Timbuí) e o índice de



perdas total de 25%. Os resultados da projeção das demandas rurais para os distritos Sede, Irundi, Praia Grande e Timbuí são apresentadas na Tabela 5-2.

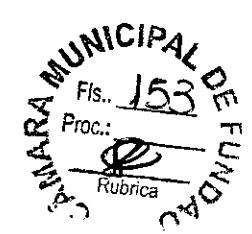
Tabela 5-2 - Estimativa de demanda rural

Ano	Estimativa de Demanda Rural							
	Sede		Irundi		Praia Grande		Timbuí	
	P <sub>urb</sub> (hab.)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	P <sub>urb</sub> (hab.)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	P <sub>urb</sub> (hab.)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	P <sub>urb</sub> (hab.)
0	1.891	0,3	599	0,1	304	0,05	421	0,07
1	1.928	0,3	611	0,1	310	0,05	429	0,07
2	1.967	0,5	624	0,2	316	0,08	438	0,12
3	2006	0,7	636	0,2	322	0,11	447	0,17
4	2043	0,9	647	0,3	328	0,14	455	0,22
5	2081	1,0	659	0,3	334	0,17	464	0,26
6	2120	1,3	671	0,4	340	0,20	472	0,32
7	2160	1,5	684	0,5	347	0,24	481	0,37
8	2200	1,7	697	0,5	353	0,28	490	0,43
9	2241	2,0	710	0,6	360	0,32	499	0,49
10	2282	2,2	723	0,7	366	0,35	508	0,55
11	2324	2,4	736	0,8	373	0,39	518	0,61
12	2367	2,7	750	0,9	380	0,43	527	0,67
13	2411	3,0	764	0,9	387	0,48	537	0,74
14	2459	3,3	779	1,0	395	0,52	548	0,82
15	2509	3,6	795	1,1	403	0,57	559	0,89
16	2559	3,9	811	1,2	411	0,62	570	0,97
17	2611	4,1	828	1,3	419	0,66	582	1,04
18	2664	4,5	844	1,4	428	0,72	593	1,12
19	2719	4,8	862	1,5	437	0,77	606	1,21
20	2771	5,2	878	1,6	445	0,83	617	1,29

Fonte: Autoria própria.

### 5.1.1.2 Disponibilidade Hídrica dos Mananciais

O IEMA tem realizado estudos de modelagem dos cursos de água de todas as bacias do Espírito Santo, com exceção das Bacias do Itapemirim e Itabapoana. Como o município de Fundão pertence à bacia do Itapemirim não foi possível obter informações a respeito das vazões de referência Q90. Ressalta-se que foi apurado no Diagnóstico apenas a outorga para funcionamento da ETA da Sede de Fundão cujo projeto foi para atendimento a uma vazão de 34 L/s.



Tanto a ANA, quanto o IEMA, não dispõem de informações acerca da disponibilidade hídrica futura do município de Fundão.

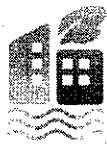
O domínio das águas do município de Fundão é do Estado. Segundo o Comitê de Bacias hidrográficas, o Rio Fundão é pertencente à região hidrográfica do Litoral Centro Norte, que é formada Bacias dos Rios Riacho, Reis Magos, Piraquêaçú e Jacaraípe (Agência Estadual de Recursos hídricos, 2015).

O município de Fundão está inserido na Bacia do Reis Magos. A bacia do Reis Magos apresenta boa distribuição de chuvas ao longo do ano, mesmo com o índice de desmatamento observado na bacia, e seus conhecidos problemas de assoreamentos dos caudais líquidos. Os índices de precipitação, totais médios anuais, variam de 1870 mm na região do município de Santa Leopoldina, até 1300 mm nas proximidades do litoral e na região oeste da Bacia (Agência Estadual de Recursos hídricos, 2015).

A região hidrográfica do Rio Reis Magos é formada pela bacia hidrográfica do Rio Fundão/Reis Magos e pela bacia do Rio Jacaraípe. Sua área de drenagem é de aproximadamente 916 km<sup>2</sup>. O Rio Fundão/Reis Magos tem como formadores os seguintes cursos de água: Córrego Fundão, Córrego Goiapaba Açú, Córrego Piabas, Rio Itapira. No baixo curso, quando o Rio Reis Magos atinge a planície balneária, há uma dispersão dos cursos de água e estes não possuem direcionamento fixo. Por sua vez o Rio Jacaraípe é formado pelas Lagoas Juara e Jaconé (Agencia Estadual de Recursos hídricos, 2015). Para a formação do Rio Fundão/Reis Magos, os principais tributários do rio são:

- Afluentes da margem esquerda: Córrego Alto da Penha e Córrego Itaquandiba;
- Afluentes da margem direita: Rio Timbuí. Formadores da lagoa Juara: Córrego Doutor Robson e Córrego São Domingos.

Os conflitos nesta região são recorrentes e envolvem a utilização da água para o abastecimento humano, envolvendo as companhias de saneamento, produtores rurais, agroindústrias e, principalmente, as indústrias de ferro-gusa.



O município de Fundão está totalmente na bacia hidrográfica. Os municípios que estão parcialmente incluídos na bacia são: Ibiraju, Santa Teresa, Serra, Santa Leopoldina e Aracruz. Esta região hidrográfica envolve as bacias dos rios Riacho, Reis Magos, Jacaraípe e Piraquê-açu.

## 5.1.2 Alternativas para o Atendimento das Demandas do SAA

### 5.1.2.1 Distrito Sede – Demanda Urbana

Sendo o índice de atendimento urbano de 86%, traçou-se uma hipótese de que essa variável se elevará até atingir 100% da população atendida no Ano 10 seguindo evolução apresentada na Tabela 5-3.

Tabela 5-3 - Cenário para evolução do índice de atendimento.

Prazo Ano	Imediato		Curto Prazo		Médio Prazo		Longo Prazo	
	Ano 1	Ano 3	Ano 4	Ano 8	Ano 9	Ano 12	Ano 13	Ano 20
Atendimento (%)	86	89	91	97	99	100	100	100

Fonte: Autoria própria.

O município de Fundão apresenta um índice per capita de 161 L/hab.dia (Para Timbuí 181 L/hab.dia). Desta forma, será considerado uma redução máxima de 20% no consumo per capita, atingindo um valor mínimo estabelecido de 150 litros diários de água, a ser atendido a longo prazo (Ano 20) conforme Tabela 5-4 relativa à demanda urbana do distrito Sede.

Tabela 5-4 - Cenário para evolução consumo per capita.

Ano	Imediato		Curto Prazo		Médio Prazo		Longo Prazo	
	Ano 1	Ano 3	Ano 4	Ano 8	Ano 9	Ano 12	Ano 13	Ano 20
Consumo (L/hab.dia)	161	160	159	157	156	155	154	150

Fonte: Autoria própria.

O índice de perda na distribuição do município em 2014 foi de 24%, o qual deverá ser mantido ao longo da projeção dos anos.





### 5.1.2.2 Demais distritos - Demanda urbana

Aplicam-se para as áreas urbanas de todos os distritos os valores previstos nas Tabelas 5-3 e 5-4 ou seja, alcance da universalização dos serviços de abastecimento de água a partir do Ano 10, redução do consumo per capita para 150 litros/habitante/dia até o Ano 20 e manutenção do índice de perdas em 24,0%. Ressalta-se que para o distrito de Timbuí o consumo inicial de 181 L/hab.dia deverá também ser reduzido para 150 L/hab.dia até o final de plano (Ano 20).

### 5.1.2.3 Todos os distritos - Demanda rural

Para as áreas rurais dos distritos admitiu-se um atendimento no Ano 1 de 8% com uma estratégia de evolução no atendimento para universalização no Ano 20, conforme ilustra a Tabela 5-5.

Tabela 5-5 - Cenário para evolução do índice de atendimento nas áreas rurais dos distritos.

Prazo Ano	Imediato		Curto Prazo		Médio Prazo		Longo Prazo	
	Ano 1	Ano 3	Ano 4	Ano 8	Ano 9	Ano 12	Ano 13	Ano 20
Atendimento (%)	8	18	23	42	47	61	66	100

Fonte: Autoria própria.

Quanto à evolução do consumo per capita adotou-se os mesmos valores constantes na Tabela 5-4.

Já para o índice de perdas, como ainda deverão ser implantados todos os sistemas admitiu-se um índice de perdas de 25%.

### 5.1.2.4 Objetivos e Metas

O Quadro 5-1 apresenta os objetivos e metas pretendidos com a implantação do PMSB para atendimento da demanda do município de Fundão.



Quadro 5-1 – Objetivos e metas para o município de Fundão

Informações Gerais	Demanda	Solução	Metas (curto, médio e longo prazo)		Prioridade
			Curto	Médio e longo	
Informações Gerais	Índice de cobertura de 94,1%	Fomentar a cobertura para 100% da população	Médio		Alta
	Não há informações sobre a potência das bombas das EEATs e nem de seu tempo de funcionamento, em todo o município	Levantamento e/ou divulgação de informações a respeito da EEATs Prever necessidade de manutenção	Curto		Média
	Não há informações a respeito do licenciamento das unidades do SAA do município	Regularização e/ou divulgação da situação do licenciamento das unidades do SAA	Curto		Média
	Não há informações a respeito das adutoras de água tratada de todo o município	Levantamento de informações de localização, comprimento, material e diâmetro das adutoras existentes	Curto		Média
	Não há informações a respeito do número de atendimentos em todo o município	Levantamento de informações a respeito do número de atendimentos	Curto		Média
Perímetro urbano	<b>Demanda</b>	<b>Solução</b>	<b>Metas (curto, médio e longo prazo)</b>		<b>Prioridade</b>
Sede	Não há monitoramento da água bruta	Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto		Média
	Captação é realizada próximo a algumas residências, que fazem o lançamento de esgoto próximo ao corpo hídrico	Ligação das residências a rede de coleta de esgoto	Curto		Alta
	Consumo per capita de 161L/hab.dia	Reduzir consumo per capita em 30% até o final do plano, limitado a 150L/hab/dia	Longo		Alta
	Índice de atendimento de 86%	Atender 100% da população	Médio		Alta
	Mau estado de conservação da EEAB	Manutenção na estrutura física da EEAB	Curto		Média



		Índice de perdas na distribuição de 23,5%	Reduzir índice de perdas em 30% até o final do plano	Longo	Alta
		Extravasamento dos floculadores na ETA	Verificar a existência de problemas de operação no floculador	Curto	Alta
		A ETA está operando acima de sua capacidade	Ampliar a capacidade de produção da ETA	Curto	Alta
		A ETA apresenta infiltrações na estrutura de chegada de água bruta e vegetação alta em seu entorno	Manutenção na estrutura física da ETA, e na área de entorno	Curto	Média
		Os reservatórios encontram-se em mau estado de conservação e vegetação alta em seu entorno	Manutenção na estrutura física dos reservatórios e na área de entorno	Curto	Média
		Mau estado de conservação das EEATs e vegetação alta em seu entorno	Manutenção na estrutura física das EEATs e na área de entorno	Curto	Média
		Alguns parâmetros não atendem aos padrões de potabilidade	Verificar eficiência do tratamento	Curto	Alta
		Não há monitoramento da água bruta	Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
		Consumo <i>per capita</i> de 181L/hab.dia	Reduzir consumo <i>per capita</i> em 30% até o final do plano, limitado à 150L/hab/dia	Longo	Alta
		Mau estado de conservação da EEAB e ausência de um guarda corpo na entrada	Manutenção na estrutura física da EEAB	Curto	Média
	Timbuí	A ETA apresenta infiltrações e excesso de lodo no decantador e vegetação alta em seu entorno	Manutenção na estrutura física do decantador da ETA, e na área de entorno	Curto	Média
		Os reservatórios encontram-se em mau estado de conservação e com vazamento em um dos registros	Manutenção na estrutura física dos reservatórios e nos registros	Curto	Média
		Mau estado de conservação da EEAT e vegetação alta em seu entorno	Manutenção na estrutura física da EEAT e na área de entorno	Curto	Média
	Timbuí	Alguns parâmetros não atendem aos padrões de potabilidade	Verificar eficiência do tratamento	Curto	Alta



			Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
	Não há monitoramento da água bruta		Reduzir consumo <i>per capita</i> em 30% até o final do plano, limitado à 150L/hab/dia	Longo	Alta
	Consumo <i>per capita</i> de 161L/hab.dia		Levantamento de informações a respeito do sistema de tratamento de água no distrito, e seu respectivo monitoramento	Curto	Média
	Não há informações sobre o sistema de tratamento de água no distrito, e seu respectivo monitoramento		Levantamento de informações a respeito da capacidade de reservação, do comprimento de rede	Curto	Média
Irundi	Irundi		Elaboração e/ou atualização de cadastro georreferenciado de redes	Curto	Média
	Não há informações a respeito do local, da forma e da vazão de captação, além da vazão outorgada		Regularização e/ou divulgação da situação da outorga de captação	Curto	Média
	Não há informações a respeito de adutoras de água bruta de todo o município		Levantamento de informações de localização, comprimento, material e diâmetro das adutoras existentes	Curto	Média
	Não há informações a respeito do índice de cobertura, atendimento, ligações e economias		Levantamento de informações de índice de cobertura, atendimento, ligações e economias	Curto	Média
	Não há sistema de monitoramento da água bruta		Implantar sistema de monitoramento da água bruta	Curto	Média
Praia Grande	Praia Grande		Levantamento de informações a respeito da capacidade de reservação e o de comprimento das redes, assim como material e diâmetro	Curto	Média
	Consumo <i>per capita</i> de 161L/hab.dia		Elaboração e/ou atualização de cadastro georreferenciado de redes	Curto	Média
			Reduzir consumo <i>per capita</i> em 30% até o final do plano, limitado à 150L/hab/dia	Longo	Alta



ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE SANEAMENTO BÁSICO  
E GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

142

		Levantamento de informações a respeito da vazão que é captada	Curto	Média
	Não há informações a respeito da vazão de captação			
	Parte do distrito não é atendida pelo SAA	Atender 100% do distrito	Médio	Alta
	Não há informações a respeito da vazão de projeto, vazão de operação e tempo de funcionamento da ETA	Levantamento de informações a respeito do tempo de funcionamento e da vazão de operação e de projeto da ETA	Curto	Média
	O Booster Mirante da Praia encontra-se desativado	Estudo de viabilidade e reativação do booster e/ou construção de outra unidade	Curto	Média
	Não há informações sobre a existência de monitoramento de água tratada	Levantamento de dados sobre o monitoramento de água tratada	Curto	Alta
	Não há informações a respeito do índice de cobertura, atendimento, ligações e economias	Levantamento de informações de índice de cobertura, atendimento, ligações e economias	Curto	Média

Fonte: Autoria própria.



### 5.1.2.5 Alternativas para as demandas

Considerando o padrão de crescimento médio da população, são apresentados 2 cenários de alternativas para o atendimento das demandas urbanas e rurais, considerada a universalização do serviço de abastecimento de água, o qual deve ocorrer no início do médio prazo (Ano 10) e para as áreas rurais apenas ao final de plano (Ano 20):

- Cenário 1: manutenção do consumo per capita e do índice de perdas;
- Cenário 2: redução do consumo per capita e manutenção do índice de perdas.

Para o cálculo dos cenários foram consideradas as seguintes variáveis:

$$\text{Vazão média: } Q_{\text{méd}} = \frac{P \times q}{86400}, \text{ em L/s;}$$

Vazão de captação (adutora de água bruta):

$$Q_{\text{prod}} = (Q_{\text{méd}} \times K_1 \times \% \text{Atendimento}) \times ((1 + \% \text{IDP} + \text{Perda da ETA}), \text{ em L/s;}$$

Vazão da adutora de água tratada:

$$Q_{\text{aat}} = (Q_{\text{méd}} \times K_1 \times \% \text{Atendimento}) \times (1 + \% \text{IDP}), \text{ em L/s;}$$

Vazão doméstica:

$$Q_{\text{dom}} = Q_{\text{méd}} \times K_1 \times K_2, \text{ em L/s}$$

Vazão para a rede:

$$Q_{\text{rede}} = Q_{\text{dom}} \times (1 + \% \text{IDP}), \text{ em L/s.}$$

#### **Distrito Sede – Demanda Urbana**

Com base nas variáveis ilustradas anteriormente apresenta-se nas Tabelas 5-6 e 5-7 as estimativas de produção para atender a demanda do serviço de abastecimento de água no sistema da sede de Fundão ao longo do horizonte de planejamento, no cenário de crescimento médio.



Tabela 5-6 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana do sistema sede – Crescimento populacional médio – Cenário 1.

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q <sub>prod</sub>	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q <sub>aat</sub>	Demanda Doméstica (L/s) -- Q <sub>dom</sub>	Vazão para a rede (L/s)
Ano 0	8634	86	161	13,8	24	21,4	20,6	24,9	30,9
Ano 1	8806	87	161	14,3	24	22,0	21,2	25,7	31,7
Ano 2	8980	88	161	14,7	24	22,7	21,8	26,5	32,7
Ano 3	9159	89	161	15,2	24	23,4	22,5	27,3	33,8
Ano 4	9330	91	161	15,8	24	24,4	23,5	28,5	35,2
Ano 5	9504	93	161	16,5	24	25,4	24,4	29,6	36,6
Ano 6	9682	94	161	17,0	24	26,2	25,1	30,5	37,7
Ano 7	9862	96	161	17,6	24	27,2	26,1	31,8	39,2
Ano 8	10046	97	161	18,2	24	28,0	26,9	32,7	40,4
Ano 9	10231	99	161	18,9	24	29,1	28,0	34,0	42,0
Ano 10	10420	100	161	19,4	24	29,9	28,8	35,0	43,2
Ano 11	10612	100	161	19,8	24	30,5	29,3	35,6	44,0
Ano 12	10808	100	161	20,1	24	31,1	29,9	36,3	44,8
Ano 13	11007	100	161	20,5	24	31,6	30,4	36,9	45,6
Ano 14	11230	100	161	20,9	24	32,3	31,0	37,7	46,5
Ano 15	11456	100	161	21,3	24	32,9	31,6	38,4	47,5
Ano 16	11688	100	161	21,8	24	33,6	32,3	39,2	48,4
Ano 17	11924	100	161	22,2	24	34,3	32,9	40,0	49,4
Ano 18	12164	100	161	22,7	24	35,0	33,6	40,8	50,4
Ano 19	12419	100	161	23,1	24	35,7	34,3	41,7	51,5
Ano 20	12651	100	161	23,6	24	36,4	34,9	42,4	52,4

Fonte: Autoria própria.



Tabela 5-7 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana do sistema sede – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q <sub>prod</sub>	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Gaat	Demanda Doméstica (L/s) – Q <sub>dom</sub>	Vazão para a rede (L/s)
Ano 0	8634	86	161	13,8	24	21,4	20,6	24,9	30,9
Ano 1	8806	87	161	14,3	24	22,0	21,2	25,7	31,7
Ano 2	8980	88	160	14,6	24	22,6	21,7	26,3	32,5
Ano 3	9159	89	160	15,1	24	23,3	22,4	27,2	33,6
Ano 4	9330	91	159	15,6	24	24,1	23,2	28,1	34,7
Ano 5	9504	93	159	16,3	24	25,1	24,1	29,3	36,2
Ano 6	9682	94	158	16,6	24	25,7	24,7	30,0	37,0
Ano 7	9862	96	158	17,3	24	26,7	25,7	31,2	38,5
Ano 8	10046	97	157	17,7	24	27,3	26,2	31,9	39,4
Ano 9	10231	99	156	18,3	24	28,2	27,1	32,9	40,7
Ano 10	10420	100	156	18,8	24	29,0	27,9	33,9	41,8
Ano 11	10612	100	155	19,0	24	29,4	28,2	34,3	42,3
Ano 12	10808	100	155	19,4	24	29,9	28,7	34,9	43,1
Ano 13	11007	100	154	19,6	24	30,3	29,1	35,3	43,6
Ano 14	11230	100	153	19,9	24	30,7	29,5	35,8	44,2
Ano 15	11456	100	153	20,3	24	31,3	30,1	36,5	45,1
Ano 16	11688	100	152	20,6	24	31,7	30,5	37,0	45,7
Ano 17	11924	100	152	21,0	24	32,4	31,1	37,8	46,6
Ano 18	12164	100	151	21,3	24	32,8	31,5	38,3	47,3
Ano 19	12419	100	151	21,7	24	33,5	32,2	39,1	48,3
Ano 20	651	100	150	22,0	24	33,9	32,6	39,5	48,8

Fonte: Autoria própria.







Através da análise das Tabelas acima, que objetivam o atendimento à universalização dos serviços de água da Sede do Município de Fundão, são verificadas as seguintes situações para os cenários propostos:

- Cenário 1 (manutenção do consumo per capita e do índice de perdas): há necessidade de ampliação do sistema e, portanto, estudos devem ser conduzidos neste sentido. Ressalta-se que em outubro de 2015 a vazão média da ETA foi de 36,72 L/s, ou seja, a vazão de operação ultrapassou a vazão de projeto, o que reitera a necessidade de ampliação do sistema.
- Cenário 2 (redução do consumo per capita e manutenção do índice de perdas): valem os comentários do cenário anterior, entretanto, há redução do consumo per capita e o sistema consegue absorver o avanço da população.

Sugere-se que o Cenário 2 seja o pretendido, mas cabe ao corpo técnico da prefeitura municipal e da CESAN a escolha do cenário a ser adotado para futuras decisões.

### **Demais distritos – Demanda Urbana**

Considerando-se o cenário médio de crescimento populacional, nas Tabelas 5-8 e 5-9 são apresentadas as produções necessárias de água para atendimento à população urbana dos distritos de Praia Grande e Timbuí respectivamente, considerando-se o Cenário 2 de demandas, ou seja, consumo per capita decrescente de 161 L/hab/dia a 150 L/hab/dia (181 L/hab/dia a 150 L/hab/dia para Timbuí) e índice de perdas de 24%.



Tabela 5-8 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de Praia Grande – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q <sub>prod</sub>	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q <sub>aat</sub>	Demanda Doméstica (L/s) - Q <sub>dom</sub>	Vazão para a rede (L/s)
Ano 0	5139	86	161	8,2	24	12,7	12,2	14,8	18,3
Ano 1	5241	87	161	8,5	24	13,1	12,6	15,3	18,9
Ano 2	5345	88	160	8,7	24	13,4	12,9	15,7	19,4
Ano 3	5451	89	160	9,0	24	13,9	13,3	16,2	20,0
Ano 4	5553	91	159	9,3	24	14,3	13,8	16,7	20,7
Ano 5	5657	93	159	9,7	24	14,9	14,4	17,4	21,5
Ano 6	5763	94	158	9,9	24	15,3	14,7	17,8	22,0
Ano 7	5870	96	158	10,3	24	15,9	15,3	18,5	22,9
Ano 8	5980	97	157	10,5	24	16,3	15,6	19,0	23,4
Ano 9	6089	99	156	10,9	24	16,8	16,1	19,6	24,2
Ano 10	6202	100	156	11,2	24	17,3	16,6	20,2	24,9
Ano 11	6317	100	155	11,3	24	17,5	16,8	20,4	25,2
Ano 12	6433	100	155	11,5	24	17,8	17,1	20,8	25,7
Ano 13	6552	100	154	11,7	24	18,0	17,3	21,0	26,0
Ano 14	6684	100	153	11,8	24	18,3	17,5	21,3	26,3
Ano 15	6819	100	153	12,1	24	18,6	17,9	21,7	26,8
Ano 16	6956	100	152	12,2	24	18,9	18,1	22,0	27,2
Ano 17	7097	100	152	12,5	24	19,3	18,5	22,5	27,8
Ano 18	7240	100	151	12,7	24	19,5	18,8	22,8	28,1
Ano 19	7391	100	151	12,9	24	19,9	19,1	23,3	28,7
Ano 20	7530	100	150	13,1	24	20,2	19,4	23,5	29,1

Fonte: Autoria própria.

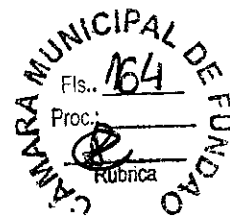




Tabela 5-9 - Alternativas para o atendimento da demanda urbana de Timbuiá – Crescimento populacional médio – Cenário 2

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q <sub>prod</sub>	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q <sub>aat</sub>	Demanda Doméstica (L/s) – Q <sub>dom</sub>	Vazão para a rede (L/s)
Ano 0	2732	86	181	4,9	24	7,6	7,3	8,9	10,9
Ano 1	2786	87	181	5,1	24	7,8	7,5	9,1	11,3
Ano 2	2841	88	179	5,2	24	8,0	7,7	9,3	11,5
Ano 3	2898	89	178	5,3	24	8,2	7,9	9,6	11,8
Ano 4	2952	91	176	5,5	24	8,4	8,1	9,8	12,2
Ano 5	3006	93	174	5,6	24	8,7	8,3	10,1	12,5
Ano 6	3063	94	173	5,8	24	8,9	8,5	10,4	12,8
Ano 7	3120	96	171	5,9	24	9,1	8,8	10,7	13,2
Ano 8	3178	97	173	6,2	24	9,5	9,1	11,1	13,7
Ano 9	3237	99	168	6,2	24	9,6	9,2	11,2	13,9
Ano 10	3297	100	166	6,3	24	9,8	9,4	11,4	14,1
Ano 11	3357	100	165	6,4	24	9,9	9,5	11,5	14,3
Ano 12	3420	100	163	6,5	24	10,0	9,6	11,6	14,3
Ano 13	3482	100	161	6,5	24	10,0	9,6	11,7	14,4
Ano 14	3553	100	160	6,6	24	10,1	9,8	11,8	14,6
Ano 15	3624	100	158	6,6	24	10,2	9,8	11,9	14,7
Ano 16	3698	100	157	6,7	24	10,4	10,0	12,1	14,9
Ano 17	3772	100	155	6,8	24	10,4	10,0	12,2	15,0
Ano 18	3849	100	153	6,8	24	10,5	10,1	12,3	15,2
Ano 19	3929	100	152	6,9	24	10,7	10,2	12,4	15,4
Ano 20	4003	100	150	6,9	24	10,7	10,3	12,5	15,5

Fonte: Autoria própria.



Conforme Tabela 5-9 a máxima vazão de captação no distrito de Timbuí é de 10,7 L/s (captação de água bruta), inferior à vazão da ETA, ou seja, no cenário de manutenção redução do consumo per capita, que é pretendido, o SAA consegue atender à demanda. Entretanto, estudos devem ser conduzidos para análise da necessidade de ampliação do sistema, principalmente em função da população flutuante. Quanto ao distrito de Praia Grande, com as informações coletadas não há como precisar a situação futura de atendimento do sistema, portanto, sugere-se estudo de sua ampliação.

#### **Todos os distritos – Demanda rural**

Nos sistemas rurais da Sede e dos distritos de Irundi, Praia Grande e Timbuí também deve ser prevista a universalização dos serviços de abastecimento de água, para tanto, cada uma dessas regiões deve possuir sistema de abastecimento alternativo para atender a demanda da população local.

Mesmo sendo sistemas pequenos e descentralizados há a obrigatoriedade no atendimento aos padrões de potabilidade da água conforme Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

Nas Tabelas 5-10, 5-11, 5-12 e 5-13 são apresentadas as produções necessárias para os sistemas das áreas rurais da Sede, Irundi, Praia Grande e Timbuí, considerando um consumo per capita de inicial de 161 L/hab/dia, no início de plano até 150 L/hab/dia até o final de plano e índice de perdas de 25% (para sistemas novos). Para Timbuí o consumo per capita inicial foi de 181 L/hab/dia, no início de plano até 150 L/hab/dia até o final de plano.



Tabela 5-10 - Alternativas para o atendimento da demanda rural da Sede – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

Ano	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	Qméd (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Qprod	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Qaat	Demanda Doméstica (L/s) – Qdom	Vazão para a rede (L/s)
Ano 0	1.891	8	161	0,3	25	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 1	1.928	8	161	0,3	25	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 2	1.967	13	160	0,5	25	0,7	0,7	0,9	1,1
Ano 3	2006	18	160	0,7	25	1,0	1,0	1,2	1,5
Ano 4	2043	23	159	0,9	25	1,3	1,3	1,6	1,9
Ano 5	2081	27	159	1,0	25	1,6	1,6	1,9	2,3
Ano 6	2120	32	158	1,2	25	1,9	1,9	2,2	2,8
Ano 7	2160	37	158	1,5	25	2,3	2,2	2,6	3,3
Ano 8	2200	42	157	1,7	25	2,6	2,5	3,0	3,8
Ano 9	2241	47	156	1,9	25	3,0	2,9	3,4	4,3
Ano 10	2282	52	156	2,1	25	3,3	3,2	3,9	4,8
Ano 11	2324	56	155	2,3	25	3,6	3,5	4,2	5,3
Ano 12	2367	61	155	2,6	25	4,0	3,9	4,7	5,8
Ano 13	2411	66	154	2,8	25	4,4	4,3	5,1	6,4
Ano 14	2459	71	153	3,1	25	4,8	4,6	5,6	7,0
Ano 15	2509	76	153	3,4	25	5,3	5,1	6,1	7,6
Ano 16	2559	81	152	3,6	25	5,7	5,5	6,6	8,2
Ano 17	2611	85	152	3,9	25	6,1	5,9	7,0	8,8
Ano 18	2664	90	151	4,2	25	6,5	6,3	7,5	9,4
Ano 19	2719	95	151	4,5	25	7,0	6,8	8,1	10,2
Ano 20	2771	100	150	4,8	25	7,5	7,2	8,7	10,8

Fonte: Autoria própria.





Tabela 5-11 - Alternativas para o atendimento da demanda rural de Irundi – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q <sub>prod</sub>	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q <sub>aat</sub>	Demanda Doméstica (L/s) – Q <sub>dom</sub>	Vazão para a rede (L/s)
Ano 0	599	8	161	0,1	25	0,14	0,13	0,16	0,20
Ano 1	611	8	161	0,1	25	0,14	0,14	0,16	0,20
Ano 2	624	13	160	0,2	25	0,23	0,23	0,27	0,34
Ano 3	636	18	160	0,2	25	0,33	0,32	0,38	0,48
Ano 4	647	23	159	0,3	25	0,43	0,41	0,49	0,62
Ano 5	659	27	159	0,3	25	0,51	0,49	0,59	0,74
Ano 6	671	32	158	0,4	25	0,61	0,59	0,71	0,88
Ano 7	684	37	158	0,5	25	0,72	0,69	0,83	1,04
Ano 8	697	42	157	0,5	25	0,83	0,80	0,96	1,20
Ano 9	710	47	156	0,6	25	0,94	0,90	1,08	1,36
Ano 10	723	52	156	0,7	25	1,06	1,02	1,22	1,53
Ano 11	736	56	155	0,7	25	1,15	1,11	1,33	1,66
Ano 12	750	61	155	0,8	25	1,28	1,23	1,48	1,85
Ano 13	764	66	154	0,9	25	1,40	1,35	1,62	2,02
Ano 14	779	71	153	1,0	25	1,53	1,47	1,76	2,20
Ano 15	795	76	153	1,1	25	1,67	1,60	1,93	2,41
Ano 16	811	81	152	1,2	25	1,80	1,73	2,08	2,60
Ano 17	828	85	152	1,2	25	1,93	1,86	2,23	2,79
Ano 18	844	90	151	1,3	25	2,07	1,99	2,39	2,99
Ano 19	862	95	151	1,4	25	2,23	2,15	2,58	3,22
Ano 20	878	100	150	1,5	25	2,38	2,29	2,74	3,43

Fonte: Autoria própria.





Tabela 5-12 - Alternativas para o atendimento da demanda rural de Praia Grande – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q <sub>prod</sub>	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q <sub>aat</sub>	Demanda Doméstica (L/s) - Q <sub>dom</sub>	Vazão para a rede (L/s)
Ano 0	304	8	161	0,05	25	0,1	0,1	0,1	0,1
Ano 1	310	8	161	0,05	25	0,1	0,1	0,1	0,1
Ano 2	316	13	160	0,08	25	0,1	0,1	0,1	0,2
Ano 3	322	18	160	0,11	25	0,2	0,2	0,2	0,2
Ano 4	328	23	159	0,14	25	0,2	0,2	0,2	0,3
Ano 5	334	27	159	0,17	25	0,3	0,2	0,3	0,4
Ano 6	340	32	158	0,20	25	0,3	0,3	0,4	0,4
Ano 7	347	37	158	0,23	25	0,4	0,4	0,4	0,5
Ano 8	353	42	157	0,27	25	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 9	360	47	156	0,31	25	0,5	0,5	0,5	0,7
Ano 10	366	52	156	0,34	25	0,5	0,5	0,6	0,8
Ano 11	373	56	155	0,37	25	0,6	0,6	0,7	0,8
Ano 12	380	61	155	0,42	25	0,6	0,6	0,7	0,9
Ano 13	387	66	154	0,46	25	0,7	0,7	0,8	1,0
Ano 14	395	71	153	0,50	25	0,8	0,7	0,9	1,1
Ano 15	403	76	153	0,54	25	0,8	0,8	1,0	1,2
Ano 16	411	81	152	0,59	25	0,9	0,9	1,1	1,3
Ano 17	419	85	152	0,63	25	1,0	0,9	1,1	1,4
Ano 18	428	90	151	0,67	25	1,1	1,0	1,2	1,5
Ano 19	437	95	151	0,73	25	1,1	1,1	1,3	1,6
Ano 20	445	100	150	0,77	25	1,2	1,2	1,4	1,7

Fonte: Autoria própria.





Tabela 5-13 - Alternativas para o atendimento da demanda rural de Timbuí – Crescimento populacional médio – Cenário 2.

	População (hab)	Índice de atendimento (%)	Per Capita Total (L/hab.dia)	Q <sub>méd</sub> (L/s)	Índice de Perdas IDP (%)	Vazão captação (adutora de água bruta) (L/s) - Q <sub>prod</sub>	Vazão adutora de água tratada (L/s) - Q <sub>aat</sub>	Demanda Doméstica (L/s) – Q <sub>dom</sub>	Vazão para a rede (L/s)
Ano 0	421	8	181	0,07	25	0,1	0,1	0,1	0,2
Ano 1	429	8	181	0,07	25	0,1	0,1	0,1	0,2
Ano 2	438	13	179	0,12	25	0,2	0,2	0,2	0,3
Ano 3	447	18	178	0,17	25	0,3	0,2	0,3	0,4
Ano 4	455	23	176	0,21	25	0,3	0,3	0,4	0,5
Ano 5	464	27	174	0,25	25	0,4	0,4	0,5	0,6
Ano 6	472	32	173	0,30	25	0,5	0,5	0,5	0,7
Ano 7	481	37	171	0,35	25	0,5	0,5	0,6	0,8
Ano 8	490	42	173	0,41	25	0,6	0,6	0,7	0,9
Ano 9	499	47	168	0,46	25	0,7	0,7	0,8	1,0
Ano 10	508	52	166	0,51	25	0,8	0,8	0,9	1,1
Ano 11	518	56	165	0,55	25	0,9	0,8	1,0	1,2
Ano 12	527	61	163	0,61	25	0,9	0,9	1,1	1,4
Ano 13	537	66	161	0,66	25	1,0	1,0	1,2	1,5
Ano 14	548	71	160	0,72	25	1,1	1,1	1,3	1,6
Ano 15	559	76	158	0,78	25	1,2	1,2	1,4	1,7
Ano 16	570	81	157	0,84	25	1,3	1,3	1,5	1,9
Ano 17	582	85	155	0,89	25	1,4	1,3	1,6	2,0
Ano 18	593	90	153	0,95	25	1,5	1,4	1,7	2,1
Ano 19	606	95	152	1,01	25	1,6	1,5	1,8	2,3
Ano 20	617	100	150	1,07	25	1,7	1,6	1,9	2,4

Fonte: Autoria própria.







Através da análise dos quadros, pode-se verificar as demandas necessárias para atendimento da população rural de Fundão no cenário de crescimento médio.

A área rural precisa de intervenções urgentes visando à universalização do saneamento básico.

Dentre essas intervenções pode-se destacar para os sistemas alternativos o cadastramento dos poços coletivos e individuais: identificação, vazão, população abastecida, prazo de funcionamento, ação de desativação, qualidade da água, atuação com educação ambiental para a conscientização da população, preservação dos mananciais e nascentes, análise da viabilidade técnica de captação em mananciais superficiais e proposição de sistemas adequados de tratamento. Além disso sugere-se a implantação do programa Pró-rural nestas localidades.

## 5.2 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)

Estimativa das Demandas por serviços de esgotamento sanitário O detalhamento dos requisitos de demanda e a definição de alternativas técnicas de engenharia serão primordiais para as atividades do PMSB.

Neste processo são utilizadas as informações do diagnóstico para a projeção e prospecção de demandas futuras utilizando projeções populacionais derivadas de metodologias de projeções demográficas somadas aos elementos previstos em planejamentos e políticas públicas.

### 5.2.1 Demandas pelos Serviços

O prognóstico visa determinar os objetivos e metas para atendimento ao plano, dentro do horizonte estabelecido, no caso, 20 anos. Além disso, visa a expectativa de universalização de 100% dos serviços de esgotamento sanitário nas áreas urbanas e rurais do município até o final dos 20 anos.



No município, o sistema de coleta e tratamento de esgotos que atende a Sede do município corresponde a uma unidade de tratamento, encontra-se desativada. Já no distrito de Praia Grande, o tratamento dos esgotos sanitários é realizado em uma unidade localizada no município vizinho, Serra.

A situação do esgotamento sanitário na área rural do município é crítica, visto que 51,44% dos domicílios (aproximadamente 3.688 domicílios) utilizam fossas rudimentares como forma de tratamento.

Na área urbana, tanto da sede quanto dos distritos, também foram verificados domicílios lançando esgoto diretamente nos rios, sendo necessário garantir a cobertura da coleta e tratamento em toda área urbana e haver o incentivo para a adesão de todas as casas da área urbana à rede. Além destas, foram identificadas demandas pelo serviço de esgotamento sanitário, as quais estão apresentadas nos Quadros que seguem para as áreas urbanas de cada distrito.

### **5.2.2 Alternativas Atendimento das Demandas do SES**

Com base nas demandas observadas, foram sugeridas alternativas para o seu atendimento, as quais estão indicadas nos Quadros 5-2 a 5-6.

#### **5.2.2.1 Objetivos e Metas**

No Quadro 5-2 apresenta-se um resumo dos objetivos e sua projeção temporal dentro do horizonte de planejamento de 20 anos (curto, médio e longo prazos). Neste Quadro também estão estabelecidos critérios de priorização de objetivos que refletirão as expectativas sociais. Os critérios técnicos que permitiram construir uma escala de primazia entre os objetivos estão descritos a seguir.



Quadro 5-2 – Objetivos e Metas – Município.

Demanda	Alternativa	Metas (Prazo)	Prioridade
Índice de coleta de 16,19%	Atender 100% da população	Longo	Alta
Não há nenhum tipo de estudo da eficiência dos sistemas implementados nas áreas rurais	Levantamento de informações acerca da eficiência dos sistemas localizados em áreas rurais	Longo	Alta
Em alguns pontos, por falta de rede coletora, os moradores realizam de forma clandestina ligação predial de esgoto diretamente na rede pluvial.	Prever implantação de rede coletora para recebimento dos efluentes lançados in natura, quando for o caso. Possibilidade do uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em comunidades rurais. Incentivo à população para realização das ligações na rede coletora, existente ou implantada, por meio de ações educativas e de fiscalização a fim de reduzir o lançamento clandestino de esgotos sanitários em vias públicas, em galerias pluviais e em corpos hídricos.	Curto	Alta
Não há informações da existência de cadastros da rede de coleta	Levantamento de informações a respeito dos cadastros da rede de coleta. Elaboração e/ou atualização de cadastro georreferenciado de redes.	Longo	Média

Fonte: Autoria própria.

Quadro 5-3 – Objetivos e Metas – Sede.

Demanda	Alternativa	Metas (Prazo)	Prioridade
ETE encontra-se desativada	Estudo de viabilidade e reativação da ETE e/ou construção de outra unidade.	Médio	Alta
O efluente da ETE está sendo lançado em um córrego contribuinte do Rio Fundão	Reativação da ETE para que o efluente lançado esteja tratado.	Curto	Alta
Mau estado de conservação da ETE	Manutenção na estrutura física da ETE.	Médio	Alta
No centro, somente algumas ruas possuem destinação adequada para o esgotamento sanitário	Garantir que todas as ruas possuam destinação adequada para os esgotos.	Médio	Alta



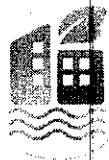
Demanda	Alternativa	Metas (Prazo)	Prioridade
Nos bairros São José, Beira Rio, Orly Ramos e Agrin Correia há lançamento de esgoto a céu aberto	Prever implantação de rede coletora para recebimento dos efluentes lançados in natura, quando for o caso. Possibilidade do uso de soluções alternativas individuais de tratamento, desde que autorizadas por órgão municipal competente, instaladas e mantidas de maneira adequada, sobretudo em comunidades rurais. Incentivo à população para realização das ligações na rede coletora, existente ou implantada, por meio de ações educativas e de fiscalização a fim de reduzir o lançamento clandestino de esgotos sanitários em vias públicas, em galerias pluviais e em corpos hídricos.	Curto	Alta
Existência de residências sem banheiro	Promoção de soluções hidrossanitárias residenciais para redução de doenças relacionadas à falta de esgotamento sanitário.	Curto	Alta
Não são realizadas manutenções e/ou limpezas preventivas no SES	Manutenção e limpeza preventiva no SES.	Médio	Alta
A EEEB encontra-se em mau estado de conservação	Manutenção na estrutura física da EEEB.	Médio	Alta
As bombas das EEEBs não estão em funcionamento	Estudo de viabilidade da reativação das bombas.	Curto	Alta
Não há informações acerca da potência das bombas das EEEBs e de seu tempo de funcionamento	Levantamento de informações a respeito da potência das bombas e tempo de funcionamento das EEEBs.	Longo	Média
Não há informações sobre as características das estruturas da ETE	Levantamento de informações a respeito do tipo e das dimensões da estrutura da ETE.	Longo	Média
Não foram informados pela Prefeitura quais bairros contribuem para as EEEBs	Levantamento de informações sobre quais bairros são atendidos por cada EEEB.	Longo	Média

Fonte: Autoria própria.

Quadro 5-4 – Objetivos e Metas – Timbuí.

Demanda	Alternativa	Metas (Prazo)	Prioridade
Não há informações a respeito da existência de tratamento de esgoto no distrito	Levantamento de informações sobre o tratamento de esgoto no distrito	Longo	Média

Fonte: Autoria própria.



Quadro 5-5 – Objetivos e Metas – Irundi.

Demanda	Alternativa	Metas (Prazo)	Prioridade
Existência de residências sem banheiro	Promoção de soluções hidrossanitárias residenciais para redução de doenças relacionadas à falta de esgotamento sanitário.	Curto	Alta
Não há informações a respeito da existência de tratamento de esgoto no distrito	Levantamento de informações sobre o tratamento de esgoto no distrito	Longo	Média

Fonte: Autoria própria.

Quadro 5-6 – Objetivos e Metas – Praia Grande.

Demanda	Alternativa	Metas (Prazo)	Prioridade
Existência de residências sem banheiro	Promoção de soluções hidrossanitárias residenciais para redução de doenças relacionadas à falta de esgotamento sanitário.	Curto	Alta
Não há informações acerca da potência das bombas das EEEBs e de seu tempo de funcionamento	Levantamento de informações a respeito da potência das bombas e tempo de funcionamento das EEEBs	Longo	Média
Não foram informados pela Prefeitura quais bairros contribuem para as EEEBs	Levantamento de informações sobre quais bairros são atendidos por cada EEEB	Longo	Média

Fonte: Autoria própria.

### 5.2.3 Construção de cenários e evolução – Prospectiva de Planejamento Estratégico – PPE

#### 5.2.3.1 Parâmetros para Projeção de Demanda

Para o planejamento estratégico das ações referentes ao sistema de esgotamento sanitário, faz-se necessária a estimativa das vazões de contribuição de esgotos sanitários domésticos no município para a identificação das necessidades futuras de ampliação/otimização dos componentes do sistema.

Para o cálculo desta estimativa das vazões de contribuição de esgotos foi adotado um alcance de projeto de 20 anos considerando o ano inicial 2017 e final 2036. A evolução das contribuições de esgoto foi definida a partir de cálculos de taxa de



crescimento populacional, tomados como base os censos do IBGE. Foram calculadas as vazões para os distritos municipais (considerando a mesma proporcionalidade da população no Censo 2010 do IBGE) para o cenário de médio crescimento populacional.

O volume per capita de esgoto gerado por habitante está calculado em função do valor do consumo médio diário per capita de água. Este valor foi identificado através do número de habitantes atendidos pelo sistema de abastecimento de água e o consumo médio diário para um mesmo período. A partir destas considerações, sugeriu-se a redução do consumo de água ao longo dos 20 anos, conforme abordado no memorial de cálculo.

O coeficiente de retorno, ou seja, o consumo de água que retorna como esgoto na rede coletora, foi o valor previsto em norma (80% de retorno, ou seja,  $C = 0,80$ ). Para os coeficientes de variação de vazão, também estão sendo adotados os valores preconizados por norma: coeficiente de variação máxima diária ( $K1$ ) = 1,20; e coeficiente de variação máxima horária ( $K2$ ) = 1,50.

Por fim, devido às características da área de estudo, considerou-se uma taxa de infiltração de 0,10 L/s.km para o cálculo da contribuição de esgoto.

#### 5.2.3.2 Projeção Futura da Vazão de Esgoto (20 anos)

As estimativas da vazão de esgoto ao longo de 20 anos consideraram o cenário de médio crescimento demográfico. As vazões de contribuição na área de projeto são constituídas das vazões de esgoto doméstico e das contribuições de infiltração. As vazões estimadas estão apresentadas nas Tabelas 5-14 a 5-18, com intervalo de 5 em 5 anos.



Tabela 5-14 - Vazão de esgotos do município de Fundão.

Ano	População Município			Per capita de água (l/hab.dia)	Comp. estimado de rede (m)	Vazão de Esgotos (l/dia)								
	Total	Média				Máxima Diária			Máxima Horária					
		Urbana	Rural			Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total		
0	19722	16375	3347	161	32000	29.4	24.4	5.0	35.3	29.3	6.0	52.9	43.9	9.0
5	21709	18025	3684	161	35722	32.4	26.9	5.5	38.8	32.2	6.6	58.3	48.4	9.9
10	23801	19762	4040	161	39444	35.5	29.5	6.0	42.6	35.4	7.2	63.9	53.0	10.8
15	26168	21727	4441	161	43165	39.0	32.4	6.6	45.8	38.9	7.9	70.2	56.3	11.9
20	28897	23993	4904	161	46887	43.1	35.8	7.3	51.7	42.9	8.8	77.5	64.4	13.2

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-15 - Vazão de esgotos do distrito Sede - Fundão.

Ano	População Sede			Per capita de água (l/hab.dia)	Comp. estimado de rede (m)	Vazão de Esgotos (l/dia)								
	Total	Média				Máxima Diária			Máxima Horária					
		Urbana	Rural			Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total		
0	10525	8634	1891	161	17078	15.7	12.9	2.8	18.8	15.4	3.4	28.2	23.2	5.1
5	11585	9504	2081	161	19064	17.3	14.2	3.1	20.7	17.0	3.7	31.1	25.5	5.6
10	12702	10420	2282	161	21050	18.9	15.5	3.4	22.7	18.6	4.1	34.1	28.0	6.1
15	13965	11456	2509	161	23037	20.8	17.1	3.7	25.0	20.5	4.5	37.5	30.7	6.7
20	15422	12651	2771	161	25023	23.0	18.9	4.1	27.6	22.6	5.0	41.4	33.9	7.4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-16 - Vazão de esgotos do distrito Timbui - Fundão.

Ano	População Timbui			Per capita de água (l/hab.dia)	Comp. estimado de rede (m)	Vazão de Esgotos (l/dia)								
	Total	Média				Máxima Diária			Máxima Horária					
		Urbana	Rural			Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total		
0	3153	2732	421	181	5116	5.3	4.6	0.7	6.3	5.5	0.8	9.5	8.2	1.3
5	3470	3006	464	181	5711	5.8	5.0	0.8	7.0	6.0	0.9	10.5	9.1	1.4
10	3805	3297	508	181	6306	6.4	5.5	0.9	7.7	6.6	1.0	11.5	9.9	1.5
15	4183	3624	559	181	6901	7.0	6.1	0.9	8.4	7.3	1.1	12.6	10.9	1.7
20	4620	4003	617	181	7496	7.7	6.7	1.0	9.3	8.1	1.2	13.9	12.1	1.9

Fonte: Autoria própria.





Tabela 5-17 - Vazão de esgotos do distrito Irundi - Fundão.

Ano	População Irundi			Per capita de água (l/hab.dia)	Comp. estimado de rede (m)	Vazão de Esgotos (l/dia)								
	Total	Urbana	Rural			Média		Máxima Diária		Máxima Horária				
						Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0 2017	601	2	599	161	976	0.9	0.0	0.9	1.1	0.0	1.1	1.6	0.0	1.6
5 2022	662	3	659	161	1090	1.0	0.0	1.0	1.2	0.0	1.2	1.8	0.0	1.8
10 2027	726	3	723	161	1203	1.1	0.0	1.1	1.3	0.0	1.3	1.9	0.0	1.9
15 2032	798	3	795	161	1317	1.2	0.0	1.2	1.4	0.0	1.4	2.1	0.0	2.1
20 2037	881	3	878	161	1431	1.3	0.0	1.3	1.6	0.0	1.6	2.4	0.0	2.4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-18 - Vazão de esgotos do distrito Praia Grande - Fundão.

Ano	População Praia Grande			Per capita de água (l/hab.dia)	Comp. estimado de rede (m)	Vazão de Esgotos (l/dia)								
	Total	Urbana	Rural			Média		Máxima Diária		Máxima Horária				
						Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0 2017	5443	5139	304	161	8831	8.1	7.7	0.5	9.7	9.2	0.5	14.6	13.8	0.8
5 2022	5991	5657	334	161	9858	8.9	8.4	0.5	10.7	10.1	0.6	16.1	15.2	0.9
10 2027	6568	6202	366	161	10885	9.8	9.2	0.5	11.7	11.1	0.7	17.6	16.6	1.0
15 2032	7222	6819	403	161	11912	10.8	10.2	0.6	12.9	12.2	0.7	19.4	18.3	1.1
20 2037	7.975	7.530	445	161	12939	11.9	11.2	0.7	14.3	13.5	0.8	21.4	20.2	1.2

Fonte: Autoria própria.





### 5.2.3.3 Estimativas de geração dos principais poluentes nos esgotos domésticos

#### Sem tratamento

A carga atual e futura dos principais poluentes nas vazões de esgotos domésticos, estimadas a partir de valores típicos de contribuição per capita presentes na literatura, conforme apresentado na Tabela 5-19, estão apresentadas nas Tabelas 5-20 a 5-25 considerando ausência de tratamento.

Tabela 5-19 - Valores típicos de concentração e contribuição per capita dos principais parâmetros físicos, químicos e biológicos dos esgotos domésticos.

Parâmetros Físico-químicos	Contrib. Per capita (g/hab.dia)		Concentração (mg/l)	
	Faixa	Típico	Faixa	Típico
<b>Sólidos Totais</b>	120-220	180	700-1350	1000
<b>Suspensos</b>	35-70	60	200-450	400
• Fixos	7-14	10	40-100	0
• Voláteis	25-60	50	165-350	320
<b>Dissolvidos</b>	85-150	120	500-900	700
• Fixos	50-90	70	300-550	400
• Voláteis	35-60	50	200-350	300
<b>Matéria Orgânica</b>		50	200-500	350
• DBO <sub>5</sub>	40-60	100	400-800	700
• DQO	80-130			
<b>Nitrogênio Total</b>	6-112	8,0	35-70	50
• N Orgânico	2,5-5,0	3,5	15-30	20
• Amônia	3,5-7,0	4,5	20-40	30
• Nitrito	~0	~0	~0	~0
• Nitrito	0-0,5	~0	0-2	~0
<b>Fósforo</b>	1,0-4,5	2,5	5-25	14
• P Orgânico	0,3-1,5	0,8	2-8	4
• P Inorgânico	0,7-3,0	1,7	4-17	10
<b>Parâmetros Biológicos</b>	<b>Contrib. Per capita (NMP/dia)</b>		<b>Concentração (NMP/l)</b>	
<b>Coliformes totais</b>	10 <sup>9</sup> -10 <sup>12</sup>		10 <sup>6</sup> -10 <sup>9</sup>	

Fonte: Silva (2004).

Tabela 5-20 – Carga de DBO municipal e por distrito (kg/dia).

Ano	Município			Sede			Irundi			Praia Grande			Timbui		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	986.1	818.8	167.4	526.3	431.7	94.6	30.1	0.1	30.0	272.2	257.0	15.2	157.7	136.6	21.1
5	1085.5	901.3	184.2	579.3	475.2	104.1	33.1	0.2	33.0	299.6	282.9	16.7	173.5	150.3	23.2
10	1190.1	988.1	202.0	635.1	521.0	114.1	36.3	0.2	36.2	328.4	310.1	18.3	190.3	164.9	25.4
15	1308.4	1086.4	222.1	698.3	572.8	125.5	39.9	0.2	39.8	361.1	341.0	20.2	209.2	181.2	28.0
20	1444.9	1199.7	245.2	771.1	632.6	138.6	44.1	0.2	43.9	398.8	376.5	22.3	231.0	200.2	30.9

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-21 – Carga de DQO municipal e por distrito (kg/dia).

Ano	Município			Sede			Irundi			Praia Grande			Timbui		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	1972.2	1637.5	334.7	1052.5	863.4	189.1	60.1	0.2	59.9	544.3	513.9	30.4	315.3	273.2	42.1
5	2170.9	1802.5	368.4	1158.5	950.4	208.1	66.2	0.3	65.9	599.1	565.7	33.4	347.0	300.6	46.4
10	2380.1	1976.2	404.0	1270.2	1042.0	228.2	72.6	0.3	72.3	656.8	620.2	36.6	380.5	329.7	50.8
15	2616.8	2172.7	444.1	1396.5	1145.6	250.9	79.8	0.3	79.5	722.2	681.9	40.3	418.3	362.4	55.9
20	2889.7	2399.3	490.4	1542.2	1265.1	277.1	88.1	0.3	87.8	797.5	753.0	44.5	462.0	400.3	61.7

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-22 – Carga de Sólidos Suspensos municipal e por distrito (kg/dia).

Ano	Município			Sede			Irundi			Praia Grande			Timbui		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	1183.3	982.5	200.8	631.5	518.0	113.5	36.1	0.1	35.9	326.6	308.3	18.2	189.2	163.9	25.3
5	1302.5	1081.5	221.0	695.1	570.2	124.9	39.7	0.2	39.5	359.5	339.4	20.0	208.2	180.4	27.8
10	1428.1	1185.7	242.4	762.1	625.2	136.9	43.6	0.2	43.4	394.1	372.1	22.0	228.3	197.8	30.5
15	1570.1	1303.6	266.5	837.9	687.4	150.5	47.9	0.2	47.7	433.3	409.1	24.2	251.0	217.4	33.5
20	1733.8	1439.6	294.2	925.3	759.1	166.3	52.9	0.2	52.7	478.5	451.8	26.7	277.2	240.2	37.0

Fonte: Autoria própria.





ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE SANEAMENTO BÁSICO  
E GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Tabela 5-23 – Carga de Nitrogênio Total municipal e por distrito (kg/dia).

Ano	Município		Sede		Irundi		Praia Grande		Timbui				
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	157.8	131.0	26.8	84.2	69.1	15.1	4.8	43.5	41.1	2.4	25.2	21.9	3.4
5	173.7	144.2	29.5	92.7	76.0	16.6	5.3	47.9	45.3	2.7	27.8	24.0	3.7
10	190.4	158.1	32.3	101.6	83.4	18.3	5.8	52.5	49.6	2.9	30.4	26.4	4.1
15	209.3	173.8	35.5	111.7	91.6	20.1	6.4	57.8	54.6	3.2	33.5	29.0	4.5
20	231.2	191.9	39.2	123.4	101.2	22.2	7.0	63.8	60.2	3.6	37.0	32.0	4.9

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-24 – Carga de Fósforo Total municipal e por distrito (kg/dia).

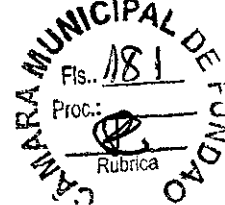
Ano	Município		Sede		Irundi		Praia Grande		Timbui				
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	
0	49.3	40.9	8.4	26.3	21.6	4.7	1.5	13.6	12.8	0.8	7.9	6.8	1.1
5	54.3	45.1	9.2	29.0	23.8	5.2	1.7	15.0	14.1	0.8	8.7	7.5	1.2
10	59.5	49.4	10.1	31.8	26.1	5.7	1.8	16.4	15.5	0.9	9.5	8.2	1.3
15	65.4	54.3	11.1	34.9	28.6	6.3	2.0	18.1	17.0	1.0	10.5	9.1	1.4
20	72.2	60.0	12.3	38.6	31.6	6.9	2.2	19.9	18.8	1.1	11.6	10.0	1.5

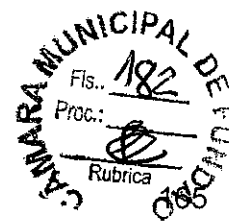
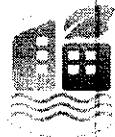
Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-25 – Carga de Coliformes Totais municipal e por distrito (NMP/dia).

Ano	Município		Sede		Irundi		Praia Grande		Timbui			
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	2E+11	2E+11	3E+10	1E+11	9E+10	2E+10	6E+09	5E+10	5E+10	3E+09	3E+10	4E+09
5	2E+11	2E+11	4E+10	1E+11	1E+11	2E+10	7E+09	6E+10	6E+10	3E+09	3E+10	5E+09
10	2E+11	2E+11	4E+10	1E+11	1E+11	2E+10	7E+09	7E+10	6E+10	4E+09	4E+10	5E+09
15	3E+11	2E+11	4E+10	1E+11	1E+11	3E+10	8E+09	7E+10	7E+10	4E+09	4E+10	6E+09
20	3E+11	2E+11	5E+10	2E+11	1E+11	3E+10	9E+09	8E+10	8E+10	4E+09	5E+10	6E+09

Fonte: Autoria própria.





### Com tratamento

A remoção de poluentes no tratamento, de forma a adequar o lançamento a uma qualidade desejada ou ao padrão de qualidade vigente, está associada aos conceitos de nível de tratamento e eficiência de tratamento. O tratamento preliminar tem por objetivo apenas a remoção dos sólidos grosseiros, enquanto o tratamento primário visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. No tratamento secundário, o objetivo é principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente nutrientes (nitrogênio e fósforo). O tratamento terciário objetiva a remoção de poluentes específicos (usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis) ou, ainda, a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário.

O Quadro 5-7, apresentado abaixo, mostra as principais características das etapas de tratamento de esgotos domésticos, com estimativas de eficiência para alguns grupos de poluentes.

Quadro 5-7 - Características dos principais níveis de tratamento dos esgotos.

Item	Nível de Tratamento			
	Preliminar	Primário	Secundário	Terciário
Poluentes removidos	Sólidos grosseiros	Sólidos sedimentáveis; DBO em suspensão	Sólidos não sedimentáveis; DBO em suspensão fina; DBO solúvel; Nutrientes (parcialmente); Patógenos (parcialmente)	Sólidos inorgânicos dissolvidos; DBO em suspensão; Compostos não biodegradáveis; Nutrientes; Patógenos; Metais pesados;
Eficiências de remoção	DBO: 5-10% SS: 5-20% Coliformes: 10-20%	DBO: 30-40% SS: 40-70% Coliformes: 30-70%	DBO: 60-95% SS: 65-95% Coliformes: 70-99% Nutrientes: 10-50%	DBO: 40-99% SS: 80-99% Coliformes: 99,999% Nutrientes: 99%
Mecanismo de tratamento predominante	Físico	Físico	Biológico	Físico Químico Biológico
Cumprimento padrão de lançamento?	Não	Não	Usualmente sim	Sim
Aplicação	Montante de elevatória; Etapa inicial do tratamento	Tratamento parcial; Etapa intermediária do tratamento mais completo	Tratamento mais completo para matéria orgânica e sólidos em suspensão (para nutrientes e coliformes requer adaptações ou	Tratamento para remoção de nutrientes e coliformes



Item	Nível de Tratamento			
	Preliminar	Primário	Secundário (inclusão de etapas específicas)	Terciário

Fonte: VON SPERLING (1996).

A seguir são apresentados quatro exemplos de sistemas de tratamento de esgotos de amplo emprego no país, sendo alternativas que privilegiam a simplicidade, menores custos e maior sustentabilidade. Evidentemente, não seria possível abordar todas as tecnologias atualmente disponíveis e praticadas no Brasil e suas diversas combinações. Entretanto, os quatro exemplos de sistemas que serão apresentados servem de ponto de partida para o tomador de decisão.

As tecnologias de tratamento a seguir são apenas exemplos que poderiam ser aplicadas no município diante das diversas possibilidades de tratamento existentes atualmente. Logicamente, é necessário um estudo de concepção do sistema completo para avaliar a viabilidade técnica e econômica em cada sistema de tratamento.

#### a) Sistema de Lagoa Anaeróbia e Lagoa Facultativa

No sistema de lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas, o esgoto bruto entra numa lagoa anaeróbia de menores dimensões e mais profunda, onde a fotossíntese praticamente não ocorre e o consumo de oxigênio é maior que a sua produção.

Para um período de permanência de apenas 3 a 5 dias na lagoa anaeróbia, a decomposição da matéria orgânica é apenas parcial, mas com remoção da DBO da ordem de 50 a 60%, aliviando a carga para a lagoa facultativa, situada a jusante.

Na lagoa facultativa, de dimensões menores, uma série de eventos contribui para a purificação dos esgotos efluentes. Parte da matéria orgânica em suspensão tende a sedimentar, vindo a constituir o lodo de fundo, que sofre processo de decomposição por microrganismos anaeróbios.



Este sistema também é conhecido por sistema australiano. O requisito de área é tal, que se obtém uma economia de área da ordem de 1/3, comparado a uma lagoa facultativa única.

O sistema tem uma eficiência ligeiramente superior à de uma lagoa facultativa única, é conceitualmente simples e fácil de operar. No entanto, a existência de uma etapa anaeróbia em uma unidade aberta tem a possibilidade de liberação de maus odores. Por essa razão, o sistema australiano é normalmente localizado onde é possível haver um grande afastamento das residências.

#### **b) Sistema de Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (UASB) e Biofiltro Aerado Submerso**

Nos reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo, o volume requerido é bastante reduzido em comparação com os outros sistemas de tratamento. Como resultado da atividade anaeróbia, esses reatores promovem uma remoção média de matéria orgânica (DBO5) da ordem de 70% (VON SPERLING, 1996).

O risco da geração ou liberação de maus odores pode ser bastante minimizado através de um projeto bem elaborado tanto nos cálculos cinéticos quanto nos aspectos hidráulicos. A completa vedação do reator, incluindo a saída submersa do efluente, colabora sensivelmente para a diminuição destes riscos, bem como a operação adequada do reator.

A principal função dos biofiltros aerados submersos é a remoção de compostos orgânicos e nitrogênio na forma solúvel, contribuindo para uma eficiência global da remoção de DBO5 superior a 90%. O lodo de excesso produzido nos biofiltros é encaminhado por recalque ao reator UASB para estabilização.



**c) No Brasil, a maior aplicação dos biofiltros aerados submersos tem sido como pós tratamento de efluentes de reatores UASB. Sistema de Lodos Ativados**

O sistema de lodos ativados não exige grandes requisitos de áreas como, por exemplo, as lagoas. No entanto há um alto grau de mecanização e um elevado consumo de energia elétrica (VON SPERLING, 1996).

A alta eficiência deste sistema é em grande parte devido a recirculação de lodo. Esta permite que o tempo de detenção hidráulico seja pequeno e conseqüentemente também o reator possua pequenas dimensões. Além da matéria orgânica carbonácea, o sistema de lodos ativados pode remover também nitrogênio e fósforo, porém a remoção de coliformes é geralmente baixa e insuficiente para o lançamento no corpo receptor.

A utilização de reator UASB + Lodos ativados é uma alternativa bastante promissora em regiões de clima quente, com o reator UASB substituindo com vantagens o decantador primário (PROSAB 4, 2006).

**d) Sistema de Fossa Séptica e Filtro Anaeróbio**

O sistema de fossas sépticas seguidas de filtros anaeróbios tem sido amplamente utilizado em nosso meio rural e em comunidades de pequeno porte. A fossa séptica remove a maior parte dos sólidos em suspensão. A matéria orgânica efluente da fossa séptica se dirige ao filtro anaeróbio, onde ocorre a sua remoção, também em condições anaeróbias (VON SPERLING, 1996).

O filtro anaeróbio apresenta alguma similaridade conceitual com os filtros biológicos aeróbios: em ambos os casos, a biomassa cresce aderida a um meio suporte, usualmente pedras.

A eficiência deste sistema é usualmente inferior à dos processos aeróbios, embora seja na maior parte das situações suficiente. Fossas-filtro tem sido amplamente utilizadas para pequenas populações (PROSAB 4, 2006). Sempre há um risco de geração de maus odores por se tratar de um sistema anaeróbio, no entanto



procedimentos de projeto e operacionais podem contribuir para reduzir esses riscos.

Sejam consideradas ainda as eficiências médias de tratamento das quatro alternativas de tratamento acima citadas: DBO tem eficiência de remoção da ordem de 80 a 90%; DQO, de 70 a 80%; Sólidos Suspensos, de 75 a 90%; Nitrogênio Total, inferior a 60% (adotado 50%); Fósforo Total, inferior a 35% (adotado 30%); e Coliformes Termotolerantes, até 2 unidades Log.





Tabela 5-26 – Carga de DBO municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 80%.

Ano	Município			Sede			Irundi			Praia Grande			Timbuí		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	197.2	163.8	33.5	105.3	86.3	18.9	6.0	0.0	6.0	54.4	51.4	3.0	31.5	27.3	4.2
5	217.1	180.3	36.8	115.9	95.0	20.8	6.6	0.0	6.6	59.9	56.6	3.3	34.7	30.1	4.6
10	238.0	197.6	40.4	127.0	104.2	22.8	7.3	0.0	7.2	65.7	62.0	3.7	38.1	33.0	5.1
15	261.7	217.3	44.4	139.7	114.6	25.1	8.0	0.0	8.0	72.2	68.2	4.0	41.8	36.2	5.6
20	289.0	239.9	49.0	154.2	126.5	27.7	8.8	0.0	8.8	79.8	75.3	4.5	46.2	40.0	6.2

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-27 – Carga de DBO municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 90%.

Ano	Município			Sede			Irundi			Praia Grande			Timbuí		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	98.6	81.9	16.7	52.6	43.2	9.5	3.0	0.0	3.0	27.2	25.7	1.5	15.8	13.7	2.1
5	108.5	90.1	18.4	57.9	47.5	10.4	3.3	0.0	3.3	30.0	28.3	1.7	17.4	15.0	2.3
10	119.0	98.8	20.2	63.5	52.1	11.4	3.6	0.0	3.6	32.8	31.0	1.8	19.0	16.5	2.5
15	130.8	108.6	22.2	69.8	57.3	12.5	4.0	0.0	4.0	36.1	34.1	2.0	20.9	18.1	2.8
20	144.5	120.0	24.5	77.1	63.3	13.9	4.4	0.0	4.4	39.9	37.7	2.2	23.1	20.0	3.1

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-28 – Carga de DQO municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 70%.

Ano	Município			Sede			Irundi			Praia Grande			Timbuí		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	591.7	491.3	100.4	315.8	259.0	56.7	18.0	0.1	18.0	163.3	154.2	9.1	94.6	82.0	12.6
5	651.3	540.8	110.5	347.6	285.1	62.4	19.9	0.1	19.8	179.7	169.7	10.0	104.1	90.2	13.9
10	714.0	592.9	121.2	381.1	312.6	68.5	21.8	0.1	21.7	197.0	186.1	11.0	114.2	98.9	15.2
15	785.0	651.8	133.2	419.0	343.7	75.3	23.9	0.1	23.9	216.7	204.6	12.1	125.5	108.7	16.8
20	866.9	719.8	147.1	462.7	379.5	83.1	26.4	0.1	26.3	239.3	225.9	13.4	138.6	120.1	18.5

Fonte: Autoria própria.



Tabela 5-29 – Carga de DQO municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 80%.

Ano	Município			Sede			Irundi			Praia Grande			Timbuí		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	394.4	327.5	66.9	210.5	172.7	37.8	12.0	0.0	12.0	108.9	102.8	6.1	63.1	54.6	8.4
5	434.2	360.5	73.7	231.7	190.1	41.6	13.2	0.1	13.2	119.8	113.1	6.7	69.4	60.1	9.3
10	476.0	395.2	80.8	254.0	208.4	45.6	14.5	0.1	14.5	131.4	124.0	7.3	76.1	65.9	10.2
15	523.4	434.5	88.8	279.3	229.1	50.2	16.0	0.1	15.9	144.4	136.4	8.1	83.7	72.5	11.2
20	577.9	479.9	98.1	308.4	253.0	55.4	17.6	0.1	17.6	159.5	150.6	8.9	92.4	80.1	12.3

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-30 – Carga de Sólidos Suspensos municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 80%.

Ano	Município			Sede			Irundi			Praia Grande			Timbuí		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	236.7	196.5	40.2	126.3	103.6	22.7	7.2	0.0	7.2	65.3	61.7	3.6	37.8	32.8	5.1
5	260.5	216.3	44.2	139.0	114.0	25.0	7.9	0.0	7.9	71.9	67.9	4.0	41.6	36.1	5.6
10	285.6	237.1	48.5	152.4	125.0	27.4	8.7	0.0	8.7	78.8	74.4	4.4	45.7	39.6	6.1
15	314.0	260.7	53.3	167.6	137.5	30.1	9.6	0.0	9.5	86.7	81.8	4.8	50.2	43.5	6.7
20	346.8	287.9	58.8	185.1	151.8	33.3	10.6	0.0	10.5	95.7	90.4	5.3	55.4	48.0	7.4

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-31 – Carga de Sólidos Suspensos municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 90%.

Ano	Município			Sede			Irundi			Praia Grande			Timbuí		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	118.3	98.3	20.1	63.2	51.8	11.3	3.6	0.0	3.6	32.7	30.8	1.8	18.9	16.4	2.5
5	130.3	108.2	22.1	69.5	57.0	12.5	4.0	0.0	4.0	35.9	33.9	2.0	20.8	18.0	2.8
10	142.8	118.6	24.2	76.2	62.5	13.7	4.4	0.0	4.3	39.4	37.2	2.2	22.8	19.8	3.0
15	157.0	130.4	26.6	83.8	68.7	15.1	4.8	0.0	4.8	43.3	40.9	2.4	25.1	21.7	3.4
20	173.4	144.0	29.4	92.5	75.9	16.6	5.3	0.0	5.3	47.9	45.2	2.7	27.7	24.0	3.7

Fonte: Autoria própria.



Tabela 5-32 – Carga de Nitrogênio Total municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 50%.

Ano	Município			Sede			Irundi			Praia Grande			Timbui		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	78.9	65.5	13.4	42.1	34.5	7.6	2.4	0.0	2.4	21.8	20.6	1.2	12.6	10.9	1.7
5	86.8	72.1	14.7	46.3	38.0	8.3	2.6	0.0	2.6	24.0	22.6	1.3	13.9	12.0	1.9
10	95.2	79.0	16.2	50.8	41.7	9.1	2.9	0.0	2.9	26.3	24.8	1.5	15.2	13.2	2.0
15	104.7	86.9	17.8	55.9	45.8	10.0	3.2	0.0	3.2	28.9	27.3	1.6	16.7	14.5	2.2
20	115.6	96.0	19.6	61.7	50.6	11.1	3.5	0.0	3.5	31.9	30.1	1.8	18.5	16.0	2.5

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-33 – Carga de Fósforo Total municipal e por distrito (kg/dia) após tratamento com eficiência de 30%.

Ano	Município			Sede			Irundi			Praia Grande			Timbui		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	34.5	28.7	5.9	18.4	15.1	3.3	1.1	0.0	1.0	9.5	9.0	0.5	5.5	4.8	0.7
5	38.0	31.5	6.4	20.3	16.6	3.6	1.2	0.0	1.2	10.5	9.9	0.6	6.1	5.3	0.8
10	41.7	34.6	7.1	22.2	18.2	4.0	1.3	0.0	1.3	11.5	10.9	0.6	6.7	5.8	0.9
15	45.8	38.0	7.8	24.4	20.0	4.4	1.4	0.0	1.4	12.6	11.9	0.7	7.3	6.3	1.0
20	50.6	42.0	8.6	27.0	22.1	4.8	1.5	0.0	1.5	14.0	13.2	0.8	8.1	7.0	1.1

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-34 – Carga de Coliformes Totais municipal e por distrito (NIMP/dia) após tratamento com eficiência de 2 unidade Log.

Ano	Município			Sede			Irundi			Praia Grande			Timbui		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
0	2E+09	2E+09	3E+08	1E+09	9E+08	2E+08	6E+07	2E+05	6E+07	5E+08	5E+08	3E+07	3E+08	3E+08	4E+07
5	2E+09	2E+09	4E+08	1E+09	1E+09	2E+08	7E+07	3E+05	7E+07	6E+08	6E+08	3E+07	3E+08	3E+08	5E+07
10	2E+09	2E+09	4E+08	1E+09	1E+09	2E+08	7E+07	3E+05	7E+07	7E+08	6E+08	4E+07	4E+08	3E+08	5E+07
15	3E+09	2E+09	4E+08	1E+09	1E+09	3E+08	8E+07	3E+05	8E+07	7E+08	7E+08	4E+07	4E+08	4E+08	6E+07
20	3E+09	2E+09	5E+08	2E+09	1E+09	3E+08	9E+07	3E+05	9E+07	8E+08	8E+08	4E+07	5E+08	4E+08	6E+07

Fonte: Autoria própria.





#### 5.2.3.4 Alternativas de Tratamento

O processo de avaliação e seleção da tecnologia mais apropriada para o tratamento de esgotos domésticos deve considerar a concepção do sistema de tratamento, os custos relativos à construção, a operação e a manutenção, bem como a reparação e a substituição do sistema (MASSOUD et al., 2009). As técnicas existentes para o tratamento de esgotos domésticos incluem duas abordagens básicas: centralizadas ou descentralizadas (MOUSSAVI et al., 2010; SURIYACHAN et al., 2012).

##### **Tratamento Local (Bacia)**

Quando a coleta, o tratamento e a descarga (ou reuso) de efluentes acontecem próximo do local onde o efluente foi gerado, é chamado de sistema de tratamento descentralizado.

A necessidade de orientar os traçados da rede coletora na malha viária existente, mesmo sob melhor aproveitamento da topografia para obter uma condução dos efluentes pela maior parte da extensão do sistema por gravidade, requer invariavelmente a introdução de estações elevatórias para contornar e superar acidentes topográficos. Determinadas sub-bacias ou bacias não poderiam ser conectadas a outras sem o artifício da utilização de estações elevatórias de bombeamento, desconsiderando-se a hipótese de um aprofundamento exagerado e inviável técnica e economicamente de coletores para obter o escoamento por gravidade. A introdução de recalques significa custos adicionais, tanto de implantação quanto de operação, fatores de custo que incrementam na medida em que ocorre o bombeamento repetido de vazões acumuladas ao longo do caminho de condução.

Libralato et al. (2012) afirmam que os custos dos sistemas descentralizados se referem unicamente à unidade de tratamento. Além disso, a gestão desse tipo de sistema é facilitada, uma vez que o próprio gerador é responsável pelo sistema.



Tecnologias descentralizadas podem variar desde simples métodos biológicos até sistemas de membrana-filtração de alta tecnologia que reciclam efluentes. Tratamento descentralizado pode reduzir construções, operações e manutenções. É uma proposta interessante no auxílio da conservação dos recursos naturais e provém uma característica ecologicamente correta o que faz deste sistema ser um atrativo para sua implantação (JORDAN & SENTHILNATHAN, 1996).

Além destas vantagens, Naphi (2004) também cita algumas:

- Não há mistura dos resíduos industriais com os domésticos;
- Utilização de tecnologias com menos investimentos em manutenção;
- Redução de custos, uma vez que não necessita de utilização de canais para o transporte dos resíduos;
- O efluente tratado está prontamente disponível para reutilização;
- Possibilidade de expansão do sistema;
- Facilidade de planejamento e execução, já que os projetos são simples e fáceis de executar, até pelo investimento financeiro;
- Possibilidade de empregar diferentes estratégias de gestão financeiramente e ambientalmente eficientes.

Crites & Tchobanoglous (1998), afirmam que as situações típicas que justificam a opção pelo método da descentralização são:

- Quando devem ser melhoradas a operação e administração de sistemas do local existente;
- Onde há falhas nos sistemas locais individuais;
- Onde a comunidade está distante dos sistemas de tratamento de esgotos existentes;
- Onde existem oportunidades para o reuso local do efluente tratado.

### **Tratamento Centralizado**

A gestão centralizada é uma forma de tratar esgotos domésticos em regiões com elevada densidade populacional e urbanizadas. Trata-se de um sistema de



tratamento que envolve um conjunto de equipamentos e instalações destinados a coletar, transportar, tratar e destinar de maneira segura grandes volumes de esgotos domésticos. Normalmente, estes sistemas são de propriedade pública (SURIYACHAN et al., 2012).

O sistema centralizado é aplicado na maior parte dos países desenvolvidos ou em desenvolvimento, sendo considerada uma tecnologia consolidada para solucionar a problemática do tratamento de esgotos domésticos. Entretanto por se tratar de um sistema relativamente caro, no que se refere à implantação, operação e manutenção, este tipo de sistema não é apropriado para pequenas comunidades e/ou comunidades rurais (MASSOUD et al., 2009; SABRY, 2010). Os sistemas centralizados são fortemente dependentes de energia elétrica (LIBRALATO et al., 2012). Além disso, há utilização extensa de terra, bem como utilização de tecnologias de tratamento avançado (SURIYACHAN et al., 2012).

As desvantagens dos sistemas de tratamento de esgotos centralizados são citadas como: a elevada demanda de energia para a degradação do material carbonáceo e para a nitrificação; o “desperdício” na ordem de 20%, 5% e 90% de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente, passíveis de serem reutilizados na agricultura; a alta produção de biossólidos (lodo) e os custos referentes à sua disposição final; alto custo de operação e manutenção das redes coletoras e estações de tratamento.

### **Comparação entre as Alternativas**

Os sistemas descentralizados são destacados por garantir o acesso ao saneamento, principalmente em regiões rurais e periurbanas, as quais ainda sofrem pela falta de saneamento adequado. Já os sistemas centralizados são construídos principalmente para atender as áreas densamente povoadas.

Sistemas de tratamento descentralizados tem se tornado uma opção sustentável para o tratamento de esgotos domésticos, não só no Brasil, mas na Europa também, principalmente por ser uma alternativa de acessibilidade em locais distantes da rede de esgoto centralizada; possibilidade de geração de bioenergia,



através da transformação do material orgânico; Possibilidade de reutilização do efluente, rico em nutrientes, em práticas agrícolas; e, reaproveitamento da água (ROELEVELD e ZEEMAN, 2006; MOELANTS et. al., 2011).

Tendo em vista que a Lei Federal nº 11.445 (BRASIL, 2007), que instituiu a Política Nacional de Saneamento, apresentar como destaque entre seus objetivos, “proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental às populações rurais e de pequenos núcleos urbanos isolados”, a adoção de sistemas descentralizados pode contribuir para a universalização do saneamento em assentamentos rurais, áreas periurbanas ou até mesmo no atendimento a populações em situação de risco em regiões urbanizadas.

### 5.3 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS (SDMAPU)

#### 5.3.1 Estimativa das Demandas do SDMAPU

Na etapa de diagnóstico, foram levantados os dados referentes a situação atual do saneamento no Município. Agora, realiza-se a etapa de prognóstico, que envolve a projeção para o horizonte temporal do plano com a finalidade de formular estratégias para evidenciar a resolução de problemas futuros, tornando-se base para a proposição das ações e programas corretivos para evolução do sistema de drenagem municipal.

Recentemente, têm-se discutido o planejamento para a ocupação urbana de forma mais sustentável, onde inclui-se como ferramenta este instrumento (o Plano Municipal de Saneamento), que proporcionará em seu resultado final a indicação de medidas e programas para o desenvolvimento da sustentabilidade no Município.

Vale ressaltar a necessidade de que as expansões urbanas deverão ser acompanhadas das respectivas redes de microdrenagem, para atendimento do princípio fundamental IV da Lei 11.445 de 2007, que solicita a disponibilidade, em



todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, bem como a fiscalização e manutenção preventiva das mesmas.

A falta de estudos específicos de dimensionamento e modelagem de escoamento nas sub-bacias que contemplam trechos urbanos, dificultam a avaliação dos reais motivos das ocorrências de alagamentos para o Município.

Sendo assim, o Quadro 5-8 apresenta os problemas já existentes em relação a drenagem para o Município, levantados na etapa de diagnóstico deste estudo, e identificando os aspectos prognósticos esperados em relação ao levantamento do incremento de área impermeável.

Quadro 5-8 - Aspectos prognósticos para as áreas urbanas de Fundão.

Perímetro urbano	Problemas levantados na etapa de Diagnóstico	Prognóstico
Sede	Alagamentos localizados nos bairros Centro e São José, próximas à BR-101, devido ao desnível da rodovia com as ruas laterais e a falta de infraestrutura de drenagem, faz com que, durante os períodos chuvosos acumulem água nessas áreas.	Possível continuidade dos problemas de alagamento caso não seja feita a desobstrução/redimensionamento das redes de drenagem.
	Inundações nas residências ao longo das margens dos rios Fundão/Reis magos e Itapira.	Tendência de permanência dos efeitos das inundações referentes ao extravasamento natural da calha dos rios.
Praia Grande	Alagamentos localizados nos bairros Praia Grande, Enseada das Garças, Rio Preto e Balneário Costa Azul, ambas próximas à ES-010, devido ao desnível da rodovia com as ruas laterais e a falta de infraestrutura de drenagem, faz com que, durante os períodos chuvosos acumulem água nessas áreas.	Possível continuidade dos problemas de alagamento caso não seja feita a desobstrução/redimensionamento das redes de drenagem.
	Área de inundação localizada na planície de inundação do córrego Tongo, bairro Mirante da Praia.	Permanência dos atuais impactos, devido à ocupação ter se dado de forma desordenada.
	Área de inundação pelo rio Fundão/Reis Magos localizada rua Distrito Federal, bairro Praia.	Tendência de permanência dos efeitos das inundações referentes ao extravasamento natural da calha do rio.
Timbuí	Não foram diagnosticados problemas de alagamentos.	O distrito poderá continuar sem problemas de alagamentos, caso sejam respeitadas as legislações vigentes de ordenamento urbano.

Fonte: Autoria própria.





### 5.3.1.1 Alternativas Atendimento das Demandas do SDMAPU

#### **Estabelecimento de diretrizes para o controle de escoamentos na fonte**

O controle do escoamento na fonte implementa procedimentos visando evitar ou minimizar a ampliação da cheia natural das bacias hidrográficas, devido aos seus usuários urbanos.

Nos núcleos urbanizados temos o 'usuário urbano' que é configurado como: lotes residenciais, lotes ocupados por empresas, empreendimentos com grandes extensões e áreas públicas.

Para estes casos, as metodologias de controle do escoamento na fonte estão orientadas em duas concepções principais:

- Utilizar dispositivos para aumentar a infiltração na fonte, ou seja, na área do usuário urbano;
- Reservar dentro da área do usuário urbano a parcela de volume de escoamento superficial gerada devido à sua instalação na bacia. Este volume é estimado pela diferença entre o volume de escoamento gerado em condições de ocupação urbana e o volume de escoamento para condições de pré-urbanização.

A abrangência e tipo de procedimento de controle a ser empregado é definido em função da atenuação necessária ao hidrograma de cheia de cada bacia hidrográfica urbana. Em cidades onde há delimitações das bacias urbanas e o conhecimento de sua rede de drenagem instalada, os sistemas de gestão pautam-se no estabelecimento de uma vazão máxima, por área dos lotes, que é receptível pela rede pública de drenagem urbana, a fim de estabelecer limites e o controle dos dimensionamentos.

Com o objetivo de aperfeiçoamento do sistema de drenagem da região podem ser propostas algumas medidas não estruturais ligadas ao uso e ocupação do solo na região, medidas de controle ambiental, de controle da drenagem urbana, entre outras.



Para a definição de um percentual de impermeabilização adequado para um Município é necessária a análise da cobertura da bacia presente. Atualmente, o PDM de Fundão (Lei nº 458/2007), para garantia da permeabilidade do solo, estabelece que 20% (vinte por cento) da área do lote deve ficar livre de pavimentação.

Assim, pelas características atuais e projetadas existentes, recomenda-se a manutenção do disposto no PDM, ou seja, taxa de permeabilidade mínima em todos os lotes de 20%, como medida controle de escoamento na fonte para o município de Fundão.

Ainda, como medida de controle ambiental é necessário a manutenção de todos os maciços florestais existentes bacia do rio Reis Magos. Visto que são consideradas áreas protegidas pelo Código Florestal Brasileiro, sendo necessária a preservação dessas áreas florestais remanescentes para manter os sítios de infiltração nas bacias no intuito de reduzir o escoamento superficial e a ocorrência de inundações. Além disso, também se recomenda a recuperação de áreas desmatadas com o objetivo de aumentar sítios de infiltração.

Para que a área sob cobertura vegetal seja preservada ou ampliada, é importante que o poder público ofereça incentivos aos proprietários dessas áreas. Esse incentivo pode ser fomentado através de programas como o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA, estabelecido pela Lei Estadual nº 9.864, de 26 de junho de 2012, que prevê recompensa financeira prestada ao proprietário rural ou outro facilitador na manutenção e recuperação dos serviços ambientais. Recomenda-se dessa forma que, o PSA seja aplicado nas bacias de forma a incentivar a preservação de maciços florestais existentes e criação de novos.

Para o meio rural, as medidas de controle do escoamento na fonte passam desde o uso de técnicas de cultivo voltadas a preservação do solo e da água dentro das propriedades rurais, à reestruturação das estradas vicinais com a construção e manutenção de caixas secas, ao recobrimento de taludes de corte e aterro para que se evitem erosões e prejuízos futuros.



Para medidas de controle do escoamento na drenagem urbana, pode-se citar diretrizes para o uso de pavimentos permeáveis nas vias e de outros dispositivos que auxiliem a infiltração controlada da água no solo. O Quadro 5-9 apresenta os dispositivos utilizados para implementar a infiltração na fonte, suas vantagens e desvantagens em áreas urbanas, definidas pelo Ministério das Cidades.

Quadro 5-9 - Tipos de dispositivos para ampliar a infiltração na fonte em áreas urbanas.

Dispositivo	Características	Vantagens	Desvantagens
Planos e 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 > 0,1 % não devem ser usados; o material sólido para a área de infiltração pode reduzir sua capacidade de infiltração
Planos e valos de infiltração sem drenagem	Gramado, 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.
Pavimentos permeáveis	Concreto, asfalto ou bloco vazado com alta capacidade de infiltração	Permite infiltração da água	Não deve ser usado 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 armazenamento	Pode reduzir a eficiência ao longo do tempo, dependendo da quantidade de material sólido que drena para a área

Fonte: Tucci (2005).

### 5.3.1.2 Medidas mitigadoras para contenção de erosões e assoreamento

A sedimentação é um processo natural ocasionada por erosão de partículas e seu posterior transporte, e o assoreamento é o processo de deposição de sedimentos detríticos, restabelecendo contato com o fundo do leito devido à gravidade. Nesse processo age a resistência do meio fluido, que freia as partículas levando-as para o fundo, principalmente devido a turbulência (TUCCI, 1998).



Porém, fatores antrópicos aceleram tal processo, o que causa efeitos negativos para o meio ambiente. Segundo Geotécnica (2007), no local de ocorrências de erosão, o solo se torna pobre em nutrientes e ocasiona o assoreamento dos rios e reservatórios. Há inúmeras atividades relacionadas ao uso e ocupação do solo, como desmatamento, pecuária, agricultura, mineração, urbanização, entre outros, tem como consequências o assoreamento.

Em rios, o assoreamento reduz o volume de água de algumas partes do curso d'água e conseqüente alagamento de outras, compromete o fluxo das correntes e a navegabilidade do rio, altera a visibilidade e a entrada de luz, e, ainda, reduz a renovação do oxigênio da água, comprometendo a qualidade da mesma, acarretando desequilíbrio dos ecossistemas.

O controle dos processos erosivos envolve: evitar o impacto das gotas de chuva; disciplinar o escoamento superficial, seja ele difuso ou, em especial, concentrado e; facilitar a infiltração de água no solo.

Em áreas agrícolas, para se ter um aumento da cobertura do solo, aumento das taxas de infiltração de água no solo e redução do escoamento superficial é aconselhável práticas como:

- Plantio em nível: técnica de plantio em fileiras perpendiculares ao sentido do declive.
- Controle de capinas: substituição de capina por roçada ou capina química resultam na manutenção de plantas vivas e/ou restos culturais na superfície do solo.
- Lançamento de resíduos: prática de adicionar resíduos de criatórios como esterco de bovinos, equinos e cama de frango, e resíduos vegetais como casca de café, resíduos de podas e palhada de milho na superfície do solo.
- Terraceamento: parcelamento de rampas niveladas
- Cordões de contorno - são constituídos de um canal (sulco) e um camalhão, feitos em curva de nível e distanciados de acordo com a declividade do terreno e a textura do solo.
- Cultivo mínimo: preparo mínimo do solo.



- Implantação de florestas comerciais com espécies adaptadas à região e a implantação de sistemas agroflorestais (SAFs) e silvopastoris.
- Para áreas de pastagens, são também necessárias práticas de manejo conservacionistas, a fim de evitar o assoreamento, pode-se citar:
- Melhoria das condições químicas do solo: adequar o pH e teores de nutrientes do solo às exigências da gramínea implantada. Isso aumenta a capacidade de lotação e a cobertura do solo.
- Adequação da taxa de lotação: manter um número de animais que seja compatível com a produção de massa verde da área.
- Escolha de espécies: devem ser adaptadas as condições de manejo, tipo de solo e clima.

Nas estradas, no intuito de melhorar as condições de trafegabilidade, e para a redução da velocidade de escoamento superficial de forma eficiente e para a ampliação das taxas de infiltração e conseqüente redução do escoamento superficial e erosão, recomendam-se estruturas como caixas secas e bacias de contenção, instaladas às margens de rodovias pavimentadas ou vicinais. Além disso, recomenda-se medidas como recobrimento de áreas não transitáveis com espécies herbáceas, principalmente gramíneas e recobrimento de taludes de corte e aterro.

### **5.3.2 Medidas Mitigadoras Gerenciais**

Práticas de gestão eficiente da drenagem urbana são capazes de garantir o correto funcionamento da rede instalada, além de aumentar a sua vida útil, garantindo a minimização dos prejuízos durante os grandes eventos pluviométricos.

As medidas gerenciais são não estruturais, de baixo custo, podem ser tomadas em caráter imediato, e são capazes de trazer um retorno considerável em um curto período de tempo.



Uma delas, que diz respeito a manutenção do sistema de drenagem, é fundamental para permitir a efetividade de obras ao longo do tempo. Os problemas mais comuns observados nos sistemas de drenagem instalados são o assoreamento, o acúmulo de resíduos sólidos e o crescimento de vegetação. Além disso, as estruturas de drenagem devem estar aptas a receber, conduzir e armazenar as águas pluviais a qualquer momento, reduzindo o risco de inundações.

Por isso, as manutenções devem ser periódicas e executadas tanto em períodos secos como chuvosos, mesmo que com uma frequência diferenciada (SÃO PAULO, 2012). Como exemplo a execução da limpeza e desobstrução das bocas de lobo, dentre outros acessórios da rede, de forma periódica e programada, é capaz de minimizar os possíveis transtornos causados a população durante precipitações mais intensas.

As manutenções deverão ser mantidas em registro pela Secretaria Municipal responsável, para que haja o controle das limpezas e dragagens realizadas.

Para tanto, deverá ocorrer a designação de um profissional responsável para a gestão do eixo drenagem dentro da prefeitura, a fim de organizar e alimentar um banco de dados, além de coordenar e gerir com planejamento as ações de drenagem urbana no Município, bem como o desenvolvimento de toda e qualquer questão relativa ao tema, assim como para o acompanhamento da aplicação das metas e programas propostos por este plano.

Da mesma forma deverá ocorrer a formulação de um fluxograma que tenha as diretrizes básicas de atendimento aos principais problemas apresentados pela rede de drenagem. Esta medida visa caracterizar as ações de forma padrão, aumentando a efetividade e rapidez das respostas, quando as manutenções preventivas não foram suficientes para evitar algumas ocorrências. O Quadro 5-10 apresenta um exemplo das ações de resposta a serem realizadas para os as situações que podem ocorrer nas redes de drenagem e o Quadro 5-11 ressalta as medidas mitigadoras a serem implementadas de forma imediata.



Quadro 5-10 - Exemplo de respostas gerenciais a ocorrências com a rede de drenagem.

Ocorrência de situações na rede de drenagem	Ações de resposta
Inexistência ou ineficiência da rede de drenagem urbana.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Verificar o uso do solo previsto para região em busca de desacordos com a legislação.</li><li>- Comunicar a Secretaria de Obras e Serviços Públicos a necessidade de ampliação ou correção da rede de drenagem.</li></ul>
Presença de esgoto ou lixo nas galerias de águas pluviais	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comunicar ao setor de fiscalização sobre a presença do lixo e esgoto.</li><li>- Buscar expandir o trabalho de conscientização da população.</li></ul>
Presença de materiais de grande porte, como carcaças de eletrodomésticos, móveis ou pedras.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comunicar a Secretaria de Obras e Serviços Públicos sobre a ocorrência.</li><li>- Buscar aumentar o trabalho de conscientização da população.</li></ul>
Assoreamento de bocas de lobo, bueiros e canais.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comunicar a Secretaria de Obras e Meio Ambiente sobre a ocorrência.</li><li>- Verificar se as manutenções periódicas têm ocorrido.</li></ul>
Situações de alagamento, problemas relacionados à microdrenagem.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Verificar se as manutenções periódicas têm ocorrido.</li><li>- Acionar a autoridade de trânsito para que sejam traçadas rotas alternativas a fim de evitar o agravamento do problema.</li><li>- Propor soluções para resolução do problema, com a participação da população e informando a mesma sobre a importância de se preservar o sistema de drenagem.</li></ul>

Fonte: Adaptado de B&B Engenharia Ltda (2014).

Quadro 5-11 - Medidas mitigadoras a serem implementadas no sistema de drenagem e suas prioridades no Município.

Demandas	Dimensão da demanda	Prioridade
Manutenção dos cursos d'água de forma planejada	Limpeza do caminhamento urbano, com retirada de material assoreado e vegetação invasora do curso d'água.	Imediata
Manutenção do sistema de macrodrenagem urbana de forma planejada	Desobstrução do sistema de macrodrenagem assoreado na Sede e distritos. Não há informação da extensão total das redes de macrodrenagem.	Imediata
Manutenção da rede de microdrenagem de forma planejada	Limpeza (principalmente das bocas de lobo) e reparos no sistema de drenagem.	Imediata
Crescimento sustentável das áreas urbanas	Fiscalização e ordenamento das construções urbanas	Imediata

Fonte: Autoria própria.

Um aspecto que merece destaque é o plano de ordenamento das áreas as margens dos cursos d'água urbanos. Nas áreas ribeirinhas os processos de inundações são naturais, em que resultam da flutuação dos rios durante os períodos secos e chuvosos, ou seja, os rios geralmente possuem dois leitos: o



leito menor, onde a água escoar na maior parte do tempo; e o leito maior, que é inundado quando ocorrem chuvas intensas.

O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio. As ocupações nestas regiões sofrem as consequências destas oscilações naturais dos cursos hídricos, e que passa a provocar grandes prejuízos econômicos e sociais.

Desta forma, ressalta-se aqui a necessidade imediata do Município em motivar o ordenamento legal e institucional do uso e ocupação do solo de suas áreas, principalmente urbanas, promovendo uma ocupação planejada e sustentável.

Todas estas medidas imediatas supracitadas também possuem caráter contínuo, ou seja, são medidas de gestão que devem ser realizadas continuamente dentro de um ambiente planejado, e que tenham a capacidade de se aperfeiçoarem com as experiências adquiridas ao longo dos anos.

## 5.4 PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (SLUMRS)

### 5.4.1 Estimativa das Demandas do SLUMRS

Para mensurar as necessidades de serviços Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos (SLUMRS), foram analisados os dados obtidos no diagnóstico técnico-participativo. As projeções das demandas, por serviço, foram estimadas para o horizonte de 20 anos, considerando a definição de metas de:

- Imediatos ou emergenciais – até 3 anos;
- Curto prazo – entre 4 a 8 anos;
- Médio prazo – entre 9 a 12 anos;
- Longo prazo – entre 13 a 20 anos.

No Quadro 5-12 é apresentado o resumo dos principais aspectos observados em cada etapa, as respectivas demandas e graus de prioridade.





Quadro 5-12 - Demandas observadas no diagnóstico de Fundão.

<b>Demanda</b>	<b>Dimensão da demanda</b>	<b>Prioridade</b>
<b>Limpeza Pública:</b> Os serviços são prestados de forma consorciada entre a PMF e empresa contratada. Entretanto não há programas e projetos específicos para a limpeza pública como projeto de varrição contemplando mapas de varrição e medição de produtividades dos varredores. Estas lacunas fazem com que o município não tenha uma apuração quanto à efetividade dos serviços prestados e recursos utilizados.	Elaboração do plano de varrição que contemple mapas de varrição e medição de produtividade dos varredores.	Curto Prazo
<b>Acondicionamento:</b> Não existem projetos de acondicionamento de resíduos, o acondicionamento é feito em algumas lixeiras disponíveis e em latões, porém, a maior parte da população dispõe os sacos de lixo próximos a suas residências o que favorece a criação de pontos viciados.	Elaboração de projeto de acondicionamento de resíduos.	Curto Prazo
<b>Coleta:</b> Não existe projeto de coleta com roteirização de forma otimizada do serviço prestado e controle de percursos realizados.	Elaboração de roteiro de coleta	Curto Prazo
<b>Transporte:</b> Todo o transporte é realizado pela empresa contratada e não existe controle de velocidade e percurso por parte do município. Os dados de pesagem ficam de posse da contratada e são enviados à prefeitura.	Elaboração de projeto de controle de velocidade e percurso dos caminhões que realizam a coleta.	Longo Prazo
<b>Coleta seletiva:</b> A coleta seletiva no município não é realizada e necessita que seja elaborado um projeto de coleta seletiva.	Elaboração de um projeto de coleta seletiva, adequado a realidade local de contar com um número pequeno de catadores de materiais reaproveitáveis.	Curto Prazo
<b>Compostagem:</b> Não existe no município sistema de compostagem de resíduos orgânicos e toda esta parcela é destinada para aterro sanitário.	Elaboração de um projeto de compostagem que seja economicamente viável para o município.	Médio Prazo
<b>Inclusão social de catadores:</b> Não existe associação de catadores no município.	Incentivar a formação de uma associação de catadores de materiais recicláveis	Emergencial
<b>Resíduos de Construção Civil:</b> A gestão do RCC no município de Fundão, atualmente não tem sido realizada pela prefeitura e fica a cargo dos próprios geradores realizarem a destinação adequada. O município não possui legislação que diferencie pequeno e médio gerador. Não existe local de disposição adequada de RCC que atenda as normas técnicas, não permitindo o reaproveitamento da parcela reaproveitável dos RCC, esse fato favorece a criação de pontos viciados no município.	Elaboração de uma legislação que diferencie pequeno e médio gerador de RCC. Licenciar local para disposição adequada de RCC que permita o reaproveitamento da parcela reaproveitável.	Emergencial



Demanda	Dimensão da demanda	Prioridade
<p><b>Resíduos de Serviço de Saúde:</b> O município faz o gerenciamento dos RSS gerados, por meio de contratação de empresa terceirizada que coleta os resíduos e transporta até aterro sanitário.</p> <p>O município não possui legislação que diferencie pequeno e médio gerador, a arca com os custos de uma parcela de geradores que não deveria, os grandes geradores.</p>	Elaboração de legislação que diferencie pequeno e médio gerador.	Médio Prazo
<p><b>Resíduos de responsabilidade dos geradores:</b> O município não tem controle de gestão sobre os resíduos de responsabilidade dos geradores. Não possui legislação e instrumento normativo que indique quais atividades necessitam apresentar os Planos de Gerenciamento de Resíduos quando são licenciados pelo órgão estadual competente. Não existe sistema de informação de resíduos.</p>	Elaborar projeto que vise adequação das estruturas do município em termos legislativos, pessoal e infraestrutura que permita o controle sobre o gerenciamento dos resíduos por parte dos geradores.	Médio Prazo
<p><b>Resíduos com logística reversa obrigatória:</b> O município não tem controle de gestão sobre os resíduos com logística reversa obrigatória.</p>	Elaborar planejamento de ação em relação ao acompanhamento do cumprimento das obrigatoriedades da logística reversa pelos respectivos responsáveis.	Médio Prazo
<p><b>Sistematização das informações:</b> Na etapa de coleta de dados verificou-se que os dados não estão sistematizados, e que parte das informações está sob controle da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, Infraestrutura e Meio Ambiente.</p>	Implantação de sistema de informação de resíduos que se integre ao SNIR.	Longo Prazo

Fonte: Autoria própria.

#### 5.4.2 Estimar produção de resíduos e percentuais de atendimento pelo sistema de limpeza urbana

A estimativa de produção de resíduos foi calculada considerando o cenário de projeção de crescimento populacional e apresentado no Diagnóstico do PMSB.

Foram confeccionados 3 cenários de projeção:

- Pessimista: considerando o aumento da geração per capita de resíduos;
- Conservador: considerando a manutenção da geração per capita de resíduos nos valores atuais; e
- Otimista: considerando o decréscimo da geração per capita de resíduos.



A escolha do cenário dependerá das estratégias adotadas pelo município para a gestão dos resíduos sólidos e da participação da população na forma de um consumo mais consciente.

O percentual de geração de resíduos utilizado nos cálculos foi de 0,80 Kg/hab.dia e corresponde à taxa de geração per capita para município na faixa populacional 1, considerando os municípios que realizam a pesagem dos RSU - SNIS-RS 2015 (SNIS, 2017). Foi considerada um aumento na taxa de geração per capita de 2,6% para o cenário pessimista, sem aumento para o cenário conservador e -1% para o cenário otimista.

O Potencial de RSU – Secos foi considerado como sendo 31,9% e de RSU – Úmidos foi de 51,4% e 16,7% conforme proposto no Plano Nacional de Resíduos Sólidos que está em fase de aprovação pelo Governo Federal (IPEA/2011).

Os rejeitos foram calculados como sendo a parcela do total de resíduos gerados que não são reciclados ou compostados. Portanto, terão que ser encaminhado para destinação ambientalmente correta.

Portanto, a partir da definição do cenário de referência será possível dimensionar as infraestruturas necessárias para prestação dos serviços de coleta, triagem, compostagem e disposição final dos rejeitos, dentre outros.

A prospectiva de planejamento estratégico para a gestão dos RSU será feita com base na avaliação de cenários. O Cenário populacional adotado será o cenário de crescimento médio apresentado no Diagnóstico do PMSB.

Quanto à de Gestão de resíduos foram definidos três cenários, sendo estes: pessimista, médio e otimista.

- Cenário 1 – Crescimento Populacional Médio, taxa de geração per capita estável e Cenário de Gestão de Resíduos sólidos Pessimista
- Cenário 2 – Crescimento Populacional Médio, taxa de geração per capita estável e Cenário de Gestão de Resíduos sólidos médio
- Cenário 3 – Crescimento Populacional Médio, taxa de geração per capita estável e Cenário de Gestão de Resíduos sólidos otimista



A definição do cenário ideal ou aplicável no município irá permitir o dimensionamento do sistema, seja nas medidas estruturantes como as infraestruturas, quanto nas estruturais como mobilização social e capacitação para a gestão do sistema.

Nos Quadros 5-13 e 5-14 são apresentadas as metas de alcance das taxas de materiais recicláveis na parcela de RSU - Secos e as metas de alcance das taxas de materiais compostáveis na parcela de RSU – Úmidos.

Quadro 5-13 - Metas de alcance das taxas de coleta materiais recicláveis na parcela de RSU – Secos.

Cenário	Metas / Ano					
	2017	2020	2025	2030	2035	2037
Cenário pessimista	5%	10%	15%	20%	30%	30%
Cenário médio	5%	20%	40%	60%	80%	80%
Cenário otimista	5%	25%	50%	75%	100%	100%

Fonte: Autoria própria.

Quadro 5-14 - Metas de alcance das taxas de materiais compostáveis na parcela de RSU – Úmidos.

Cenários	Metas / Ano					
	2015	2020	2025	2030	2035	2037
Cenário pessimista	2%	5%	7,5%	10%	15%	15%
Cenário médio	2%	5%	10%	20%	30%	30%
Cenário otimista	2%	10%	20%	30%	40%	40%

Fonte: Autoria própria.

As Tabelas 5-35, 5-36 e 5-37 apresentam as estimativas de geração de RSU e previsão de atendimento pelo SMLPU para os Cenários 1, 2 e 3 respectivamente.

Tabela 5-35 - Estimativa de geração de RSU e previsão de atendimento pelo SMLPU – Cenário 1.

Ano	População	Geração per capita de Resíduos (kg/hab.dia) Projetado	Geração total de RSU (t/ano)	Potencial de RSU -		Potencial de RSU - rejeitos (t/ano)
				secos (t/ano)	úmidos (t/ano)	
				31,9% dos RSU <sup>(b)</sup>	51,4% dos RSU <sup>(b)</sup>	16,7% dos RSU <sup>(b)</sup>
	A	$B^{(a)} = 0,80(1,026)^n$	$C = A * B$	$D = 31,9\% C$	$E = 51,4\% C$	$F = 16,7\% C$
2015	18.778	0,80	5.408,06	1.725,17	2.779,74	903,15
2020	20.314	0,91	6.651,58	2.121,85	3.418,91	1.110,81
2025	21.571	1,03	8.030,39	2.561,69	4.127,62	1.341,07
2030	22.479	1,18	9.514,37	3.035,08	4.890,38	1.588,90
2035	23.035	1,34	11.084,80	3.536,05	5.697,59	1.851,16
2036	23.100	1,37	11.405,10	3.638,23	5.862,22	1.904,65
2037	23.162	1,41	11.733,04	3.742,84	6.030,78	1.959,42
2015/2037 (%)	36,3	75,89	116,95	116,95	116,95	116,95

Nota: a) 0,80 corresponde à taxa de geração per capita para município na faixa populacional 1, considerando os municípios realizam a pesagem dos RSU - SNIS-RS 2015 (SNIS, 2017); foi considerada um aumento na taxa de geração per capita de 2,6%aa. b) Percentuais de 31,9% de secos e 51,4% de úmidos e 16,7% de rejeitos segundo PNRS (Brasil, 2012).

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-36 - Estimativa de geração de RSU e previsão de atendimento pelo SMLPU – Cenário 2.

Ano	População	Geração per capita de Resíduos (kg/hab.dia) Projetado	Geração total de RSU (t/ano)	Potencial de RSU - secos (t/ano)		Potencial de RSU - úmidos (t/ano)	Potencial de RSU - rejeitos (t/ano)
				31,9% dos RSU <sup>(b)</sup>	51,4% dos RSU <sup>(b)</sup>		
	A	$B^{(a)} = 0,80$	$C = A \cdot B$	$D = 31,9\% C$	$E = 51,4\% C$	$F = 16,7\% C$	
2015	18.961	0,80	5.460,77	1.741,98	2.806,83	911,95	
2020	20.921	0,80	6.025,25	1.922,05	3.096,98	1.006,22	
2025	22.947	0,80	6.608,74	2.108,19	3.396,89	1.103,66	
2030	25.143	0,80	7.241,18	2.309,94	3.721,97	1.209,28	
2035	27.785	0,80	8.002,08	2.552,66	4.113,07	1.336,35	
2036	28.366	0,80	8.169,41	2.606,04	4.113,07	1.364,29	
2037	28.897	0,80	8.322,34	2.654,83	4.113,07	1.389,83	
2015/2037 (%)	70	0,00	52,40	52,40	46,54	52,40	

Nota: a) 0,80 corresponde à taxa de geração per capita para município na faixa populacional 1, considerando os municípios realizam a pesagem dos RSU - SNIS-RS 2015 (SNIS, 2017); foi considerada que a taxa de geração per capita se mantem estável em 0,80. b) Percentuais de 31,9% de secos e 51,4% de úmidos e 16,7% de rejeitos segundo PNRS (Brasil, 2012).

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5-37 - Estimativa de geração de RSU e previsão de atendimento pelo SMLPU – Cenário 3.

Ano	População	Geração per capita de Resíduos (kg/hab.dia) Projetado	Geração total de RSU (t/ano)	Potencial de RSU -		Potencial de RSU - rejeitos (t/ano)
				secos (t/ano)	úmidos (t/ano)	
	A	$B^{(a)} = 0,8(0,99)^n$	$C = A \cdot B$	$D = 31,9\% C$	$E = 51,4\% C$	$F = 16,7\% C$
2015	19.480	0,80	5.610,24	1.789,67	2.883,66	936,91
2020	22.289	0,76	6.104,63	1.947,38	3.137,78	1.019,47
2025	25.504	0,72	6.642,82	2.119,06	3.414,41	1.109,35
2030	29.181	0,69	7.228,04	2.305,74	3.715,21	1.207,08
2035	33.389	0,65	7.865,02	2.508,94	4.042,62	1.313,46
2036	34.301	0,65	7.999,05	2.551,70	4.042,62	1.335,84
2037	35.238	0,64	8.135,38	2.595,19	4.042,62	1.358,61
2015/2037 (%)	107	-19,84	45,01	45,01	40,19	45,01

Nota: a) 0,80 corresponde à taxa de geração per capita para município na faixa populacional 1, considerando os municípios realizam a pesagem dos RSU - SNIS-RS 2015 (SNIS, 2017); foi considerado que a taxa de geração per capita reduz 1%(a.a. b) Percentuais de 31,9% de secos e 51,4% de úmidos e 16,7% de rejeitos segundo PNRS (Brasil, 2012).

Fonte: Autoria própria.



### 5.4.3 Estimativas anuais dos volumes de produção de Resíduos Sólidos

Para o cálculo do volume foram considerados os pesos específicos aparente das parcelas dos RSU. O peso específico aparente da parcela de recicláveis foi considerado como sendo  $65 \text{ kg/m}^3$  (BASSANI, 2011). O peso específico aparente da parcela de compostável e dos rejeitos foi considerado como sendo de  $230 \text{ kg/m}^3$  (IBAM, 2001). As projeções anuais de volume foram estimadas com base no cenário médio das metas de alcance das taxas de materiais recicláveis na parcela de RSU - Secos e as metas de alcance das taxas de materiais compostáveis na parcela de RSU – Úmidos apresentadas acima.



Tabela 5-38 - Estimativa anual de volume de RSU – Cenário 1.

Ano	Geração total de RSU (t/ano)	Potencial de RSU - secos (t/ano)	Potencial de Recicláveis (t/ano) <sup>(b)</sup>	Estimativa anual de volume de recicláveis	Potencial de RSU - úmidos (t/ano)	Potencial de material compostável (t/ano) <sup>(c)</sup>	Estimativa anual de volume de materiais compostáveis	Potencial de RSU - rejeitos (t/ano)	Estimativa anual de volume de rejeitos
		31,9% dos RSU <sup>(d)</sup>	X = 5% (2015); 10% (2020); 30% (2025); 60% (2030); 80% (2035)	PEA (65Kg/m <sup>3</sup> ) <sup>(e)</sup>	51,4% dos RSU <sup>(d)</sup>	Z = 2% (2015); 5% (2020); 20% (2025); 40% (2030); 60% (2035)	PEA (65Kg/m <sup>3</sup> ) <sup>(e)</sup>	J = C - E - H	PEA (65Kg/m <sup>3</sup> ) <sup>(e)</sup>
	C = A*B	D = 31,9% C	E = x%*D	F = E*1000/65	G = 51,4% C	H = Z%F	I = H*1000/230		K = J*1000/230
2015	5.408,06	1.725,17	86,26	1.327,06	2.779,74	55,59	241,72	5.266,21	22.896,57
2020	6.651,58	2.121,85	212,19	3.264,39	3.418,91	170,95	743,24	6.268,45	27.254,12
2025	8.030,39	2.561,69	768,51	11.823,20	4.127,62	825,52	3.589,23	6.436,35	27.984,15
2030	9.514,37	3.035,08	1.821,05	28.016,15	4.890,38	1.956,15	8.505,02	5.737,16	24.944,19
2035	11.084,80	3.536,05	2.828,84	43.520,64	5.697,59	3.418,55	14.863,27	4.837,41	21.032,21
2036	11.405,10	3.638,23	2.828,84	43.520,64	5.862,22	3.517,33	15.292,75	5.058,92	21.995,33
2037	11.733,04	3.742,84	2.828,84	43.520,64	6.030,78	3.618,47	15.732,47	5.285,73	22.981,43
2015/2037 (%)	116,95	116,95	3.179,49	3.179,49	116,95	6.408,63	6.408,63	0,37	0,37

Nota: a) 0,80 Corresponde à taxa de geração per capita para município com faixa populacional 1 considerando os municípios que utilizam balança - SNIS-RS 2015 (SNIS, 2017). Foi considerado um aumento na taxa de geração per capita de 2,6%aa. b) Metas para coleta seletiva municipal: 2020 - 10%; 2025 - 30%; 2030 - 60%; 2035 - 80%. c) Metas para a compostagem municipal: 2020 - 5%; 2025 - 20%; 2030 - 40%; 2035 - 60%. d) Percentuais de 31,9% de secos e 51,4% de úmido segundo PNRS (Brasil, 2012). e) PEA – Peso Específico Aparente.

Fonte: Autoria própria.



Tabela 5-39 - Estimativa anual de volume de RSU – Cenário 2.

Ano	Geração total de RSU (t/ano)	Potencial de RSU - secos (t/ano)	Potencial de Recicláveis (t/ano) <sup>(b)</sup>	Estimativa anual de volume de recicláveis	Potencial de RSU - úmidos (t/ano)	Potencial de material compostável (t/ano) <sup>(c)</sup>	Estimativa anual de volume de materiais compostáveis	Potencial de RSU - rejeitos (t/ano)	Estimativa anual de volume de rejeitos
		31,9% dos RSU <sup>(d)</sup>	X = 5% (2015) ; 10% (2020) ; 30% (2025) ; 60% (2030) ; 80% (2035)	PEA (65Kg/m <sup>3</sup> ) <sup>(e)</sup>	51,4 % dos RSU <sup>(d)</sup>	Z = 2% (2015) ; 5% (2020) ; 20% (2025) ; 40% (2030) ; 60% (2035)	PEA (65Kg/m <sup>3</sup> ) <sup>(e)</sup>	J = C - E - H	PEA (65Kg/m <sup>3</sup> ) <sup>(e)</sup>
	C = A*B	D = 31,9% C	E = x%*D	F = E*1000/65	G = 51,4% C	H = Z%F	I = H*1000/230	J = C - E - H	K = J*1000/230
2015	5.460,77	1.741,98	87,10	1.339,99	2.806,83	56,14	244,07	5.317,53	23.119,70
2020	6.025,25	1.922,05	192,21	2.957,01	3.096,98	154,85	673,26	5.678,19	24.687,80
2025	6.608,74	2.108,19	632,46	9.730,09	3.396,89	679,38	2.953,82	5.296,90	23.030,01
2030	7.241,18	2.309,94	1.385,96	21.322,50	3.721,97	1.488,79	6.472,99	4.366,43	18.984,50
2035	8.002,08	2.552,66	2.042,13	31.417,40	4.113,07	2.467,84	10.729,75	3.492,11	15.183,08
2036	8.169,41	2.606,04	2.042,13	31.417,40	4.199,08	2.519,45	10.954,11	3.607,83	15.686,23
2037	8.322,34	2.654,83	2.042,13	31.417,40	4.277,68	2.566,61	11.159,17	3.713,60	16.146,07
2015/2037 (%)	52,40	52,40	2.244,60	2.244,60	52,40	4.472,07	4.472,07	-30,16	-30,16

Nota: a) 0,80 Corresponde à taxa de geração per capita para município com faixa populacional 1 considerando os municípios que utilizam balança - SNIS-RS 2015 (SNIS, 2017). Foi considerado que a taxa de geração per capita se mantem estável em 0,80. b) Metas para coleta seletiva municipal: 2020 - 10%; 2025 - 30%; 2030 - 60%; 2035 - 80%. c) Metas para a compostagem municipal: 2020 - 5%; 2025 - 20%; 2030 - 40%; 2035 - 60%. d) Percentuais de 31,9% de secos e 51,4% de úmido segundo PNRS (Brasil, 2012). e) PEA – Peso Específico Aparente.

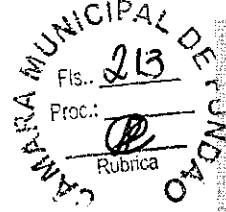
Fonte: Autoria própria.

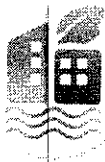
Tabela 5-40 - Estimativa anual de volume de RSU – Cenário 3.

Ano	Geração total de RSU (t/ano)	Potencial de RSU - secos (t/ano)	Potencial de Recicláveis (t/ano) <sup>(b)</sup>	Estimativa anual de volume de recicláveis	Potencial de RSU - úmidos (t/ano)	Potencial de material compostável (t/ano) <sup>(c)</sup>	Estimativa anual de volume de materiais compostáveis	Potencial de RSU - rejeitos (t/ano)	Estimativa anual de volume de rejeitos
		31,9% dos RSU <sup>(d)</sup>	X = 5% (2015) ; 10% (2020); 30% (2025); 60% (2030); 80% (2035)	PEA (65Kg/m <sup>3</sup> ) <sup>(e)</sup>	51,4 % dos RSU <sup>(d)</sup>	Z = 2% (2015) ; 5% (2020); 20% (2025); 40% (2030); 60% (2035)	PEA (65Kg/m <sup>3</sup> ) <sup>(e)</sup>	J = C - E - H	PEA (65Kg/m <sup>3</sup> ) <sup>(e)</sup>
	C = A*B	D = 31,9% C	E = x%*D	F =	G = 51,4% C	H = Z%F	I =	J = C - E - H	K =
				E*1000/65			H*1000/230		J*1000/230
2015	5.610,24	1.789,67	89,48	1.376,67	2.883,66	57,67	250,75	5.463,08	23.752,54
2017	6.291,49	2.006,99	100,35	1.543,83	3.233,83	64,68	281,20	6.126,46	26.636,80
2020	6.985,17	2.228,27	222,83	3.428,10	3.590,38	179,52	780,52	6.582,82	28.620,96
2025	7.600,54	2.424,57	727,37	11.190,34	3.906,68	781,34	3.397,11	6.091,83	26.486,24
2030	8.270,35	2.638,24	1.582,94	24.353,00	4.250,96	1.700,38	7.392,97	4.987,02	21.682,70
2035	8.079,85	2.577,47	2.061,98	31.722,72	4.153,04	2.491,82	10.834,02	3.526,05	15.330,63
2036	8.217,56	2.621,40	2.061,98	31.722,72	4.223,83	2.534,30	11.018,67	3.621,29	15.744,72
2037	24,80	7,91	2.061,98	31.722,72	12,74	7,65	33,25	-2.044,83	-8.890,56
2015/2037 (%)	-99,56	-99,56	2.204,31	2.204,31	-99,56	-86,74	-86,74	-137,43	-137,43

Nota: a) 0,80 Corresponde à taxa de geração per capita para município com faixa populacional 1 considerando os municípios que utilizam balança - SNIS-RS 2015 (SNIS, 2017). Foi considerado que a taxa de geração per capita reduz 1% a.a. b) Metas para coleta seletiva municipal: 2020 - 10%; 2025 - 30%; 2030 - 60%; 2035 - 80%. c) Metas para a compostagem municipal: 2020 - 5%; 2025 - 20%; 2030 - 40%; 2035 - 60%. d) Percentuais de 31,9% de secos e 51,4% de úmido segundo PNRS (Brasil, 2012). e) PEA – Peso Específico Aparente.

Fonte: Autoria própria.





#### 5.4.4 Alternativas Atendimento das Demandas do SLUMRS

Análise e seleção das alternativas de intervenção visando à melhoria das condições sanitárias em que vivem as populações urbanas e rurais. Tais alternativas terão por base as carências atuais dos serviços de saneamento básico, que devem ser projetadas utilizando-se, por exemplo, a metodologia de cenários alternativos de evolução gradativa do atendimento.

As demandas na prestação de serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos podem ser sanadas a partir da avaliação de alternativas que podem se diferenciar quanto à forma de gestão, podendo ser realizada pela própria prefeitura ou pelo consórcio público, bem como na execução do serviço.

O Quadro 5-15 apresenta as alternativas para atendimento das principais etapas no serviço de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos

Quadro 5-15 - Alternativas para atendimento das demandas nos serviços de limpeza e manejo de resíduos.

Serviços	Alternativas para atendimento
Varição	1 - Plano de varrição manual que contemple todas as ruas calçadas dos municípios com mão de obra própria. 2- Plano de varrição manual que contemple todas as ruas calçadas dos municípios com mão de terceirizada.
Coleta convencional	1 – Plano de Coleta convencional com previsão de universalização do serviço realizado pela prefeitura municipal. 2 – Plano de Coleta convencional com previsão de universalização do serviço realizado por empresa terceirizada. 3 – Plano de Coleta convencional com previsão de universalização do serviço realizado por empresa terceirizada gerida por um consórcio público intermunicipal.
Coleta seletiva	1 – Plano de Coleta seletiva com previsão de universalização do serviço de forma gradual realizado pela prefeitura municipal (diretamente ou com terceirização do serviço para empresa privada), com entrega do material coletado para associação/cooperativa de catadores. 2 – Plano de Coleta seletiva com previsão de universalização do serviço de forma gradual realizado pelo consórcio público (diretamente ou com terceirização do serviço para empresa privada), com entrega do material coletado para associação/cooperativa de catadores. 3 - Plano de Coleta seletiva com previsão de universalização do serviço de forma gradual realizado por associação/cooperativa de catadores de materiais reaproveitáveis, e com entrega do material coletado para associação/cooperativa de catadores.
Transbordo	1 – Conclusão das Estações de Transbordo do Programa ES sem Lixão e encaminhamento dos resíduos coletados para a ET do ES sem Lixão



Serviços	Alternativas para atendimento
Transporte	1 – Elaborar plano de transporte com análise da frota e equipe de trabalho e monitoramento de indicadores de qualidade do serviço prestado, como quilometragem e carga transportada por viagem.
Destinação final	1 – Destinar os RSU para aterro sanitário a ser licenciado no próprio município. 2 – Destinar os RSU para aterro sanitário a ser licenciado em outro município por meio de consórcio intermunicipal 3 – Destinar os RSU para aterro sanitário a ser licenciado por empresa terceirizada (escolha atual).
Compostagem	1 – Projeto de compostagem gradual de RSU úmidos limpos, com coleta diferenciada de geradores específicos como feiras, supermercados, bares e restaurantes, e afins, realizado pela prefeitura municipal (diretamente ou com terceirização do serviço para empresa privada). 2 - Projeto de compostagem gradual de RSU úmidos limpos, com coleta diferenciada de geradores específicos como feiras, supermercados, bares e restaurantes, e afins, realizado pelo consórcio público (diretamente ou com terceirização do serviço para empresa privada).
Inclusão social de catadores	1 – Inclusão social de catadores para a etapa de coleta seletiva. 2 – Inclusão social de catadores de materiais recicláveis para a etapa de educação ambiental e sensibilização da população.
Resíduos da Construção Civil (RCC)	1 - Projeto de gerenciamento de RCC com definição dos pequenos e grandes geradores, estruturação da coleta e destinação final dos resíduos gerados pelos pequenos geradores e regulamentando os procedimentos para que o grande gerador realize as etapas de coleta, transporte e destinação final dos RCC gerados. 2 - Projeto de gerenciamento de RCC com definição dos pequenos e grandes geradores, estruturação da coleta e destinação final dos resíduos gerados pelos pequenos geradores e regulamentando os procedimentos de cobrança de para o município realizar as etapas de coleta, transporte e destinação final dos RCC gerados pelo grande gerador.
Resíduos de Serviço de Saúde (RSS)	1 - Projeto de gerenciamento de RSS com definição de regulamentando dos procedimentos para que os geradores realizem as etapas de coleta, transporte e destinação final dos RSS gerados, sendo que o município não irá realizar nenhuma etapa do manejo. 2 - Projeto de gerenciamento de RSS com definição de regulamentando dos procedimentos para que os geradores realizem as etapas de coleta, transporte e destinação final dos RSS gerados, podendo o município realizar etapas do manejo dos resíduos definido previamente em regulamento próprio, com cobrança de taxa pública pelo serviço prestado.
Resíduos de responsabilidade e dos geradores	1 - Elaborar procedimentos normativos que estabeleçam procedimentos a serem adotados pelos geradores quanto ao manejo dos resíduos, sendo que o município não irá realizar nenhuma etapa do manejo. 2 - Elaborar procedimentos normativos que estabeleçam procedimentos a serem adotados pelos geradores quanto ao manejo, podendo o município realizar etapas do manejo dos resíduos definido previamente em regulamento próprio como simulares aos RSU, com cobrança de taxa pública pelo serviço prestado.
Resíduos com logística reversa obrigatória	1 – Elaborar procedimento de fiscalização para avaliar o cumprimento das resoluções CONAMA que estabelecem a obrigatoriedade da logística reversa e; 2 – Elaborar procedimentos para participação nos sistemas de logística reversa que serão estabelecidos nos novos acordos setoriais a partir da Lei 12.305/2010.

Fonte: Autoria própria.