



Consórcio Intermunicipal de Saúde do
Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DE SAÚDE DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOZANO

REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS – PROGNÓSTICO

REVISADO E ATUALIZADO POR:



2024

COMITÊ EXECUTIVO DE REVISÃO E ADEQUAÇÃO DO PLANO

Inara Caroline e Lima Mastella - gabinete@bozano.rs.gov.br

- 55 999725823

Ivan Cazali - meioambiente@bozano.rs.gov.br | ivancazali@bol.com.br

- 5599626 7231

Adilson Tadeu Sandri - gabinete@bozano.rs.gov.br

- 55 99213 0097

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Variação na população de Bozano (Projeção 2022 – 2043).	11
Figura 2: Vazões de consumo e necessidade de reservação para a área urbana de Bozano.	13
Figura 3: Vazões de esgoto doméstico estimadas para o município.	19
Figura 4: Projeção gráfica da quantidade total de RDO e RPU coletada.	28
Figura 5: Ciclo de vida dentro da logística reversa.	35
Figura 6: Objetivos do PSA.	51
Figura 7: Etapas para o desenvolvimento de um plano de segurança da água.	55
Figura 8: Objetivos dos indicadores.	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: População de Bozano.	9
Tabela 2: Variação na população de Bozano (Projeção 2022 – 2043).	10
Tabela 3: Vazões de consumo e necessidade de reservação para a área urbana de Bozano.	13
Tabela 4: Situações de emergência e suas ações corretivas.	17
Tabela 5: Vazões de esgoto doméstico estimadas para o período de 2023 a 2043.	19
Tabela 6: Situações de emergência e suas ações corretivas.	23
Tabela 7: Demandas de Serviços de Limpeza do município de Bozano.	24
Tabela 8: Projeção da quantidade total de RDO e RPU coletada.	27
Tabela 9: Vantagens da coleta seletiva municipal.	30
Tabela 10: Situações de emergência e suas ações corretivas.	49
Tabela 11: Indicadores de avaliação das ações programadas para os eixos do saneamento.	64
Tabela 12: Estimativa de investimentos para o saneamento básico.	74
Tabela 13: Metas, prazos e indicação dos responsáveis pela implementação de abastecimento de água potável.	81
Tabela 14: Metas, prazos e indicação dos responsáveis pela implementação de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.	83
Tabela 15: Metas, prazos e indicação dos responsáveis pela implementação de esgotamento sanitário.	84
Tabela 16: Metas, prazos e indicação dos responsáveis pela implementação de serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.	85

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
1. METODOLOGIA PARA PROGNÓSTICO	6
2. PROJEÇÃO POPULACIONAL E ESTIMATIVAS	9
2.1 Projeção populacional	9
2.2 Estimativas relacionadas ao abastecimento de água potável.....	11
2.2 Estimativas relacionadas ao esgotamento sanitário.....	18
3. GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	23
3.1 Coleta Seletiva	29
3.2 Definição de Áreas de Disposição Final de Resíduos Sólidos	32
3.3 Ações Relativas aos Resíduos com Logística Reversa Obrigatória	34
3.4 Impactos Financeiros.....	36
3.5 Iniciativas de Educação Ambiental e Comunicação	37
3.6 Ações de Mitigação das Emissões dos Gases de Efeito Estufa.....	38
3.7 Ações Corretivas para Situações de Emergência	40
3.8 Ajustes na Legislação.....	42
4. DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS	45
4.1 Diretrizes para formulação do plano de segurança da água	50
5. DIRETRIZES PARA O SISTEMA MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO	55
6. AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA E EFICÁCIA	57
6.1 Indicadores	59
7. FONTES DE FINANCIAMENTO	67
7.1 Indicação de Fontes de Financiamento	69
8. AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO FINANCEIRA	74
8.1 Abastecimento de Água Potável	76
8.2 Esgotamento Sanitário.....	78
8.3 Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas	79
8.4 Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	80
9. RESPONSABILIDADES E CRONOGRAMA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES ..	81
REFERÊNCIAS	88

APRESENTAÇÃO

O conceito de saneamento básico compreende um conjunto de medidas destinadas à preservação ou modificação das condições ambientais com o objetivo de promover a saúde individual, coletiva e ambiental. A implementação de uma abordagem estratégica e uma gestão eficaz dos serviços de saneamento básico é essencial para a valorização, proteção e equilíbrio dos recursos naturais, contribuindo significativamente para a qualidade de vida da população.

No contexto específico da gestão de resíduos sólidos, é fundamental mencionar a Lei Federal nº 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, promovendo alterações significativas na legislação pertinente. Esta lei estabelece diretrizes importantes para a gestão integrada dos resíduos sólidos, destacando a necessidade de incorporação dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos aos Planos Municipais de Saneamento Básico.

Conforme estipulado na Lei Federal nº 12.305, o artigo 19 dispõe:

Artigo 19: § 1º O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos pode estar inserido no plano de saneamento básico previsto no art. 19 da Lei nº 11.445, de 2007, respeitado o conteúdo mínimo previsto nos incisos do caput e observado o disposto no § 2º, todos deste artigo.

Assim, os Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos dos municípios devem ser incorporados aos Planos Municipais de Saneamento Básico, fundamentados em uma análise detalhada da situação presente. Este processo é respaldado pela Lei Federal nº 11.445, pelo Decreto Federal nº 7.217, pela Lei Federal nº 12.305, pelo Decreto Federal nº 7.404, e pelo "Plano de Gestão de Resíduos Sólidos: Manual de Orientação" elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente.

A integração dos planos de gestão de resíduos sólidos no contexto do saneamento básico possibilita uma abordagem holística e sustentável, garantindo uma gestão mais eficiente dos recursos e uma melhoria na qualidade ambiental. Esta sinergia é vital para enfrentar os desafios atuais e futuros relacionados à urbanização crescente, ao consumo de recursos naturais e à produção de resíduos.

Ademais, a implementação eficaz do PMSB promove o desenvolvimento de políticas públicas consistentes, que refletem as necessidades locais e engajam a comunidade na preservação do meio ambiente. A participação ativa da população e das instituições municipais é essencial para o sucesso das iniciativas de saneamento e gestão de resíduos, assegurando um

ambiente mais saudável e sustentável para as futuras gerações.

A atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico e Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Bozano, Rio Grande do Sul, constitui um passo crucial para a promoção da saúde pública e ambiental. A integração dos diversos componentes do saneamento básico, respaldada por uma legislação robusta e orientações técnicas adequadas, garante uma abordagem abrangente e eficaz, fundamental para a sustentabilidade e a qualidade de vida no município.

1. METODOLOGIA PARA PROGNÓSTICO

Os dados consolidados no "Diagnóstico" foram cruciais para estimar as demandas de água potável, as necessidades de reserva hídrica, as contribuições de esgoto doméstico e a produção

de resíduos sólidos, todos detalhados no segundo capítulo deste documento. Essas informações embasaram a formulação das estratégias nos quatro pilares principais: abastecimento de água, saneamento, gestão de águas pluviais e drenagem urbana, além do tratamento de resíduos sólidos e serviços de limpeza urbana, apresentados nos capítulos subsequentes. Com o propósito de orientar as decisões para aprimoramentos no âmbito do saneamento municipal, foram elaborados capítulos abrangendo a análise da situação financeira para a implantação da infraestrutura de saneamento, o estabelecimento de diretrizes para o sistema de saneamento municipal, a definição de programas e ações a serem desenvolvidos juntamente com mecanismos de avaliação de sua eficácia, a identificação de fontes de financiamento e a delimitação de responsabilidades e cronograma para a implementação das ações.

A análise do "Diagnóstico" foi conduzida pela equipe técnica responsável pelo acompanhamento e elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), em colaboração com o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente, a Administração Municipal e a comunidade local. Ao definir as ações e estratégias incorporadas no PMSB de Bozano, foram considerados os resultados da avaliação realizada durante a sessão de aprovação do Plano, bem como as lacunas identificadas nos quatro eixos temáticos abordados, a saber: a Política de Saneamento Básico, o Plano Nacional de Saneamento Básico, a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

A metodologia empregada para a elaboração da etapa de prognóstico abrangeu a coleta de dados em fontes informativas pertinentes e a análise técnica efetuada pela equipe municipal envolvida no processo de elaboração do Plano, com base em documentos oficiais e diretrizes vigentes. Como etapa conclusiva, foi realizada uma Audiência Pública, conforme estipulado pela Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007), em seu artigo 19, parágrafo V, inciso 5, assegurando a ampla divulgação das propostas e estudos relacionados aos planos de saneamento, incluindo a condução de audiências ou consultas públicas.

Essa metodologia visa orientar as decisões estratégicas para aprimoramentos no âmbito do saneamento municipal, abarcando a análise da situação financeira para a implantação da infraestrutura de saneamento, o estabelecimento de diretrizes para o sistema de saneamento municipal, a definição de programas e ações a serem desenvolvidos juntamente com mecanismos de avaliação de sua eficácia, a identificação de fontes de financiamento e a delimitação de responsabilidades e cronograma para a implementação das ações. A participação ativa da comunidade local foi considerada essencial para a construção de um sistema de saneamento básico eficiente, sustentável e participativo, capaz de promover a saúde pública e

a preservação ambiental no município.

Em suma, a metodologia adotada para o prognóstico do PMSB de Bozano busca não apenas o cumprimento das obrigações legais, mas também a construção de um sistema de saneamento básico que reflète as necessidades locais e engaja a comunidade na preservação do meio ambiente, assegurando um ambiente mais saudável e sustentável para as futuras gerações. O envolvimento de múltiplos atores e a integração de diferentes políticas e planos setoriais são essenciais para a concretização de um plano de saneamento que seja abrangente, eficaz e capaz de promover melhorias significativas na qualidade de vida da população de Bozano.

Para consolidar todas essas informações e garantir que cada aspecto relevante seja contemplado, o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) foi estruturado de forma a proporcionar uma visão clara e detalhada de cada componente do sistema de saneamento. Cada capítulo do PMSB foi desenvolvido com base em uma análise minuciosa dos dados e das necessidades identificadas, seguindo um rigoroso processo de coleta e avaliação de informações, sempre com o objetivo de propor soluções práticas e viáveis para os desafios do saneamento no município.

Ademais, a elaboração do PMSB levou em consideração as características específicas do município de Bozano, como sua topografia, condições climáticas, distribuição populacional e potencial de crescimento urbano. Esses fatores foram cuidadosamente analisados para garantir que as estratégias propostas sejam adaptadas às particularidades locais, proporcionando assim um plano que seja não apenas tecnicamente sólido, mas também realista e exequível.

O papel da comunidade local foi destacado como um dos pilares fundamentais para o sucesso do PMSB. Através de audiências públicas, consultas e a participação ativa dos cidadãos, foi possível incorporar uma diversidade de perspectivas e conhecimentos que enriqueceram o processo de planejamento. Esse engajamento comunitário é visto como um componente crítico para a implementação bem-sucedida das ações propostas, garantindo que elas sejam bem aceitas e apoiadas pela população.

Por fim, a integração com outras políticas públicas, como a Política Nacional de Saneamento Básico, a Política Nacional de Resíduos Sólidos e as diretrizes estabelecidas pelo Plano Nacional de Saneamento Básico, assegura que o PMSB de Bozano esteja alinhado com as metas e objetivos nacionais e regionais, promovendo a coesão e a complementaridade das ações no âmbito do saneamento. Esta abordagem integrada facilita a captação de recursos e o estabelecimento de parcerias, essenciais para a viabilização dos investimentos necessários e para o fortalecimento da capacidade institucional do município.

Com isso, o PMSB de Bozano se configura como um documento estratégico de grande relevância, projetado para atender as necessidades atuais e futuras do município, promovendo um desenvolvimento sustentável e uma melhor qualidade de vida para todos os seus habitantes.

2. PROJEÇÃO POPULACIONAL E ESTIMATIVAS

2.1 Projeção populacional

Os dados de população de Bozano foram obtidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Para projeção populacional consideraram-se os resultados obtidos na contagem populacional de 2007, 2010 e no censo de 2022, que constam na Tabela 1.

Tabela 1: População de Bozano.

Ano	População urbana (habitantes)	População rural (habitantes)	População total (habitantes)
2007	656	1.640	2.296
2010	629	1.571	2.200
2022	799	1.352	2.151

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022).

Os dados do Censo de 2022 revelam uma visão detalhada da evolução demográfica de Bozano (RS), uma cidade que viu sua população residente atingir a marca de 2.151 habitantes, indicando uma diminuição de 2,23% em relação ao levantamento realizado no Censo de 2010. Esse declínio populacional levanta questões importantes sobre os padrões de migração, a dinâmica econômica e as políticas de desenvolvimento que podem estar influenciando essa tendência.

Uma análise mais aprofundada dos dados revela nuances interessantes. Por exemplo, em relação aos imóveis registrados como desocupados, uma revisão detalhada foi conduzida, abrangendo os 120 imóveis mapeados, a maioria dos quais se encontra na área rural. Isso sugere um possível padrão de desocupação em certas áreas, indicando a necessidade de políticas específicas para revitalização e uso eficiente dessas propriedades.

Olhando para o panorama habitacional, os números mostram um aumento no número de domicílios, passando de 805 em 2010 para 991 em 2022. Esse crescimento, mesmo em meio a uma diminuição da população, pode ser interpretado à luz de mudanças nas estruturas familiares, taxas de ocupação por domicílio e desenvolvimento urbano.

Ao comparar a distribuição populacional entre área urbana e rural, observa-se uma alteração

nas proporções. Em 2010, 37% da população residia na área urbana, enquanto em 2022 esse número caiu para 28%, sugerindo um possível movimento de migração para áreas rurais ou uma mudança na definição de áreas urbanas e rurais ao longo do tempo.

A análise das metodologias de projeção populacional também é um ponto crucial. Após uma avaliação criteriosa das abordagens aritmética e geométrica, optou-se pelo método geométrico devido à sua maior precisão em refletir as tendências demográficas observadas. Isso é especialmente relevante ao considerar as particularidades das áreas urbanas e rurais, cada uma com dinâmicas populacionais distintas.

A escolha do método geométrico não apenas fornece projeções mais precisas, mas também permite uma análise mais robusta das dinâmicas populacionais. Essas projeções são essenciais para o planejamento de políticas públicas, infraestrutura e serviços, garantindo que as necessidades futuras da população de Bozano sejam adequadamente previstas e atendidas.

Ao adotar uma abordagem cuidadosa e detalhada na análise dos dados censitários e na projeção populacional, torna-se possível formular estratégias eficazes de desenvolvimento urbano e rural. Essas estratégias não apenas visam a sustentabilidade demográfica, econômica e ambiental, mas também buscam promover o bem-estar e a qualidade de vida da população local, criando um ambiente propício ao crescimento equilibrado e sustentável da cidade ao longo do tempo.

A tabela 2 traz a projeção de população para o município e a Figura 1, por sua vez, apresenta de forma gráfica a projeção populacional de Bozano, oferecendo uma representação visual clara e precisa dos dados analisados.

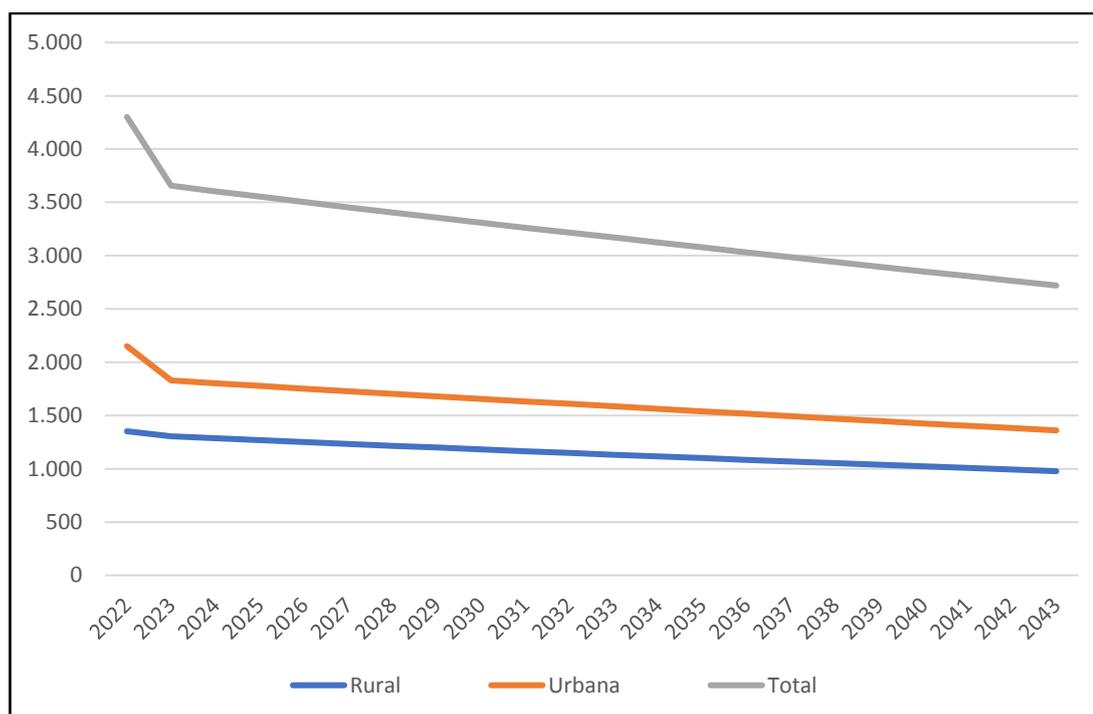
Tabela 2: Variação na população de Bozano (Projeção 2022 – 2043).

Ano	Rural	Urbana	Total
2022	1.352	799	2.151
2023	1.306	523	1.828
2024	1.287	515	1.802
2025	1.269	508	1.777
2026	1.251	501	1.752
2027	1.233	494	1.727

2028	1.216	487	1.703
2029	1.199	480	1.679
2030	1.182	473	1.655
2031	1.165	466	1.631
2032	1.149	460	1.608
2033	1.132	453	1.586
2034	1.116	446	1.562
2035	1.100	439	1.539
2036	1.084	432	1.516
2037	1.068	425	1.493
2038	1.053	418	1.471
2039	1.037	411	1.448
2040	1.022	404	1.426
2041	1.007	397	1.404
2042	992	390	1.382
2043	977	383	1.360

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1: Variação na população de Bozano (Projeção 2022 – 2043).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Analizando a Figura 1, verificou-se que a população do Município de Bozano tende a decrescer a uma taxa de 1,43%, no período de projeção estudado.

2.2. Estimativas relacionadas ao abastecimento de água potável

As projeções concernentes à demanda e reserva de água em Bozano foram

meticulosamente elaboradas com base na projeção populacional para os próximos dez anos, a partir de 2023. É importante salientar que tais estimativas consideram que toda a população do município tem acesso aos serviços de abastecimento hídrico. Em um cenário comparativo, a média de atendimento no estado do Rio Grande do Sul atinge 86,88%, enquanto a média nacional é ligeiramente inferior, situando-se em 84,2%. Uma análise minuciosa foi conduzida para calcular a estimativa de consumo, levando em conta que o consumo médio per capita em Bozano é superior à média nacional, ao mesmo tempo em que o custo por metro cúbico de água é 70,25% menor em relação ao país. Adicionalmente, é importante ressaltar que o provedor monitora o consumo em 100% dos estabelecimentos que possuem hidrômetros, embora aproximadamente 12,69% da água captada seja perdida na rede antes de chegar aos consumidores.

Ao adentrarmos na análise da projeção populacional, é possível observar uma tendência teórica de declínio no número de habitantes da zona urbana de Bozano. Nesse contexto, o termo "consumo" refere-se especificamente à quantidade de água utilizada em uma propriedade durante um determinado período, fornecida pelo sistema público de abastecimento através da conexão à rede pública. A vazão consumida, considerando as perdas mencionadas, totaliza 134,70 litros por habitante por dia, resultando em uma vazão de consumo diária total de 102,32 metros cúbicos para o ano de 2023.

A determinação da necessidade de reservação foi realizada com base nas mesmas taxas de crescimento populacional e levando em conta as seguintes considerações: a média anual de variação para a população urbana é de aproximadamente -7 habitantes por ano, enquanto para a vazão com perdas, essa média é de aproximadamente -0,015 L/s por ano. No que tange à vazão total diária, a média da variação anual é de aproximadamente -1,45 m³/d por ano, e a necessidade de reservação apresenta uma média de variação anual de aproximadamente -0,46 m³ por ano.

Ademais, é crucial considerar que a reserva de água não se restringe apenas a garantir uma quantidade adequada para atender às necessidades básicas diárias. Ela também deve prevenir incêndios, lidar com interrupções do sistema e promover uma distribuição mais equitativa de pressões nas zonas periféricas em expansão. Portanto, a projeção de demanda e reserva de água visa assegurar que o sistema de abastecimento hídrico de Bozano esteja apto a atender eficientemente à população nos próximos anos, levando em consideração as tendências de consumo e as necessidades de reservação para diversas situações contingenciais.

A análise metódica dos dados de consumo e perda de água, em conjunto com a

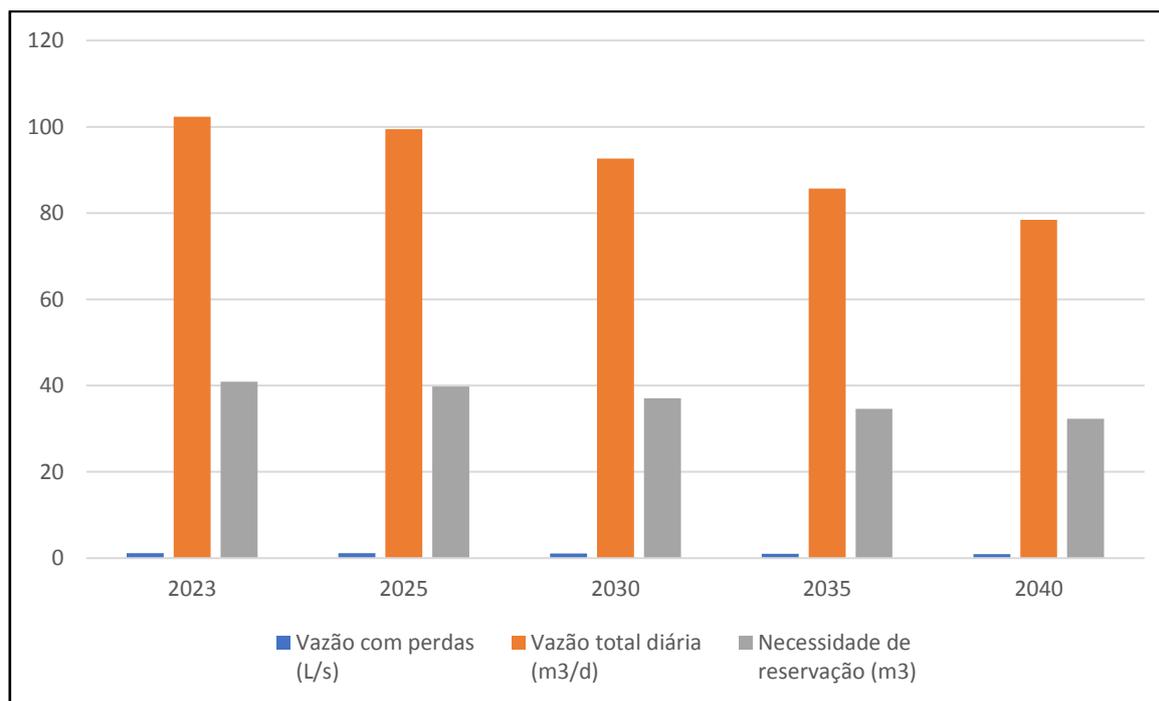
projeção populacional, proporciona um embasamento sólido para um planejamento mais robusto e sustentável. Esse planejamento busca não apenas a manutenção da qualidade e eficiência do sistema de abastecimento hídrico, mas também a preparação de Bozano para enfrentar os desafios futuros relacionados ao abastecimento de água. Assim, o município se posiciona estrategicamente para garantir que todos os seus habitantes tenham acesso contínuo e de qualidade a esse recurso essencial, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da comunidade local.

Tabela 3: Vazões de consumo e necessidade de reservação para a área urbana de Bozano.

Ano	População Urbana (habitantes)	Vazão com perdas (L/s)	Vazão total diária (m³/d)	Necessidade de reservação (m³)
2023	523	1,18	102,32	40,93
2024	515	1,17	100,87	40,35
2025	508	1,15	99,45	39,78
2026	501	1,13	98,04	39,22
2027	494	1,12	96,66	38,66
2028	487	1,10	95,29	38,12
2029	480	1,09	93,94	37,58
2030	473	1,07	92,62	37,05
2031	466	1,06	91,31	36,52
2032	460	1,04	90,02	36,01
2033	453	1,03	88,74	35,50
2034	446	1,01	87,13	35,09
2035	439	0,99	85,68	34,63
2036	432	0,98	84,24	34,17
2037	425	0,96	82,79	33,71
2038	418	0,95	81,35	33,25
2039	411	0,93	79,90	32,79
2040	404	0,92	78,46	32,33
2041	397	0,90	77,01	31,87
2042	390	0,89	75,52	31,41
2043	383	0,87	74,07	30,95

Fonte: Elaborados pelos autores.

Figura 2: Vazões de consumo e necessidade de reservação para a área urbana de Bozano.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando a tendência teórica de diminuição da população rural em Bozano, foi analisado que as infraestruturas existentes estão adequadas para atender à demanda atual, não havendo necessidade de investimentos significativos na ampliação da capacidade de produção de água. Contudo, destaca-se a importância da definição de projetos e implementação de ações direcionadas à melhoria qualitativa da infraestrutura já existente. Essa mesma abordagem pode ser aplicada ao consumo e à necessidade de reservação para a área rural do município de Bozano.

Para a análise das projeções de demanda no âmbito do Sistema de Abastecimento de Água (SAA), foram meticulosamente considerados os seguintes elementos: a produção hídrica, as conexões de água e a medição hidrométrica, a reserva de água, a infraestrutura de distribuição e os requisitos de licenciamento ambiental. No que diz respeito ao segmento de fornecimento de água potável, delinear-se os seguintes objetivos:

- Efetuar levantamentos e manter atualizados os dados estruturais relativos ao sistema de abastecimento de água.
- Minimizar o desperdício hídrico.
- Assegurar o acesso da comunidade à água potável em termos de qualidade e quantidade adequadas.
- Fomentar a sensibilização e a educação ambiental no que concerne ao consumo consciente e racional de água, bem como à preservação dos recursos hídricos

utilizados para abastecimento.

- Reduzir as perdas físicas no processo de abastecimento de água.
- Reforçar e expandir as atividades de fiscalização dos serviços prestados.
- Aperfeiçoar a regulação dos serviços de forma a garantir que as intervenções estejam alinhadas com o planejamento estabelecido, e que a fixação das tarifas seja eficiente, seguindo critérios técnicos e econômicos apropriados e objetivos sociais equitativos.
- Mitigar a inadimplência.

As estratégias e ações delineadas no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Bozano foram concebidas em conformidade com as diretrizes estabelecidas na Política Nacional de Saneamento Básico, conforme disposta na Lei nº 11.445 (BRASIL, 2011), e também estão alinhadas à versão preliminar do Plano Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2011). Nesse sentido, as metas podem ser categorizadas da seguinte forma:

- Controle qualitativo da água de abastecimento na área rural.
- Realização de medições de pressão na rede de distribuição de água potável para a prevenção de perdas.
- Implementação de sistema de tratamento para o abastecimento de água na zona rural.
- Capacitação dos técnicos responsáveis pela manutenção do sistema de tratamento.
- Instalação de sistemas de proteção estrutural para os poços de abastecimento.
- Criação de um programa de educação ambiental visando a racionalização do uso da água de abastecimento.
- Elaboração de projetos para a outorga de poços.
- Cadastro da rede de abastecimento de água potável.
- Instalação e manutenção dos sistemas de micro e macromedição para o controle operacional do sistema de abastecimento de água potável.
- Modernização das instalações e estruturas utilizadas no sistema de abastecimento de água.
- Definição de pontos de monitoramento para avaliação quali-quantitativa dos recursos hídricos.
- Implementação de sistemas de fluoretação para a água de abastecimento.
- Manutenção de um banco de dados sobre o sistema de abastecimento de água

potável na Prefeitura.

As diretrizes sobre o tema incluem:

- Universalização do fornecimento de água potável: garantir o acesso à água potável em todas as áreas urbanas e rurais.
- Transparência e prestação de contas: promover a transparência e o acesso às informações, assegurando a prestação de contas pelos prestadores de serviços, visando qualificar a participação.
- Avaliação de modelos tarifários: avaliar os modelos tarifários de água e esgoto, considerando critérios de subsídio interno e eficiência dos serviços.

Para alcançar esses objetivos, propõem-se as seguintes estratégias:

- Preservação de mananciais e reservas hídricas: implementar medidas para a conservação de mananciais e reservas de águas superficiais e subterrâneas.
- Melhoria da eficiência dos sistemas de tratamento de água: otimizar a eficiência dos sistemas de tratamento de água já existentes.
- Garantia do consumo mínimo de água: realizar estudos sobre modelos para assegurar o consumo mínimo de água, necessário para a saúde pública, e desenvolver ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano.
- Conformidade com a legislação de qualidade da água: implementar ações para garantir o cumprimento das normas de qualidade da água para consumo humano.
- Otimização e racionalização do uso da água: promover programas de conservação de água, combate às perdas e desperdícios, e minimização da geração de efluentes. Incentivar o recolhimento de águas pluviais para usos domésticos.
- Estímulo ao reuso da água: incentivar o reuso da água, considerando as especificidades socioambientais. Promover a inovação e modernização de processos tecnológicos e a adoção de práticas operacionais sustentáveis.
- Aprimoramento de programas de despoluição: trabalhar em conjunto com a Agência Nacional de Águas (ANA) para melhorar os programas de despoluição de bacias hidrográficas, ampliando os níveis de tratamento de esgotos domésticos.
- Implantação de sistemas de medição e controle operacional: fomentar a implementação e melhorias em sistemas adequados de macro e micromedição. Aperfeiçoar o controle operacional dos sistemas de abastecimento de água

potável.

Essas medidas são essenciais para garantir um fornecimento contínuo, eficiente e de qualidade de água potável, contribuindo para a saúde pública e o bem-estar da população de Bozano.

Em casos de emergência hídricas, na tabela abaixo são indicadas as principais situações de emergência que podem ocorrer no abastecimento de água potável e as suas possíveis ações corretivas.

Uma situação de emergência se configura quando um determinado risco se materializa, demandando a investigação de suas origens e a implementação de medidas para mitigar os danos e prevenir futuros incidentes (FINOTTI et al., 2009).

Tabela 4: Situações de emergência e suas ações corretivas.

Situação de emergência	Origem da situação	Ação corretiva
Enchentes e inundações.	Danos operacionais e transbordamento de mananciais por chuvas intensas.	Proteção elétrica, treinamento da equipe técnica e controle da vazão dos mananciais.
Danos na tubulação e na captação.	Greve na equipe de manutenção, equipamentos danificados, enchentes e inundações, erosões ou deslizamentos.	Contratação emergencial de empresa especializada, monitoramento para detecção precoce de vazamentos e comunicação eficaz com os usuários afetados, incluindo fornecimento de água por caminhões-pipa.
Estiagem.	Escassez de precipitação pluviométrica.	Comunicação eficaz com os usuários afetados e fornecimento de água por caminhões-pipa, manutenção do volume nos reservatórios, diagnóstico abrangente das áreas afetadas e campanhas para promover economia e uso racional da água.
Contaminação dos mananciais.	Derramamento de substâncias contaminantes nos mananciais e acidentes com cargas perigosas contaminando recursos hídricos.	Treinamento da equipe para identificação de anomalias no manancial, suspensão das operações até confirmar ausência de riscos à saúde e análise da água suspeita.
Falta de água parcial ou localizada.	Danos nos reservatórios, ruptura das redes de abastecimento e atos de vandalismo.	Comunicação com a população, instituições e Defesa Civil; reparo das instalações pelos responsáveis ou contratação de empresas especializadas em manutenção; mobilização de caminhões-tanque.
Falta de água generalizada.	Inundação das instalações de abastecimento, movimentação do solo rompendo a rede de distribuição, interrupção prolongada no	Comunicação com a população, instituições e Defesa Civil; comunicação com a fornecedora de energia elétrica;

	fornecimento de energia e baixa qualidade da água.	reparo das instalações pelos responsáveis ou contratação de empresas especializadas em serviços de manutenção.
--	--	--

Fonte: Adaptado de PMGIRS.

2.2 Estimativas relacionadas ao esgotamento sanitário

Com base nas informações fornecidas pela Prefeitura Municipal de Bozano, foi constatada a ausência de um sistema de coleta e tratamento de esgoto no município, o que gera uma responsabilidade individual por parte de cada residência para o tratamento do esgoto gerado. Predominantemente, as soluções individualizadas de esgotamento sanitário adotadas na localidade consistem em fossas sépticas, algumas das quais incluem sistemas de infiltração.

Além disso, não se observa a implementação de um sistema de esgoto sanitário com separação total, no qual as águas provenientes da cozinha seriam tratadas de forma distinta das provenientes dos banheiros, sendo essa separação adotada individualmente por cada residência. Outro aspecto importante é a falta de drenagem mista das águas pluviais com os esgotos, o que indica que a drenagem das águas da chuva é realizada de maneira separada do sistema de esgotamento sanitário.

A projeção da produção de esgoto para a população rural não foi incluída na análise, dado que essas regiões são responsáveis pelo tratamento individual de seus resíduos. Contudo, considerando a tendência teórica de redução da população rural em Bozano, é essencial verificar se as infraestruturas existentes estão aptas a atender à demanda urbana atual. A Tabela 5 apresenta os dados referentes às vazões de esgoto doméstico: mínima, média, máxima e máxima horária.

No entanto, é crucial ressaltar a importância da elaboração de projetos e da implementação de ações voltadas para aprimorar qualitativamente a infraestrutura já estabelecida, incluindo a instalação de um sistema de esgotamento sanitário coletivo no município. Isso envolveria a expansão da rede de esgotamento sanitário, o tratamento adequado do lodo proveniente de fossas sépticas não regulamentadas e o desenvolvimento de programas de educação ambiental relacionados ao manejo de esgoto, conforme indicado no diagnóstico.

O diagnóstico aponta para a necessidade de um planejamento abrangente e integrado que considere não apenas a instalação de infraestrutura, mas também a educação da população sobre a importância do tratamento adequado de esgoto e a gestão sustentável desses resíduos. Isso não apenas melhoraria a qualidade de vida dos moradores, mas também contribuiria para a

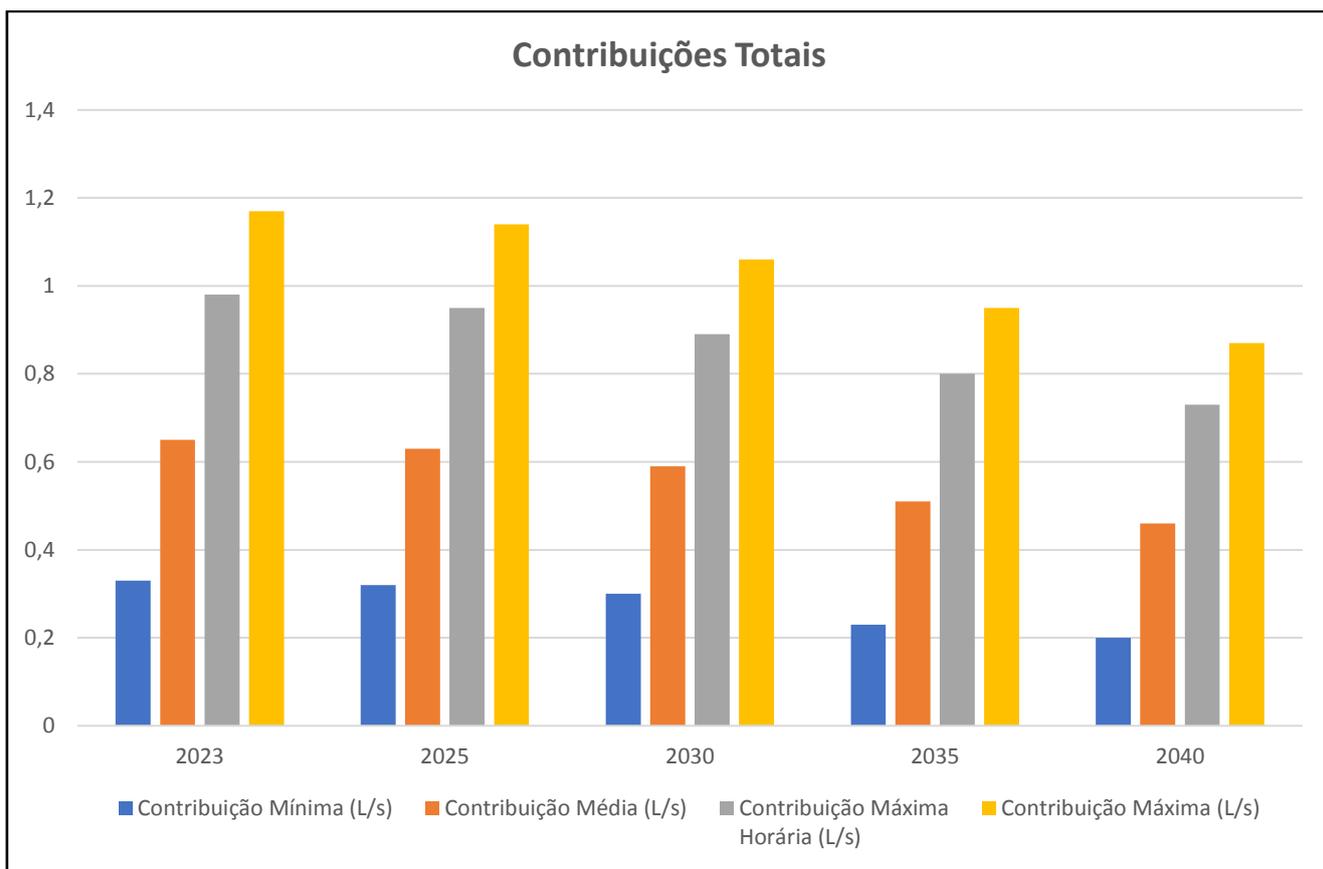
preservação ambiental e a sustentabilidade do município de Bozano no longo prazo.

Tabela 5: Vazões de esgoto doméstico estimadas para o período de 2023 a 2043.

Ano	População Urbana (habitantes)	Contribuições Totais			
		Mínima (L/s)	Média (L/s)	Máxima Horária (L/s)	Máxima (L/s)
2023	523	0,33	0,65	0,98	1,17
2024	515	0,32	0,64	0,96	1,16
2025	508	0,32	0,63	0,95	1,14
2026	501	0,31	0,62	0,94	1,12
2027	494	0,31	0,62	0,92	1,11
2028	487	0,30	0,61	0,91	1,09
2029	480	0,30	0,60	0,90	1,08
2030	473	0,30	0,59	0,89	1,06
2031	466	0,29	0,58	0,87	1,05
2032	460	0,29	0,57	0,86	1,03
2033	453	0,28	0,57	0,85	1,02
2034	446	0,25	0,52	0,81	0,97
2035	439	0,23	0,51	0,80	0,95
2036	432	0,23	0,50	0,78	0,93
2037	425	0,22	0,49	0,77	0,92
2038	418	0,21	0,48	0,76	0,90
2039	411	0,21	0,47	0,74	0,88
2040	404	0,20	0,46	0,73	0,87
2041	397	0,19	0,45	0,72	0,85
2042	390	0,19	0,45	0,70	0,83
2043	383	0,18	0,44	0,69	0,82

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3: Vazões de esgoto doméstico estimadas para o município.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o componente de esgotamento sanitário, foram estabelecidos os seguintes objetivos:

- Promover a universalização do sistema de esgotamento sanitário;
- Implantar, expandir e aprimorar a infraestrutura para a coleta e tratamento de esgoto, visando à melhoria da qualidade ambiental dos corpos hídricos;
- Salvaguardar os mananciais de abastecimento, especialmente aqueles destinados ao consumo humano;
- Assegurar a qualidade operacional do sistema;
- Promover o controle e a proteção ambiental dentro do sistema;
- Identificar, monitorar e prevenir os riscos de poluição dos corpos hídricos;
- Reforçar e ampliar a fiscalização dos serviços prestados;
- Fortalecer a regulação dos serviços para garantir que as intervenções estejam alinhadas com o planejamento estabelecido;
- Sensibilizar e educar a população sobre a importância do sistema de coleta e tratamento de esgoto, assim como os impactos causados por lançamentos clandestinos.

As estratégias e ações delineadas no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)

de Bozano foram concebidas em sintonia com as diretrizes estabelecidas na Política Nacional de Saneamento Básico, conforme definido na Lei nº 11.445 (BRASIL, 2011), e também alinhadas à versão preliminar do Plano Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2011). Nesse sentido, as metas podem ser desmembradas da seguinte forma:

- Desenvolvimento de estudos e projetos para sistemas de tratamento de esgoto sanitário;
- Implementação de estruturas de gestão e planejamento para sistemas de fossa e filtro;
- Lançamento de programas de conscientização ambiental;
- Regularização do destino final dos resíduos provenientes de fossas sépticas e filtros biológicos;
- Padronização de projetos e monitoramento da implantação de redes em novos empreendimentos;
- Elaboração de registros da rede de esgoto existente;
- Manutenção de sistemas individuais de tratamento de efluentes;
- Desenvolvimento de estudos e projetos para soluções de tratamento em áreas críticas;
- Busca de financiamento para substituição de sistemas obsoletos por tecnologias modernas;
- Erradicação de conexões ilegais de esgoto nas redes pluviais;
- Implementação de projetos para sistemas de tratamento de esgoto.

As diretrizes referentes ao tema são:

- Universalização do esgotamento sanitário:
 - Buscar a universalização do esgotamento sanitário nas áreas urbanas e rurais, minimizando os riscos à saúde e assegurando a qualidade ambiental.
- Educação e mobilização ambiental:
 - Fomentar ações de comunicação, mobilização e educação ambiental voltadas para o saneamento básico.
- Avaliação de modelo tarifário:
 - Avaliar o modelo tarifário para esgotos, considerando critérios de subsídio interno e eficiência dos serviços.
- Transparência e prestação de contas:
 - Fomentar a transparência e o acesso às informações, bem como a prestação de contas pelos prestadores de serviço, visando qualificar a participação.
- Estudos e pesquisas:
 - Consolidar, prioritariamente, atividades sistemáticas de elaboração de estudos e

pesquisas, com ênfase no desenvolvimento institucional e tecnológico, além da avaliação e monitoramento das políticas e programas.

- Sistemas Municipais de Informação:
- Valorizar a criação dos Sistemas Municipais de Informação em Saneamento Básico.

Para atingir esses objetivos, propõem-se as seguintes estratégias:

- Melhoria dos sistemas de tratamento de esgotos:
- Promover a melhoria da eficiência dos sistemas de tratamento de esgotos existentes.
- Uso do sistema condominial:
- Incentivar o uso do sistema condominial para esgotamento sanitário, em situações onde seu emprego seja mais efetivo, acompanhado de processos participativos, de comunicação social e de educação sanitária e ambiental, apropriados e contínuos.
- Campanhas de comunicação social:
- Promover campanhas de comunicação social para ampliar a consciência crítica sobre os direitos ao saneamento básico, com foco na promoção da qualidade de vida da população.
- Redução de emissões de gases de efeito estufa:
- Fomentar técnicas que reduzam as emissões de gases de efeito estufa nos processos de tratamento e disposição final dos esgotos.
- Redução da tarifa de energia elétrica:
- Desenvolver gestões para reduzir a tarifa de energia elétrica dos prestadores públicos de serviços de esgoto, revertendo esses recursos em investimentos no setor.
- Modelos tarifários justos:
- Estimular modelos tarifários que incluam mecanismos de tarifa social e subsídios, assegurando o acesso universal aos serviços com justiça social, e incentivando que beneficiários dos programas sociais do governo sejam contemplados pela tarifa social.
- Estudos sobre subsídios cruzados:
- Desenvolver estudos sobre a ocorrência de subsídios cruzados nos componentes de esgotamento sanitário no país.

Em situações de emergência, a tabela abaixo destaca as principais eventualidades que podem surgir. Embora não existam estruturas instaladas para esgotamento sanitário nas áreas urbana e rural do município de Bozano, é fundamental antecipar um plano de contingência para lidar com emergências relacionadas ao esgoto. Isso se torna ainda mais importante, considerando que uma das metas é a instalação de estruturas para esgotamento sanitário. É importante notar que o plano de contingência foi desenvolvido com base em cenários genéricos, uma vez que não há uma infraestrutura específica para orientar as medidas corretivas.

Tabela 6: Situações de emergência e suas ações corretivas.

Situação de emergência	Origem da situação	Ação corretiva
Enxurradas e inundações causadas por chuvas	Comprometimento operacional, danos na tubulação e contaminação do corpo receptor.	Proteção elétrica, treinamento da equipe, análise da água, manutenção preventiva e comunicação ambiental.
Prejuízos e bloqueio na tubulação e coleta	Gordura e materiais na rede, greve da equipe, avaria nos equipamentos, enchentes e erosões.	Hidrojateamento, contratação emergencial e manutenção de tubulações de esgoto.
Rompimento da rede de transporte	Interrupção do transporte ao emissário devido a erosões ou deslizamentos.	Treinamento da equipe técnica, contratação emergencial de empresa especializada e comunicação aos órgãos ambientais.
Paralisação no fornecimento de energia	Interrupção por falta de energia, danos em equipamentos/estruturas e vandalismo.	Comunicado à operadora de energia, instalação de equipamentos reserva e reparo das instalações danificadas.
Retorno de esgoto em imóveis.	Lançamento de águas pluviais no esgoto doméstico e obstrução na rede coletora.	Comunicação aos órgãos ambientais, vigilância sanitária, limpeza e reparo das instalações.

Fonte: Adaptado de PMGIRS.

3. GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A métrica de geração per capita é um indicador fundamental na avaliação da quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados por cada indivíduo em um período específico. Este indicador é calculado pela razão entre a massa total de resíduos coletados e a população atendida pelo serviço de coleta. Conforme Oliveira et al. (2004), diversos fatores influenciam a geração e a composição dos resíduos sólidos urbanos, incluindo variações sazonais e climáticas, hábitos culturais, densidade populacional, e legislações vigentes.

A geração de resíduos é significativamente influenciada pelas características socioeconômicas da população. Municípios com maior poder aquisitivo tendem a gerar mais

resíduos, refletindo padrões de consumo mais elevados. Por outro lado, áreas com menor desenvolvimento econômico geralmente apresentam taxas de geração mais baixas. Este fenômeno está diretamente relacionado ao estágio de desenvolvimento da localidade, onde um maior desenvolvimento está associado a um maior consumo de bens e, conseqüentemente, a uma maior produção de resíduos.

A taxa de geração per capita é um parâmetro essencial para o planejamento e implementação de estratégias de gestão de resíduos sólidos. Em municípios de pequeno porte, como Bozano, onde a população não ultrapassa 30.000 habitantes, a geração per capita esperada é de aproximadamente 0,50 kg por habitante por dia. Este valor serve como base para dimensionar a infraestrutura necessária para a coleta, transporte, e disposição final dos resíduos.

No entanto, a obtenção de dados precisos sobre as taxas de geração e a composição dos resíduos sólidos enfrenta desafios, especialmente em municípios de menor porte. Isso se deve, em grande medida, à escassez de profissionais qualificados e à prática comum de terceirização dos serviços de coleta, transporte e disposição final dos resíduos. A terceirização, embora eficiente em alguns aspectos, muitas vezes impede a coleta de dados detalhados, comprometendo a precisão dos diagnósticos e, por conseguinte, a eficácia das ações de planejamento e gestão de resíduos sólidos.

As carências identificadas foram:

- Não há coleta seletiva;
- Não há central de triagem de resíduos sólidos urbanos;
- Não há coleta de resíduos sólidos domésticos no meio rural;
- Não há central de recebimento, para posterior destinação adequada, de resíduos sólidos urbanos como móveis em madeira, MDF, MDP, laminados, compensados, assim como fogões, geladeiras, e sofás, sendo verificado, muitas vezes, o descarte irregular desses nas calçadas e terrenos urbanos.

fogões, geladeiras, e sofás, sendo verificado, muitas vezes, o descarte irregular desses nas calçadas e terrenos urbanos.

Além disso, na tabela abaixo é apresentado o resumo dos principais aspectos observados em cada etapa de coleta de resíduos e as respectivas demandas.

Tabela 7: Demandas de Serviços de Limpeza do município de Bozano.

Serviços	Resumo das informações	Demandas
Varrição	<p>Não estão em vigor programas ou projetos específicos voltados para a gestão da limpeza pública, tais como iniciativas de varrição que incluam a elaboração de mapas detalhados do processo de varrição e a avaliação da produtividade dos profissionais responsáveis</p>	<p>A formulação do plano de varrição deve incluir a elaboração de mapas detalhados que indiquem as áreas e rotas de varrição, bem como a implementação de um sistema de medição para avaliar a produtividade</p>

	pela tarefa.	dos varredores.
Coleta Convencional	O serviço de coleta abrange 100% da área urbana e dos distritos contudo restante da área rural não possui coleta e não existe um roteiro de coleta.	Elaboração de roteiro de coleta que atenda toda a população de forma eficiente.
Coleta Seletiva	O Município não realiza coleta seletiva de resíduos sólidos, e não tem caminhão de coleta dividido em seco e úmido.	Elaboração de um projeto de coleta seletiva e requisição de caminhões para a coleta seca e úmida.
Catadores	Há catadores, porém não existem associações.	A elaboração de um projeto de coleta seletiva deve ser adaptada à realidade local, considerando a presença de um reduzido número de catadores de materiais reaproveitáveis.
Resíduos da Construção Civil	O município não realiza o gerenciamento adequado dos Resíduos de Construção Civil (RCC) públicos gerados, resultando em coleta e destinação inadequadas. Além disso, não há legislação municipal que estabeleça distinções entre pequenos e médios geradores de RCC.	A elaboração de um projeto de gestão de Resíduos de Construção Civil (RCC) tem como objetivo principal garantir o correto gerenciamento dos resíduos e atender às necessidades do pequeno gerador, e as atividades dos grandes geradores.
Resíduos industriais	Não há informações sobre as quantidades de resíduos gerados e nem sobre sua destinação final.	Elaboração por parte das indústrias de plano de gerenciamento desses resíduos.
Resíduos de serviços de saúde	O município faz o gerenciamento dos RSS gerados pela empresa AMBSERV.	Realizar reuniões para verificar as condições de manejo dos resíduos.
Resíduos agrossilvopastoris	Não há informações disponíveis sobre o manejo de resíduos da atividade pecuária.	Inspensão e destinação correta desses resíduos.
Resíduos de logística reversa	O município carece de um sistema efetivo de controle e gestão dos resíduos, especialmente aqueles sujeitos à logística reversa obrigatória por parte do gerador.	Elaborar um planejamento de ação para acompanhar o cumprimento das obrigações da logística reversa pelos responsáveis envolvidos.
Agroquímicos	Agroquímicos não são recolhidos pelo município.	Realizar campanhas para o recolhimento desses resíduos.
Pilhas, baterias e Pneus	O Município de Bozano realiza campanha de coleta para pilhas e baterias.	Maior frequência e melhor divulgação das campanhas.
Óleos lubrificantes	O Município de Bozano não realiza o recolhimento de óleos lubrificantes.	Realizar campanhas para o recolhimento desses resíduos.
Lâmpadas fluorescentes	As lâmpadas fluorescentes do Município de Bozano são devolvidas para o local que foram adquiridas.	-

Eletroeletrônicos	Não há informações sobre a destinação dos eletroeletrônicos.	Realizar campanhas de coleta e/ou aplicar a logística reversa.
Resíduos volumosos	Móveis, utensílios, domésticos e entre outros, não são recolhidos pela prefeitura.	Realizar campanhas de coleta.
Resíduos de transporte	Não possui nenhum dos transportes supracitados.	-
Resíduos de serviços públicos de saneamento	O Município não possui Estação de Tratamento de Água e nem de Esgoto, por isso não gera esse tipo de resíduo.	-

Fonte: Adaptado de PMGIRS.

As diretrizes estabelecidas pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos podem ser separadas em:

1. Resíduos Sólidos Domésticos:

- Manutenção do patamar de geração: Manter o atual patamar de geração de resíduos sólidos urbanos tomando como referência o ano de 2008.
- Compostagem e energia: Induzir a compostagem da parcela orgânica dos resíduos sólidos urbanos e a geração de energia a partir do aproveitamento dos gases provenientes da biodigestão.
- Eliminação de lixões e aterros controlados: Eliminar os lixões e aterros controlados, promovendo a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.
- Recuperação de lixões e aterros controlados: Recuperar lixões e aterros controlados.
- Desenvolvimento de tecnologias: Desenvolver tecnologias para reduzir a disposição final em aterros sanitários.
- Ações de recuperação: Recuperação de lixões compreendendo ações de queima pontual de gases, coleta de chorume, drenagem pluvial, compactação da massa e cobertura vegetal.
- Inclusão de catadores: Incluir e fortalecer a organização de 600.000 catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.

2. Qualificação da Gestão dos Resíduos Sólidos:

- Estudos e consórcios: Realizar estudos de regionalização e constituição de consórcios públicos.
- Fortalecimento da gestão: Fortalecer a gestão dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

3. Materiais Recicláveis:

- Redução de resíduos recicláveis secos: Reduzir em 70% os resíduos recicláveis secos

dispostos em aterros sanitários com base na caracterização nacional de 2012.

- Coleta seletiva no meio rural: Implementar a coleta seletiva no meio rural.
4. Resíduos de Serviços de Saúde:
- Fortalecimento da gestão: Fortalecer a gestão dos resíduos sólidos de saúde nos estabelecimentos.
5. Resíduos Industriais:
- Eliminação de disposição inadequada: Eliminar completamente os resíduos industriais destinados inadequadamente ao meio ambiente.
 - Fortalecimento do gerenciamento: Incentivar o fortalecimento do gerenciamento de resíduos sólidos nas indústrias.
6. Resíduos Agrossilvopastoris:
- Inventário: Inventariar, a partir do censo agropecuário de 2015, os resíduos agrossilvopastoris.
 - Destinação adequada: Destinar adequadamente os resíduos agrossilvopastoris por meio de compostagem, biodigestão e outras tecnologias.
7. Resíduos de Construção Civil:
- Unidades de manejo: Implantar unidades de recebimento, triagem, transbordo e reservação adequada de RCC (aterros Classe A).
 - Inventário: Realizar o inventário de resíduos de construção civil a partir do próximo Censo do IBGE.
 - Eliminação de áreas irregulares: Eliminar as áreas irregulares de disposição final de resíduos da construção civil.

A partir de dados coletados no SNIS nas informações sobre coleta pública e domiciliar a tabela abaixo traz uma projeção da quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes, levando em conta que a massa de resíduos domiciliares e públicos coletados per capita em relação à população urbana atendida é de 0,54 kg/hab./dia, supondo que esse valor se mantenha constante.

Tabela 8: Projeção da quantidade total de RDO e RPU coletada.

Ano	População total urbana atendida (estimada)	Quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes (tonelada/ano)
2023	523	103,2
2024	515	101,6
2025	508	100,2
2026	501	98,7

2027	494	97,3
2028	487	95,8
2029	480	94,4
2030	473	92,9
2031	466	91,4
2032	460	90,1
2033	453	88,7
2034	446	87,2
2035	439	85,8
2036	432	84,3
2037	425	82,9
2038	418	81,4
2039	411	80,0
2040	404	78,5
2041	397	77,1
2042	390	75,6
2043	383	74,1

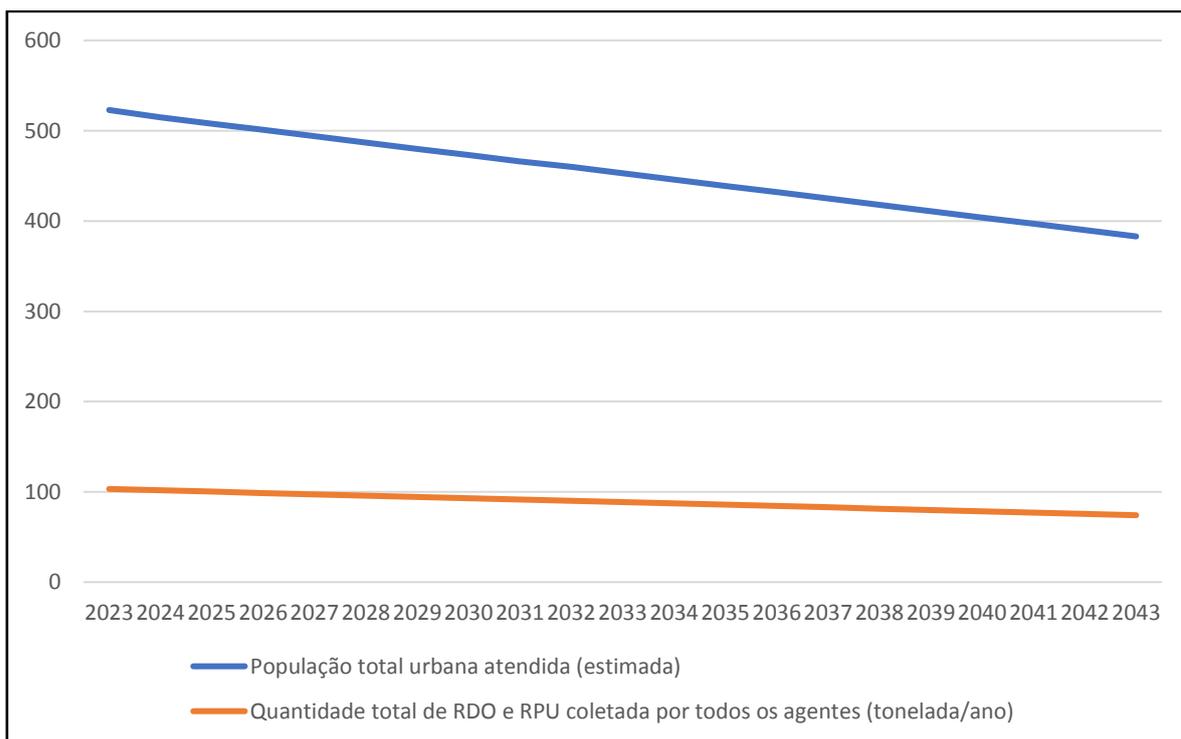
Fonte: Elaborado pelos autores apartir de SNIS.

A tabela apresentada ilustra a projeção da quantidade total de Resíduos Domiciliares Ordinários (RDO) e Resíduos Públicos Urbanos (RPU) coletada ao longo de um período de 21 anos, de 2023 a 2043. Os dados estimam tanto a população urbana total atendida quanto a quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes em toneladas por ano.

Observa-se uma tendência de diminuição tanto na população urbana atendida quanto na quantidade de resíduos coletados ao longo dos anos. Em 2023, a população urbana atendida é de 523 pessoas, resultando na coleta de 103,2 toneladas de resíduos. Já em 2043, projeta-se que a população atendida será de 383 pessoas, com a coleta de 74,1 toneladas de resíduos.

Essa projeção sugere uma redução contínua na geração de resíduos, possivelmente associada a mudanças demográficas ou a melhorias em práticas de gestão de resíduos e conscientização ambiental ao longo do período analisado.

Figura 4: Projeção gráfica da quantidade total de RDO e RPU coletada.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de SNIS.

3.1 Coleta Seletiva

A coleta seletiva, conforme delineada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), caracteriza-se pela separação prévia dos resíduos sólidos segundo sua constituição ou composição. A responsabilidade pela coleta de resíduos sólidos domiciliares e públicos recai sobre o poder público municipal, que deve garantir a adequada gestão desses resíduos. Contudo, é imperativo salientar que, no contexto da coleta seletiva, existe um componente social significativo que não pode ser negligenciado. Segundo Besen (2012), a coleta seletiva no Brasil é notável pela inclusão social dos catadores e pelo apoio das políticas públicas direcionadas às associações e cooperativas desses trabalhadores. Portanto, é fundamental que essa dimensão social seja contemplada no planejamento e implementação da coleta seletiva.

Adicionalmente, segundo informações fornecidas pela Prefeitura do Município de Bozano/RS, o município enfrenta desafios substanciais em relação à coleta seletiva de resíduos sólidos. Atualmente, Bozano não realiza a coleta seletiva e carece de caminhões de coleta especializados para resíduos secos e úmidos, configurando-se como um dos principais obstáculos na gestão eficiente dos resíduos sólidos. Esta situação evidencia a necessidade urgente de políticas e investimentos direcionados à estruturação de um sistema de coleta

seletiva, que inclua tanto a infraestrutura necessária quanto o suporte às cooperativas de catadores, promovendo assim uma gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos no município. A tabela abaixo apresenta algumas vantagens da implantação de um sistema municipal de coleta seletiva.

Tabela 9: Vantagens da coleta seletiva municipal.

Vantagem	Descrição
Redução de Resíduos em Aterros e conseqüentemente aumento da vida útil.	Diminuição significativa do volume de resíduos encaminhados para aterros sanitários.
Economia de Recursos Naturais	Reaproveitamento de materiais recicláveis, reduzindo a extração de recursos naturais.
Geração de Empregos	Criação de postos de trabalho para catadores e trabalhadores em cooperativas e empresas de reciclagem.
Incentivo à Reciclagem	Estímulo à separação e destinação correta dos resíduos, promovendo a cultura da reciclagem na comunidade.
Melhoria da Qualidade Ambiental	Redução da poluição do solo, água e ar, contribuindo para um ambiente mais saudável.
Educação Ambiental	Aumento da conscientização da população sobre a importância da correta gestão de resíduos.
Eficiência na Gestão de Resíduos	Maior eficiência e eficácia na gestão de resíduos sólidos urbanos.
Valorização dos Catadores	Inclusão social e econômica dos catadores de materiais recicláveis.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A sustentabilidade da coleta seletiva, conforme exposto por Besen (2011), refere-se à capacidade do município de desenvolver este sistema de maneira eficiente, com respaldo legal e recursos técnicos adequados, visando a universalização dos serviços e a obtenção de resultados ambientais, sociais e econômicos progressivamente melhores.

Antes da implementação de um sistema de coleta seletiva, o Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE, 1999) recomenda a realização de diversas etapas preliminares essenciais:

1. Determinação do perfil sociocultural da população: Compreender as características sociais e culturais dos habitantes do município.
2. Determinação do perfil dos resíduos: Analisar a composição dos resíduos, com especial atenção aos materiais recicláveis.
3. Realização de um diagnóstico dos projetos de coleta seletiva em operação: Avaliar os projetos de coleta seletiva existentes, incluindo a participação de catadores, ONGs, escolas e outros atores envolvidos.
4. Avaliação das tecnologias disponíveis: Examinar as máquinas e equipamentos necessários para a coleta seletiva.
5. Identificação de fontes adicionais de financiamento: Buscar recursos financeiros extras para viabilizar o projeto.
6. Avaliação dos impactos ambientais da implementação do projeto: Estudar os possíveis impactos ambientais decorrentes da implantação do sistema de coleta seletiva.

Adicionalmente, as atividades relacionadas à coleta seletiva, que são de responsabilidade do Poder Público, devem ser incorporadas no planejamento (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO, 2005): a) Levantamento de dados e caracterização dos resíduos: Realizar medições variadas e elaborar plantas e planos de trabalho detalhados. b) Elaboração de estatísticas: Produzir estatísticas sobre o progresso dos trabalhos, além de calcular receitas e despesas associadas. c) Divulgação: Desenvolver e disseminar instrumentos de divulgação, definindo os conteúdos e locais apropriados para afixação ou distribuição. d) Transparência sobre dificuldades e resultados: Comunicar as dificuldades enfrentadas e os resultados obtidos de forma clara e transparente.

Em relação à responsabilidade dos municípios no acondicionamento dos resíduos, o artigo 35 da Lei n° 12.305 (BRASIL, 2010) estabelece que os consumidores (entendidos aqui como os municípios) são obrigados a:

- Acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados.
- Disponibilizar corretamente os resíduos sólidos reutilizáveis para a coleta ou devolução.

Este conjunto de diretrizes e responsabilidades visa não apenas a eficácia do sistema de coleta seletiva, mas também a promoção de uma cultura de responsabilidade compartilhada entre o poder público e a população, garantindo a sustentabilidade ambiental e a inclusão social dos catadores no processo de reciclagem.

3.2 Definição de Áreas de Disposição Final de Resíduos Sólidos

A determinação de áreas adequadas para a disposição final ambientalmente correta de rejeitos é uma exigência explícita da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), conforme o artigo 19, inciso II. Esta determinação requer a consideração de critérios técnicos estabelecidos no plano diretor ou no zoneamento ambiental municipal. Contudo, o presente estudo não se baseou exclusivamente na documentação legal municipal existente, mas também nos critérios técnicos e nas legislações federais e estaduais. Ademais, foram analisados critérios ambientais, de uso do solo e técnicos, conforme orientações de Silva (2011).

A avaliação apresentada aqui é de natureza preliminar e tem como objetivo principal atender aos requisitos legais estipulados pela legislação vigente, além de indicar os critérios técnicos essenciais a serem considerados caso se opte pela adoção de uma tecnologia específica para a destinação final de resíduos sólidos na área do município. A escolha da área para a construção de um aterro sanitário é um aspecto crucial no processo de implantação, pois uma seleção criteriosa pode resultar na redução significativa de custos e despesas relacionados à infraestrutura.

Além de servir como base para a possível instalação de estruturas de gerenciamento de resíduos sólidos, tais como estações de transbordo e depósitos temporários de resíduos recicláveis, a seleção adequada das áreas é também fundamental para a logística reversa obrigatória. A logística reversa, componente essencial da gestão integrada de resíduos sólidos, requer a organização eficiente das etapas de coleta, transporte e tratamento dos materiais recicláveis.

Portanto, a identificação e a seleção de áreas adequadas não apenas atendem às exigências legais, mas também contribuem para a eficiência operacional e a sustentabilidade econômica e ambiental do sistema de gestão de resíduos sólidos do município. Este processo deve ser conduzido com rigor técnico e transparência, garantindo a participação de todos os stakeholders envolvidos, para assegurar que as decisões tomadas sejam as mais adequadas para o contexto local e contribuam para a melhoria contínua da qualidade ambiental e da saúde pública.

Para avaliar áreas potenciais para a instalação de aterros sanitários de pequeno porte, podem ser empregados os critérios propostos por Castilhos (2002) e Silva (2011) que consta:

- Critérios Ambientais:
 - Características geotécnicas do terreno.
 - Distância em relação aos recursos hídricos.
 - Áreas sujeitas a inundação.

- Preservação da fauna e flora local.
- Uso e Ocupação do Solo:
 - Distância dos núcleos populacionais.
 - Facilidade de acesso à área.
 - Topografia do terreno (clinografia).
 - Potencial de reaproveitamento de áreas degradadas.
- Critérios Operacionais:
 - Economia de transporte de resíduos.
 - Possibilidade de reaproveitamento da área após o encerramento da disposição.
 - Condições de segurança e estabilidade do terreno para operação contínua.
 - Viabilidade de implementação de medidas de controle ambiental e prevenção de impactos negativos.

Para a realização de projetos nessas áreas, é imprescindível conduzir estudos detalhados e avaliações atualizadas com base em levantamentos de dados de campo. Esses estudos devem contemplar as condições locais e os critérios técnicos e ambientais estabelecidos, assegurando a adequação do projeto às particularidades do município. Além disso, é crucial observar as diretrizes da Resolução CONAMA n° 404 (BRASIL, 2008), especialmente o artigo 4, que aborda a instalação de aterros sanitários de pequeno porte.

A determinação da necessidade de apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) cabe ao órgão ambiental responsável pela análise do projeto de aterro sanitário. Este procedimento é vital para avaliar os potenciais impactos ambientais e definir as medidas mitigadoras necessárias, garantindo que o empreendimento seja sustentável e não cause danos significativos ao meio ambiente.

Os critérios utilizados para a seleção de áreas destinadas à instalação de aterros sanitários de pequeno porte podem também ser aplicados na definição da localização de futuras estações de transbordo de resíduos sólidos no município. Essa abordagem assegura a conformidade com as normas ambientais e contribui para uma gestão mais eficiente e sustentável dos resíduos sólidos.

A seleção adequada das áreas para esses empreendimentos deve considerar fatores como a proximidade de áreas habitadas, a distância de corpos d'água, a presença de infraestrutura viária adequada e a compatibilidade com o uso do solo definido no zoneamento ambiental. Além disso, é importante envolver a comunidade local e outros stakeholders no processo de planejamento, garantindo transparência e engajamento social, o que pode facilitar a aceitação e

o sucesso do projeto.

Portanto, a condução de estudos detalhados e a consideração criteriosa dos regulamentos ambientais são essenciais para a implementação de projetos de gerenciamento de resíduos sólidos que sejam eficazes, sustentáveis e benéficos para a comunidade e o meio ambiente.

3.3 Ações Relativas aos Resíduos com Logística Reversa Obrigatória

A logística reversa, conforme definida pela legislação brasileira de 2010, constitui um instrumento vital para o desenvolvimento econômico e social sustentável. Este mecanismo abrange uma série de ações e procedimentos destinados a facilitar a coleta e a devolução de resíduos sólidos ao setor empresarial, visando ao reaproveitamento desses materiais em ciclos produtivos ou à sua destinação final de forma ambientalmente adequada.

De acordo com as análises de Leite (2012), a efetivação da Política Nacional de Resíduos Sólidos demanda uma distribuição equilibrada de responsabilidades entre os diversos agentes da cadeia de suprimentos. Essa abordagem enfatiza a necessidade de estruturar sistemas de logística reversa como uma responsabilidade compartilhada, exigindo um planejamento rigoroso e criterioso para sua implementação. Esse planejamento deve envolver todos os elos da cadeia produtiva, garantindo que os resíduos sejam gerenciados de forma eficiente e sustentável.

Brandão e Oliveira (2012) sublinham a importância do princípio da responsabilidade compartilhada e da prática da logística reversa, destacando a participação crucial de todos os envolvidos, desde fabricantes até consumidores e o poder público. Essa colaboração é essencial para mitigar os impactos ambientais associados aos resíduos sólidos. A participação de cada um desses agentes é fundamental para reintegrar os resíduos ao ciclo produtivo, promover a reciclagem dos materiais ou assegurar sua destinação final ambientalmente adequada.

A estruturação e implementação dos sistemas de logística reversa se concretizam por meio da elaboração de acordos setoriais, que representam uma inovação jurídica no contexto brasileiro. Estes acordos, desenvolvidos durante o processo legislativo que culminou na aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, são destacados por Soler et al. (2012) como fundamentais para viabilizar a logística reversa e a responsabilidade compartilhada na gestão dos resíduos sólidos. Os acordos setoriais, juntamente com termos de compromisso e regulamentos específicos, formam a base para a operacionalização eficaz da logística reversa, garantindo que todos os agentes envolvidos cumpram suas responsabilidades de maneira coordenada e eficiente.

Dessa forma, a logística reversa não apenas contribui para a sustentabilidade ambiental, mas também promove a inclusão social e a eficiência econômica, ao integrar os resíduos de volta aos processos produtivos e reduzir a pressão sobre os recursos naturais. A implementação bem-sucedida deste sistema requer um esforço conjunto de todos os stakeholders, incluindo a elaboração de políticas públicas, o engajamento da indústria, a participação ativa dos consumidores e o apoio contínuo do poder público. A figura abaixo apresenta o ciclo de vida dos produtos dentro do processo de logística reversa.

Figura 5: Ciclo de vida dentro da logística reversa.



Fonte: Ciclo Vivo, 2010.

Compete aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos e embalagens mencionados no artigo 33 da Lei n. 12.305/2010 adotar todas as medidas necessárias para garantir a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob sua responsabilidade. Entre outras ações, essas medidas podem incluir: a implementação de procedimentos para a compra de produtos ou embalagens usadas; a disponibilização de pontos de entrega para resíduos reutilizáveis e recicláveis; e a colaboração com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. Os consumidores devem devolver os produtos e embalagens aos comerciantes ou distribuidores

após o uso. Por sua vez, os comerciantes e distribuidores devem retornar esses produtos e embalagens aos fabricantes ou importadores. Finalmente, os fabricantes e importadores são responsáveis por dar uma destinação ambientalmente adequada aos produtos e embalagens recebidos ou devolvidos, sendo que os rejeitos serão encaminhados para disposição final ambientalmente apropriada.

De acordo com o artigo 28 da Lei n. 12.305/2010, a responsabilidade do consumidor em relação à devolução dos produtos e embalagens ao estabelecimento comercial é encerrada após a devolução. Assim, cabe ao poder público, no que diz respeito ao sistema de logística reversa, controlar e fiscalizar o gerenciamento dos produtos e embalagens submetidos a tal sistema. Se o ente público responsável pela limpeza urbana e pelo manejo de resíduos sólidos assumir, por meio de acordo setorial ou termo de compromisso firmado com o setor empresarial, atividades de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes nos sistemas de logística reversa dos produtos e embalagens referidos no artigo 33 (Lei n. 12.305/2010), as ações do poder público serão devidamente remuneradas, conforme previamente acordado entre as partes.

Propõe-se as seguintes ações para o manejo dos resíduos com logística reversa obrigatória no município de Bozano:

- a) Implementação de programas de incentivo para a doação de equipamentos eletroeletrônicos às comunidades carentes, visando à redução do descarte inadequado desses materiais e à promoção da reutilização.
- b) Adequação das práticas relacionadas aos resíduos de logística reversa aos acordos setoriais estabelecidos, garantindo a conformidade com as diretrizes e responsabilidades definidas nesses acordos.
- c) Criação de mecanismos para estimular a adoção de soluções consorciadas ou compartilhadas para a gestão integrada dos resíduos sólidos, promovendo a eficiência na coleta, tratamento e destinação final dos materiais recolhidos.
- d) Implementação de sistemas que facilitem a devolução dos produtos pós-consumo pelos cidadãos aos fornecedores, promovendo a responsabilidade compartilhada na gestão dos resíduos e incentivando a prática da logística reversa.

3.4. Impactos Financeiros

Em relação aos Impactos Financeiros, é recomendado que o setor responsável adote a cobrança de taxas de coleta de resíduos à população de Bozano, em conformidade com o artigo 29 da Lei n° 11.445 (BRASIL, 2007). Este artigo estabelece a necessidade de garantir a

sustentabilidade econômica-financeira dos serviços públicos de saneamento básico por meio da cobrança dos serviços sempre que possível.

Para a definição das taxas e tarifas dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, devem-se considerar os seguintes aspectos conforme o artigo 35 da mesma lei:

- a) O nível de renda da população atendida;
- b) As características dos lotes urbanos e as áreas edificadas neles;
- c) O peso e/ou volume médio coletado por habitante ou domicílio.

Uma melhoria significativa neste aspecto seria a criação de planilhas orçamentárias para o controle das despesas relacionadas aos serviços de limpeza pública. Isso garantiria uma gestão mais eficiente e transparente desses recursos, possibilitando um acompanhamento detalhado das receitas e despesas envolvidas na prestação desses serviços. Além disso, a transparência na gestão financeira contribui para o fortalecimento da confiança da população e dos órgãos fiscalizadores nas ações realizadas pelo setor público.

Ao adotar práticas de gestão financeira mais transparentes e eficientes, é possível garantir a viabilidade econômica dos serviços de saneamento básico e promover uma distribuição mais equitativa dos custos entre os usuários, considerando suas capacidades de pagamento e as características de suas propriedades. Isso contribui para a sustentabilidade financeira dos serviços e para a melhoria contínua da qualidade dos serviços prestados à comunidade de Bozano.

3.5. Iniciativas de Educação Ambiental e Comunicação

O município de Bozano adota a abordagem preconizada pela Política Nacional de Educação Ambiental, conforme estabelecida pela Lei nº 9.795 (BRASIL, 1999). Nessa perspectiva, a educação ambiental é concebida como um processo contínuo no qual indivíduos e coletividades desenvolvem valores, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, essenciais para a qualidade de vida e sustentabilidade.

Atualmente, Bozano empreende campanhas de esclarecimento sobre coleta seletiva de resíduos sólidos por meio de palestras nas escolas, iniciativas promovidas pela Prefeitura Municipal e EMATER. Como meta adicional, propõe-se formalizar essas ações em um Programa de Educação Ambiental abrangente, envolvendo todos os segmentos da sociedade. Esta iniciativa visa fortalecer o engajamento da comunidade e a disseminação de práticas sustentáveis em toda a cidade.

Barciott e Saccaro Junior (2012) ressaltam que a educação ambiental, quando direcionada aos resíduos sólidos, deve contemplar diversas estratégias de comunicação e engajar diferentes atores sociais, comunidades e a população em geral. Isso é essencial para esclarecer dúvidas, conscientizar sobre a importância da gestão adequada dos resíduos e enfrentar os desafios relacionados à sua correta disposição e reciclagem.

As atividades planejadas devem estar alinhadas com o artigo 9 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), que prioriza a gestão dos resíduos de acordo com uma escala de prioridade, privilegiando a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, nesta ordem.

Por fim, ressalta-se a relevância do argumento apresentado por Feldmann e Araújo (2012), os quais destacam a impossibilidade de implementar as disposições da Política Nacional de Resíduos Sólidos sem um esforço significativo na educação ambiental. A conscientização e a mobilização da sociedade são fundamentais para promover mudanças de comportamento e garantir a efetividade das políticas e práticas relacionadas à gestão dos resíduos sólidos, contribuindo assim para a preservação do meio ambiente e a promoção da sustentabilidade..

3.6. Ações de Mitigação das Emissões dos Gases de Efeito Estufa

A gestão eficaz dos resíduos sólidos desempenha um papel crucial na redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), conforme destacado por Denny et al. (2013). No Brasil, diversos instrumentos legais e políticas públicas foram desenvolvidos com o objetivo de mitigar essas emissões e promover um desenvolvimento sustentável. Entre eles, destacam-se o Plano Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC) de 2008, a Política Nacional de Mudanças Climáticas (Lei Federal nº 12.187/2009), que estabelece metas de redução voluntária das emissões de GEE, e o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Lei Federal nº 12.114/2009). Essas políticas são integradas com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Lei Federal de Saneamento Básico, formando um arcabouço jurídico essencial para o desenvolvimento sustentável do país.

O Plano Nacional sobre Mudanças Climáticas, lançado em 2008, enfatiza a importância da reciclagem de resíduos sólidos urbanos como uma alternativa eficaz para reduzir as emissões de GEE. Uma das metas estabelecidas pelo plano é o aumento da reciclagem em 20% até 2015. Para alcançar esses objetivos, o plano propõe diretrizes técnicas específicas que orientam as ações em diferentes áreas relacionadas à gestão de resíduos sólidos.

1. Resíduos Sólidos Domésticos

- Criação de Incentivos para Compostagem: Incentivar a compostagem de resíduos orgânicos pela população é uma das estratégias propostas. A compostagem reduz a quantidade de resíduos enviados a aterros sanitários, diminuindo as emissões de metano.
- Expansão dos Serviços de Coleta: Ampliar e aumentar a frequência dos serviços de coleta de resíduos nas áreas urbanas e rurais é fundamental para melhorar a eficiência da gestão de resíduos e garantir que mais resíduos sejam reciclados ou compostados.
- Campanhas de Redução de Resíduos Orgânicos: Realizar campanhas de conscientização para diminuir a presença de resíduos orgânicos na coleta convencional, incentivando a separação correta e a compostagem doméstica.

2. Materiais Recicláveis

- Implementação da Coleta Seletiva: Estabelecer sistemas de coleta seletiva é crucial para aumentar a quantidade de materiais recicláveis recuperados. Isso inclui a criação de pontos de coleta e a organização de sistemas logísticos eficientes.
- Incentivos para Participação da População: Criar incentivos que motivem a população a participar ativamente da coleta seletiva, como programas de troca de materiais recicláveis por benefícios ou descontos em serviços públicos.

3. Área Agrosilvopastoril

- Inventário sobre Manejo de Dejetos de Animais: Realizar um inventário detalhado sobre o manejo de dejetos de animais nas propriedades rurais do município. Esse inventário é essencial para entender a magnitude do problema e identificar as melhores soluções.
- Diagnóstico de Viabilidade de Recuperação Energética: Conduzir um diagnóstico sobre a viabilidade da recuperação energética dos resíduos gerados nas atividades agrosilvopastoris. A recuperação energética, como a produção de biogás, pode transformar resíduos em fontes de energia, reduzindo as emissões de GEE e promovendo a sustentabilidade.

As ações de mitigação das emissões de GEE relacionadas à gestão de resíduos sólidos são fundamentais para enfrentar as mudanças climáticas. A implementação dessas diretrizes contribui significativamente para a redução das emissões de GEE, promovendo a sustentabilidade ambiental e melhorando a qualidade de vida das comunidades. Além disso, a integração dessas ações com outras políticas públicas voltadas para a mitigação das mudanças climáticas fortalece o compromisso do Brasil com o desenvolvimento sustentável.

A adoção de práticas de gestão sustentável de resíduos, como a compostagem, a reciclagem e a recuperação energética, não só reduz as emissões de GEE, mas também promove a economia circular, gerando novos empregos e oportunidades econômicas. A conscientização e a participação ativa da população são cruciais para o sucesso dessas iniciativas. Portanto, campanhas educacionais e incentivos econômicos desempenham um papel vital na mobilização da sociedade para a adoção de práticas sustentáveis.

Em resumo, a gestão eficaz dos resíduos sólidos é uma estratégia essencial na mitigação das emissões de gases de efeito estufa e na promoção da sustentabilidade ambiental. O Brasil, através de seu arcabouço jurídico e políticas públicas, tem demonstrado um compromisso significativo com a redução das emissões de GEE e o desenvolvimento sustentável. As diretrizes técnicas propostas pelo Plano Nacional sobre Mudanças Climáticas oferecem um caminho claro para a implementação de ações eficazes na gestão de resíduos sólidos, beneficiando tanto o meio ambiente quanto a sociedade.

A integração dessas ações com políticas de mudanças climáticas e a promoção da economia circular representam um avanço importante na luta contra as mudanças climáticas. A continuidade e o fortalecimento dessas iniciativas são essenciais para garantir um futuro sustentável e resiliente para as gerações futuras.

3.7. Ações Corretivas para Situações de Emergência

Situações de emergência na gestão de resíduos sólidos podem surgir de diversas maneiras, exigindo ação imediata para minimizar danos e prevenir futuras ocorrências. Conforme definido por Finotti et al. (2009), uma situação de emergência ocorre quando um risco se materializa, demandando a investigação de suas causas e a implementação de medidas para redução de danos e prevenção de incidentes similares. Diante dessa premissa, é fundamental estabelecer um conjunto abrangente de ações corretivas para enfrentar diversas emergências, protegendo o meio ambiente e a saúde pública.

i) Vazamento de Líquidos Perigosos

- **Isolamento da Área Afetada:** Em caso de vazamento de líquidos perigosos, a primeira medida a ser adotada é o isolamento imediato da área afetada. Isso é essencial para evitar a contaminação do solo e dos recursos hídricos próximos.
- **Remoção e Tratamento dos Resíduos Vazados:** A remoção adequada dos resíduos vazados deve ser realizada o mais rápido possível. Isso inclui a utilização de equipamentos e técnicas específicas para a contenção e remoção

dos líquidos perigosos.

- **Avaliação dos Impactos Ambientais:** Após a contenção inicial, é crucial realizar uma avaliação detalhada dos impactos ambientais causados pelo vazamento. Essa avaliação ajudará a determinar a extensão da contaminação e as medidas necessárias para a recuperação do ambiente afetado.
- **Prevenção de Novos Vazamentos:** Implementar medidas preventivas, como melhorias nos sistemas de armazenamento e manipulação de líquidos perigosos, é fundamental para evitar a ocorrência de novos vazamentos.

ii) Incêndios em Depósitos de Resíduos

- **Acionamento dos Órgãos Competentes:** Em situações de incêndio em depósitos de resíduos, é crucial acionar imediatamente os órgãos competentes para o combate ao fogo e a evacuação segura da área.
- **Avaliação dos Danos Pós-Incêndio:** Após a extinção do incêndio, deve-se realizar uma avaliação detalhada dos danos ambientais e estruturais causados pelo fogo. Essa avaliação é essencial para determinar as ações corretivas necessárias.
- **Implementação de Medidas Preventivas:** Para evitar novos incêndios, é importante implementar melhorias nas práticas de armazenamento e manipulação de resíduos. Isso pode incluir a revisão das normas de segurança e a instalação de sistemas de monitoramento e combate a incêndios.

iii) Colapso de Estruturas de Armazenamento

- **Garantia da Segurança:** Em caso de colapso de estruturas de armazenamento de resíduos, a prioridade é garantir a segurança das pessoas e áreas adjacentes. Isso inclui a evacuação da área e a interdição de zonas de risco.
- **Investigação das Causas:** A investigação das causas do colapso é fundamental para evitar reincidências. Essa investigação deve considerar fatores estruturais, operacionais e ambientais que possam ter contribuído para o incidente.
- **Implementação de Melhorias Estruturais:** Com base nos resultados da investigação, devem ser implementadas melhorias estruturais e procedimentais. Isso pode incluir o reforço das estruturas de armazenamento e a adoção de práticas operacionais mais seguras.

iv) Contaminação do Solo e Águas Subterrâneas

- **Avaliação Detalhada dos Impactos:** Se houver contaminação do solo ou das

águas subterrâneas, é preciso realizar uma avaliação detalhada dos impactos. Isso inclui a identificação das fontes de contaminação e a extensão dos danos ambientais.

- Remediação do Solo: As medidas corretivas podem incluir a remediação do solo contaminado. Técnicas como biorremediação, descontaminação química ou remoção física do solo afetado podem ser utilizadas.
- Implementação de Sistemas de Monitoramento: Para prevenir a propagação da contaminação, é fundamental implementar sistemas de monitoramento contínuo das áreas afetadas. Esses sistemas ajudarão a detectar e responder rapidamente a novos casos de contaminação.

v) Acidentes durante o Transporte de Resíduos

- Garantia da Segurança das Pessoas Envolvidas: Em casos de acidentes durante o transporte de resíduos, a segurança das pessoas envolvidas é a prioridade. Medidas como a evacuação da área e a prestação de primeiros socorros são essenciais.

Contenção e Neutralização dos Resíduos Derramados: A contenção imediata e a neutralização dos resíduos derramados são cruciais para minimizar os impactos ambientais e de saúde pública. Equipamentos e materiais específicos devem estar disponíveis para essas situações.

- Revisão dos Procedimentos de Transporte: A revisão dos procedimentos de transporte é necessária para identificar e corrigir falhas que possam ter contribuído para o acidente. Isso inclui a capacitação dos motoristas e a adoção de práticas de transporte mais seguras.

Essas situações exemplificam a complexidade da gestão de resíduos sólidos e a importância de estar preparado para lidar com emergências de forma eficaz. A implementação de ações corretivas robustas e bem planejadas é essencial para minimizar os danos ambientais e proteger a saúde pública. Além disso, a prevenção de novas ocorrências por meio de melhorias contínuas nos procedimentos e estruturas é fundamental para garantir a segurança e a sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos. A capacidade de resposta rápida e eficiente a emergências demonstra o compromisso com a proteção do meio ambiente e a promoção de um desenvolvimento sustentável e seguro.

3.8. Ajustes na Legislação

A elaboração de uma lei específica sobre a gestão de resíduos sólidos, conforme as diretrizes e propostas do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, é uma medida de extrema importância para assegurar uma abordagem eficiente e sustentável na gestão desses resíduos no município de Bozano. Abaixo, detalhamos como essa legislação pode abranger diversos aspectos fundamentais, com uma visão abrangente e detalhada sobre cada um deles:

1. Critérios Técnicos de Gerenciamento

- A primeira seção desta lei deve focar no estabelecimento de diretrizes claras e técnicas para o gerenciamento das diferentes categorias de resíduos sólidos. Isso inclui:
- Procedimentos para Coleta: Definir protocolos específicos para a coleta de resíduos domiciliares, comerciais, industriais e perigosos. Estabelecer horários, frequência e métodos de coleta que garantam eficiência e minimizem impactos ambientais.
- Transporte de Resíduos: Normatizar o transporte de resíduos sólidos, assegurando que os veículos utilizados estejam devidamente equipados para evitar vazamentos e outras formas de poluição. Incluir diretrizes para a rota de transporte visando a minimização do impacto urbano.
- Tratamento de Resíduos: Estabelecer padrões para o tratamento dos resíduos, contemplando tecnologias modernas e eficientes que atendam às necessidades específicas de cada tipo de resíduo. Incluir critérios para a escolha de métodos de tratamento, como incineração, compostagem, reciclagem e outros.
- Disposição Final: Definir requisitos rigorosos para a disposição final de resíduos, garantindo que aterros sanitários, incineradores e outras instalações de disposição atendam a todas as normas ambientais vigentes. Incluir medidas para a monitorização contínua das áreas de disposição para prevenir e controlar a contaminação ambiental.

2. Taxas de Coleta de Resíduos

- A segunda seção deve tratar da definição de critérios para a cobrança de taxas de coleta de resíduos, contemplando:
- Tipo de Resíduo: Diferenciação de taxas com base na classificação dos resíduos (domiciliares, comerciais, industriais, perigosos).
- Quantidade Gerada: Estabelecimento de uma estrutura tarifária baseada na

quantidade de resíduos gerados por cada unidade geradora, incentivando a redução na geração de resíduos.

- Frequência de Coleta: Ajuste das taxas conforme a frequência de coleta necessária para cada tipo de resíduo e área atendida, garantindo que os custos operacionais sejam devidamente cobertos.
- Custos Operacionais: Inclusão de todos os custos operacionais, desde a coleta até o tratamento e disposição final, para assegurar a sustentabilidade financeira do sistema de gestão de resíduos.

3. Responsabilidades dos Geradores

- A terceira seção deve focar no estabelecimento de responsabilidades claras para os geradores de resíduos sólidos:
- Redução na Geração de Resíduos: Incentivos e exigências para que os geradores adotem práticas que minimizem a geração de resíduos na fonte.
- Segregação Adequada: Normas para a segregação dos resíduos na fonte, facilitando o processo de coleta seletiva e tratamento.
- Destinação Adequada: Estabelecimento de obrigações para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos, com penalidades para o não cumprimento das normas.

4. Incentivos à Reciclagem e Logística Reversa

- A quarta seção deve incluir medidas para promover a reciclagem, a reutilização e a implementação de sistemas de logística reversa:
- Incentivos Fiscais: Oferecimento de incentivos fiscais para empresas e cidadãos que adotem práticas de reciclagem e reutilização.
- Parcerias com Empresas: Promoção de parcerias com empresas para a implementação de sistemas de logística reversa, especialmente para produtos eletrônicos, baterias, pneus e outros materiais de difícil disposição.
- Programas de Reciclagem: Desenvolvimento de programas municipais que facilitem a reciclagem de materiais, com pontos de coleta específicos e campanhas de conscientização.

5. Educação Ambiental e Conscientização

- A quinta seção deve focar na inclusão de programas e ações de educação ambiental para sensibilizar a população:
- Campanhas de Conscientização: Realização de campanhas de conscientização

sobre a importância da gestão adequada de resíduos sólidos e práticas sustentáveis.

- Programas Educacionais: Implementação de programas educacionais nas escolas e comunidades, ensinando sobre a segregação de resíduos, reciclagem e compostagem.
- Incentivos à Participação Comunitária: Incentivos para a participação ativa da comunidade na gestão de resíduos, incluindo a criação de conselhos comunitários e fóruns de discussão.

A criação de uma lei específica para a gestão de resíduos sólidos em Bozano representa um passo decisivo para a construção de um sistema de gestão de resíduos eficiente, sustentável e alinhado com as melhores práticas globais. Essa legislação não apenas ajudará a proteger o meio ambiente e a saúde pública, mas também promoverá a sustentabilidade econômica e social do município. O alinhamento com as diretrizes nacionais e regionais, bem como a inclusão de todos os aspectos mencionados, garantirá uma abordagem holística e eficaz na gestão dos resíduos sólidos, preparando Bozano para um futuro mais limpo e sustentável.

4. DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

O Diagnóstico de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais em Bozano apontou desafios significativos tanto nas áreas urbanas quanto rurais do município. Nas regiões urbanas, a falta de pavimentação em alguns bairros e a presença de redes de microdrenagem subdimensionadas resultam em alagamentos localizados, especialmente em vias principais. A ineficácia dos sistemas de drenagem subterrânea e dos dispositivos coletores também foi identificada, destacando a necessidade de redimensionamento das microdrenagens e melhoria dos dispositivos existentes.

Já nas áreas rurais, a demanda por pavimentação e sistemas de drenagem é significativa, especialmente em estradas e travessias de vias. O escoamento superficial nas estradas não pavimentadas utiliza as macrodrenagens existentes, direcionando a água para os corpos d'água receptores. Contudo, a capacidade de escoamento das macrodrenagens precisa ser avaliada para garantir sua eficácia durante chuvas intensas.

Para solucionar esses problemas, é crucial priorizar a pavimentação e a implantação de redes de microdrenagem nas áreas urbanas, especialmente em locais com histórico de alagamentos. Também é fundamental redimensionar as microdrenagens e melhorar os dispositivos coletores para garantir o direcionamento adequado das águas pluviais.

Nas áreas rurais, a pavimentação e a instalação de sistemas de drenagem devem ser acompanhadas de estudos de capacidade de escoamento das macrodrenagens para evitar problemas futuros. Essas medidas visam melhorar a capacidade de drenagem e o manejo das águas pluviais em Bozano, reduzindo alagamentos e minimizando os impactos das chuvas no município.

Os objetivos definidos para o manejo de águas pluviais urbanas englobam:

- Elaborar ferramentas de planejamento específicas para otimizar esse sistema;
- Garantir a adequada infraestrutura e dispositivos para o funcionamento eficaz do sistema;
- Efetuar o cadastro, mapeamento e atualização contínua das infraestruturas e dispositivos do sistema municipal de drenagem de águas pluviais;
- Manter o sistema em pleno funcionamento;
- Implementar medidas para o aproveitamento, retenção e infiltração das águas pluviais, reduzindo a sobrecarga do sistema e controlando as enchentes, podendo ser requisitadas em novos empreendimentos (loteamentos);
- Prevenir e controlar inundações, enchentes e alagamentos;
- Restringir a ocupação de áreas propensas a inundações;
- Desenvolver e implementar medidas para proteger pessoas e propriedades em áreas críticas de inundação;
- Reforçar programas e projetos voltados para a proteção de igarapés e áreas ambientais, ampliando as áreas de absorção das chuvas;
- Garantir a preservação e o controle ambiental dos cursos d'água;

Introduzir um programa de conscientização e educação ambiental;

- Atualizar anualmente o mapeamento das áreas suscetíveis a inundações que representem riscos para a população local;
- Incentivar a requalificação de edificações em áreas de risco e realocação quando necessário para locais seguros.

As diretrizes relacionadas ao tema são:

- Manejo das águas pluviais urbanas:
- Promover a gestão das águas pluviais urbanas para minimizar a ocorrência de inundações, enchentes e alagamentos críticos.
- Transparência e prestação de contas:
- Fomentar a transparência e o acesso às informações, bem como assegurar a

prestação de contas pelos prestadores de serviço, visando à qualificação da participação.

- Estudos e pesquisas:
- Consolidar, prioritariamente, atividades sistemáticas de elaboração de estudos e pesquisas com ênfase no desenvolvimento institucional e tecnológico, além da avaliação e monitoramento das políticas e programas.
- Modelos de cobrança e incentivos:
- Conceber modelos de cobrança e incentivos para o serviço de drenagem urbana.
- Sistemas Municipais de Informação:
- Valorizar a criação dos Sistemas Municipais de Informação em Saneamento Básico.

Para atingir esses objetivos, propõem-se as seguintes estratégias:

- Técnicas apropriadas de saneamento:
- Avaliar, difundir e incentivar o emprego de técnicas apropriadas de sistemas de saneamento básico para universalizar o acesso, especialmente para a população de baixa renda e em áreas de urbanização precária.
- Estudos sobre modelos de drenagem:
- Desenvolver estudos e avaliar experiências internacionais sobre modelos de organização para drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, disseminando os resultados.
- Projetos e ações para manejo de águas pluviais:
- Fomentar projetos, programas e ações para o manejo das águas pluviais urbanas, priorizando medidas não estruturais e intervenções em municípios com problemas críticos de inundação.
- Campanhas de comunicação social:
- Promover campanhas de comunicação social para ampliar a consciência crítica sobre os direitos ao saneamento básico, com foco na promoção da qualidade de vida da população.
- Gestão baseada em risco epidemiológico e ambiental:
- Incentivar estratégias de gestão que se apoiem no conceito de risco epidemiológico e ambiental, elaborando planos de segurança para infraestruturas críticas, planos de segurança da água, planos de contingência

e ações para emergências e desastres.

- Modelos tarifários justos:
- Estimular modelos tarifários com mecanismos de tarifa social e subsídios que assegurem o acesso universal aos serviços, promovendo justiça social e contemplando beneficiários dos programas sociais do governo.
- Arrecadação e incentivos para drenagem e manejo de resíduos:
- Desenvolver e difundir estudos sobre modelos viáveis e eficazes de arrecadação e incentivos para os componentes de drenagem, manejo das águas pluviais urbanas, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

O diagnóstico da gestão da drenagem urbana em Bozano revelou lacunas significativas, como a falta de um plano estruturado e de um departamento especializado nessa área. A ausência de ferramentas básicas para o planejamento, como plantas cadastrais detalhadas, levantamentos topográficos precisos e definição de áreas de preservação hídrica, foi identificada como um desafio importante. Diante dessa situação, é recomendável a criação de uma estrutura específica, seja um departamento ou setor, voltado para a implementação de mecanismos necessários para um planejamento eficaz da drenagem urbana.

Além disso, é aconselhável adotar medidas compensatórias que promovam a retenção temporária do escoamento superficial e incentivem a infiltração e percolação da água no solo. Essas medidas são cruciais para ajustar temporalmente as vazões e reduzir o volume escoado, contribuindo para mitigar os riscos de alagamentos e inundações na região. As técnicas compensatórias podem ser estruturais, envolvendo soluções que promovam a retenção ou facilitação da infiltração da água no solo, ou não-estruturais, que visam a adoção de práticas que reduzam o escoamento superficial.

Outro ponto importante é a definição de um zoneamento que restrinja a ocupação de áreas sujeitas a riscos de inundação. Conforme a legislação vigente, é proibida a loteação de áreas de risco para fins urbanos, o que reforça a importância de mapear e definir um zoneamento para essas áreas, evitando assim a ocupação desordenada e reduzindo os impactos das inundações.

Além disso, a criação de programas de educação ambiental, planos de prevenção contra inundações, adequação da legislação existente e elaboração de planos de Gestão de Manutenção e Operação são medidas complementares que podem fortalecer a gestão da drenagem urbana em Bozano.

Embora não tenham sido identificadas estruturas significativas de macro e

microdrenagem em Bozano, é essencial elaborar um plano de contingência para lidar com situações de emergência relacionadas à drenagem na região municipal. Esse plano deve ser desenvolvido considerando diferentes cenários e incluir ações imediatas para reparar danos e restabelecer a normalidade após eventos adversos. Na tabela a seguir, estão listadas as principais situações de emergência que podem ocorrer na drenagem e no manejo de águas pluviais urbanas, bem como as ações corretivas correspondentes.

Tabela 10: Situações de emergência e suas ações corretivas.

Situação de emergência	Origem da situação	Ação corretiva
Inundação ou enchente causada pelo transbordamento de recursos hídricos.	Assoreamento, estrangulamento do córrego por estruturas e impermeabilização descontrolada da bacia.	Comunicação com a defesa civil, estudos de controle de cheias das bacias e sensibilização da população por meio de campanhas de educação ambiental.
Odor exalado pela boca de lobo	Ligação clandestina de rede de esgoto nas galerias de águas pluviais e deposição de resíduos orgânicos nas bocas de lobo.	Localização e regularização de pontos de lançamento irregular de águas pluviais, limpeza de bocas de lobo e sensibilização da população por meio de campanhas de educação ambiental.
Enxurradas e alagamentos devido a altos índices de pluviosidade em áreas específicas.	Problemas no sistema de drenagem e tubulações, manutenção inadequada dos sistemas de microdrenagem e limpeza urbana inadequada.	Evacuação da população e de bens em áreas de risco, manutenção constante dos dispositivos de microdrenagem, limpeza urbana, comunicação com a defesa civil e sensibilização da população através de campanhas de educação ambiental.
Proliferação de vetores	Enxurradas, alagamentos e empocamento de água.	Melhoria e manutenção no sistema de microdrenagem, realização de campanhas de educação ambiental para evitar empocamento de água e proliferação de mosquitos, comunicação com a defesa civil e comunicação com a vigilância sanitária.

Fonte: Adaptado de PMGIRS.

A partir do diagnóstico da situação e manejo de drenagem urbana do município de Bozano se constatou as seguintes carências:

- a) o Município apresenta carências quanto aos mecanismos e as estruturas de gestão e planejamento dos sistemas de drenagem urbana, sendo elas: ausência de plano de drenagem urbana; inexistência de departamento específico sobre o tema junto à Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Trânsito; inexistência de plantas cadastrais do sistema de drenagem urbana e plantas topográficas detalhadas; inexistência de georreferenciamento da planta cadastral do Município; ausência de definição de áreas de preservação de recursos hídricos, de sistema de drenagem e de sistemas naturais;
- b) em função de sua geomorfologia o Município apresenta escoamento superficial difuso. As bacias urbanas necessitam apenas adequações com estruturas de microdrenagem;
- c) os sistemas de drenagem urbana do Município recebem grande parte dos esgotos domésticos, indicando-se o estabelecimento de redes separadoras absoluta para esgoto doméstico.

4.1. Diretrizes para formulação do plano de segurança da água

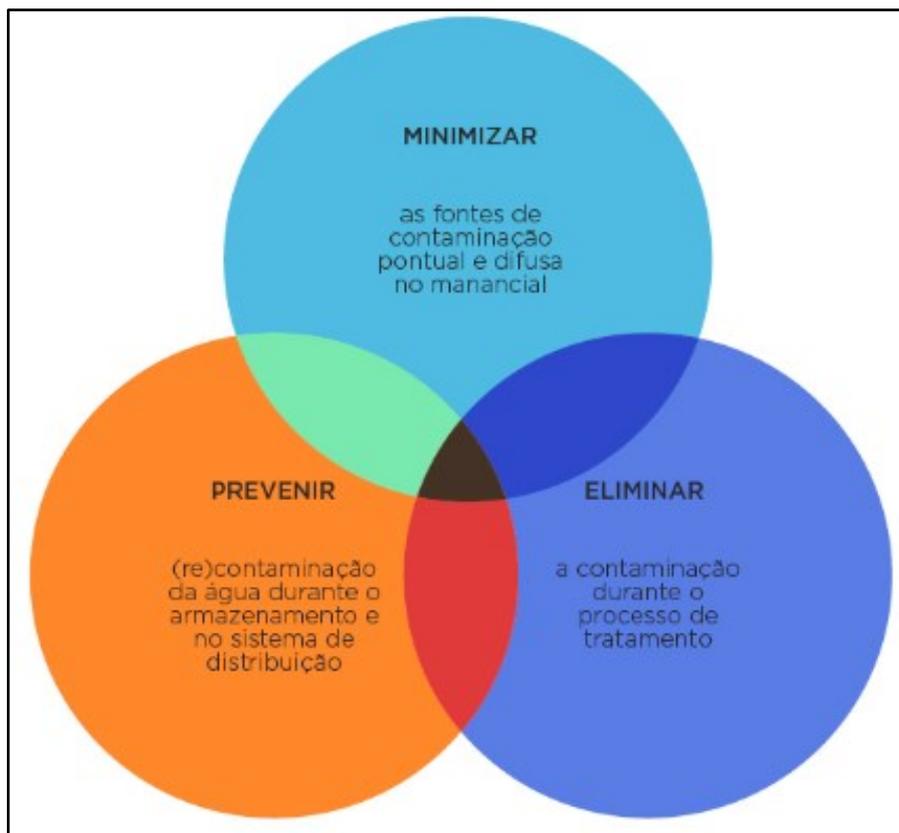
Conforme as novas diretrizes para assegurar a segurança da água destinada ao consumo humano, é necessário que o padrão de potabilidade considere, além do controle laboratorial, a adoção de ferramentas de avaliação e gerenciamento de riscos, conhecidas como Planos de Segurança da Água (PSA). Esses planos abrangem todas as etapas, desde a captação até a entrega da água potável ao consumidor (BRASIL, 2012). O PSA é um instrumento essencial para garantir a segurança da água, sendo aplicável tanto aos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) quanto às Soluções Alternativas Coletivas (SAC) por meio de uma abordagem preventiva. Seus objetivos específicos são:

- Reduzir a contaminação dos mananciais de captação, identificando e controlando fontes de poluição pontuais e difusas.
- Avaliar a capacidade de produção de água em conformidade com as metas de qualidade estabelecidas.
- Assegurar a eliminação da contaminação da água por meio de tratamentos adequados.
- Prevenir a (re)contaminação durante a distribuição da água, abrangendo reservatórios e redes de distribuição.

- Apoiar os responsáveis pelo abastecimento de água na identificação e priorização de perigos e riscos nos SAA e SAC, desde a fonte até o consumidor final.
- Validar as medidas de controle dos riscos.
- Implementar um monitoramento operacional eficaz das medidas de controle nos SAA e SAC.
- Executar ações corretivas para garantir um fornecimento contínuo de água segura.
- Verificar a qualidade da água para consumo humano, garantindo a correta implementação do PSA e seu desempenho adequado, conforme as normas de qualidade da água estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2011 apud BRASIL, 2012).

A figura abaixo apresenta os objetivos do Plano de Segurança da Água(PSA).

Figura 6: Objetivos do PSA.



Fonte: Adaptado de Ras-Hon (2009).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), as sugestões de etapas para a elaboração do Plano de Segurança da Água (PSA) são detalhadas abaixo:

1. **Constituição da Equipe de Trabalho:** Formar um grupo multidisciplinar responsável pela implementação do PSA, envolvendo profissionais de diversas áreas como engenharia, saúde pública, gestão ambiental, entre outros.
2. **Descrição do Sistema de Abastecimento:** Mapear e descrever detalhadamente todo o sistema de abastecimento de água, desde a captação até a distribuição, incluindo fontes de água, estações de tratamento, reservatórios e redes de distribuição.
3. **Identificação dos Perigos e Avaliação dos Riscos:** Realizar uma análise abrangente para identificar potenciais perigos e avaliar os riscos associados em cada etapa do sistema de abastecimento de água, considerando fontes de contaminação pontuais e difusas.
4. **Desenvolvimento e Implementação de Medidas de Controle:** Estabelecer e implementar medidas de controle eficazes para minimizar os riscos identificados, garantindo a segurança da água em todas as etapas do abastecimento.

5. Monitoramento Operacional: Implementar um sistema de monitoramento contínuo das medidas de controle, utilizando indicadores de desempenho para avaliar a eficácia das ações implementadas.
6. Gestão de Incidentes e Emergências: Desenvolver e implementar procedimentos para a gestão de incidentes e emergências, incluindo planos de contingência e resposta rápida para situações que possam comprometer a qualidade da água.
7. Verificação e Validação do Sistema: Realizar verificações periódicas e validações do sistema de abastecimento de água para garantir que o PSA esteja funcionando conforme o planejado e que as medidas de controle sejam eficazes.
8. Comunicação e Participação da Comunidade: Estabelecer canais de comunicação eficientes com a comunidade e outros stakeholders, promovendo a transparência e a participação ativa na gestão da segurança da água.
9. Revisão e Melhoria Contínua: Implementar um processo contínuo de revisão e melhoria do PSA, incorporando feedbacks, lições aprendidas e avanços tecnológicos para aprimorar a segurança do sistema de abastecimento de água.

Estas etapas são fundamentais para a elaboração e implementação eficaz de um PSA, assegurando a qualidade e a segurança da água destinada ao consumo humano, conforme recomendado pela OMS.

Os PSA devem ser elaborados pelos gestores dos sistemas de abastecimento ou soluções alternativas coletivas de água, com a colaboração do comitê de bacia hidrográfica da região e representantes do setor de saúde pública da respectiva esfera federativa (BRASIL, 2012). A complexidade desses planos pode variar conforme o contexto, sendo estruturados como um sistema operacional de gestão da qualidade e riscos, orientado por metas de saúde pública e auxiliando na vigilância da qualidade da água para consumo humano (WHO, 2011 apud BRASIL, 2012).

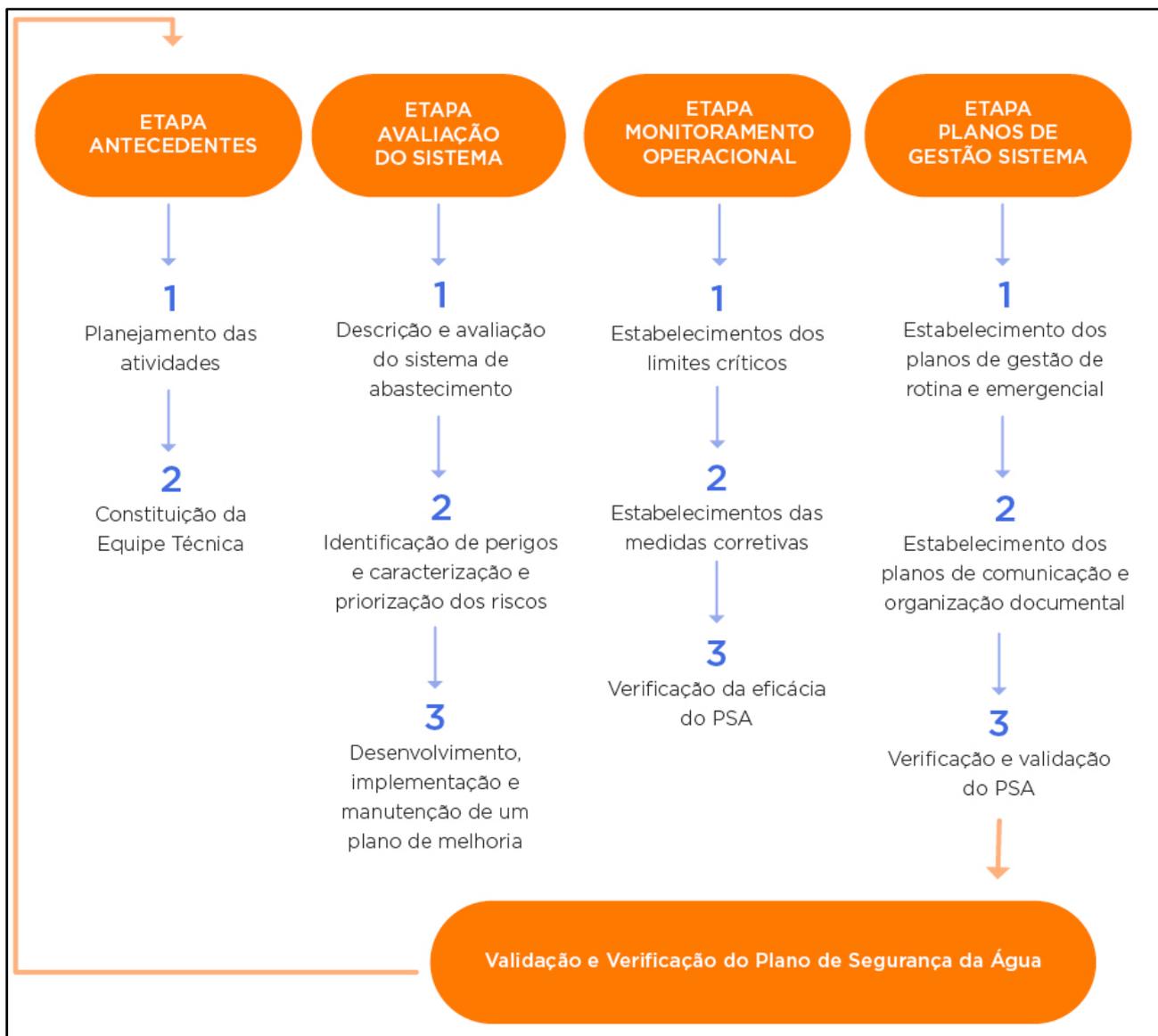
Os benefícios da implementação dos PSA para os responsáveis pelo abastecimento de água incluem:

- Identificação oportuna de perigos e riscos.
- Otimização de investimentos e recursos.
- Redução dos custos de tratamento de água.

- Melhoria dos processos de trabalho por meio da organização da documentação e dos procedimentos operacionais, resultando em maior eficiência, melhor desempenho e resposta rápida em situações de emergência.
- Qualificação contínua dos profissionais envolvidos.
- Garantia da qualidade da água conforme os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente.
- Aumento da segurança e da confiança dos consumidores, reduzindo o número de reclamações.
- Fortalecimento da atuação intersetorial, promovendo uma gestão integrada e eficiente (BRASIL, 2012).

A Figura abaixo apresenta um esquema com a sequência das etapas para o desenvolvimento de um PSA.

Figura 7: Etapas para o desenvolvimento de um plano de segurança da água.



Fonte: Adaptado de WHO (2004) e WHO (2005).

5. DIRETRIZES PARA O SISTEMA MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

O acesso ao saneamento básico é um direito essencial para a qualidade de vida e a preservação ambiental, conforme estabelecido pela Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007) no Brasil. Esta lei define diretrizes fundamentais para o saneamento básico, abrangendo não apenas o fornecimento de água potável e o tratamento de esgoto, mas também a coleta e disposição adequada de resíduos sólidos.

Entre os princípios estabelecidos, destaca-se a universalização dos serviços, buscando garantir que todos tenham acesso a condições básicas de saneamento. Além disso, a modicidade

tarifária visa tornar os serviços acessíveis economicamente à população. A integração das políticas de saneamento com as políticas de desenvolvimento urbano e regional é outro ponto relevante, visando um planejamento integrado e sustentável. A participação social e o controle social são princípios que enfatizam a importância da participação da comunidade na gestão e fiscalização dos serviços.

A gestão dos serviços de saneamento pode ser feita de várias formas. A administração direta envolve órgãos públicos responsáveis pela execução dos serviços sem a intervenção de terceiros. Por outro lado, a administração indireta ocorre por meio de concessão ou permissão, contratando empresas privadas ou estatais para realizar os serviços, mediante licitação pública.

Existe também a gestão associada, que ocorre por meio da cooperação entre entidades federativas, como municípios, estados e União. Essa forma de gestão visa a eficiência na prestação dos serviços e a redução de custos, podendo ser realizada por meio de consórcios públicos, convênios de cooperação ou parcerias público-privadas (PPPs).

A escolha do modelo de gestão deve considerar as características locais, as necessidades da população e os recursos disponíveis. A participação ativa da comunidade e o controle social são aspectos fundamentais para garantir a transparência, eficiência e qualidade na prestação dos serviços de saneamento básico, contribuindo para o bem-estar da população e a proteção do meio ambiente.

O artigo 2 da Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007), que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, delinea princípios fundamentais que devem orientar os serviços públicos nesse âmbito:

a) Universalização do acesso: Garantir que todos tenham acesso aos serviços de saneamento básico, independentemente de sua localização ou condição socioeconômica.

b) Serviços executados de forma apropriada para a saúde pública e a preservação do ambiente: Assegurar que o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos sejam realizados de maneira adequada, promovendo a saúde pública e a proteção ambiental.

c) Disponibilidade de serviços de drenagem e gestão das águas pluviais: Garantir que todas as áreas urbanas tenham serviços de drenagem e gestão das águas pluviais adequados, visando à segurança da vida e do patrimônio público e privado.

d) Utilização de métodos que considerem as particularidades locais: Adotar métodos, técnicas e processos que levem em conta as características específicas de cada região, garantindo soluções eficazes e adaptadas.

e) Eficiência e sustentabilidade econômica: Promover a eficiência na gestão dos recursos e a sustentabilidade econômica dos serviços de saneamento básico.

f) Incentivo à moderação no consumo de água: Adotar medidas para incentivar a moderação no consumo de água, visando à conservação desse recurso natural.

Essas diretrizes, conforme estabelecidas na Lei de Saneamento Básico, têm como objetivo garantir não apenas serviços economicamente viáveis, mas também uma qualidade de vida digna para a população. Elas abrangem diversos aspectos, desde o acesso universal aos serviços até a promoção da sustentabilidade ambiental e econômica.

Para o sistema municipal de saneamento básico em Bozano, recomenda-se a adoção das seguintes diretrizes como princípios orientadores:

- Garantir condições dignas de saneamento para todos os residentes, considerando tanto áreas urbanas quanto rurais.
- Planejar a expansão urbana de forma sustentável, preservando os ecossistemas nativos e os recursos hídricos.
- Implementar ações de saneamento ambiental como parte integrante do interesse público, buscando cumprir sua função social.
- Priorizar uma drenagem urbana sustentável, considerando critérios de uso do solo, planejamento urbano, reflorestamento e redução de áreas impermeáveis.
- Eliminar práticas inadequadas de disposição de resíduos sólidos, como os lixões a céu aberto, e promover a reciclagem.
- Estabelecer controles e parâmetros ambientais, sanitários, epidemiológicos e socioeconômicos, além de envolver a comunidade no planejamento e monitoramento das ações de saneamento.
- Integrar o planejamento e a prestação de serviços de saneamento com outras políticas urbanas, de saúde, meio ambiente e inclusão social.
- Promover a qualidade de vida, a educação ambiental e a participação social efetiva no processo de planejamento e monitoramento do saneamento básico.

Essas diretrizes são fundamentais para garantir um sistema de saneamento básico eficiente, sustentável e que atenda às necessidades da população e ao desenvolvimento do município.

6. AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA E EFICÁCIA

O Plano de Saneamento Básico (PMSB) é uma ferramenta fundamental e abrangente que engloba uma série de mecanismos para a supervisão, monitoramento e avaliação das ações programadas no âmbito do saneamento básico. Este plano leva em consideração a implementação das ações, os resultados alcançados, as alterações necessárias, e inclui um processo de revisão periódica, visando garantir a eficácia e a eficiência das intervenções propostas.

Segundo o artigo 52 da Lei nº 11.445, de 2007 (BRASIL, 2007), o PMSB deve ser submetido a uma avaliação anual e a uma revisão completa a cada quatro anos. Essa revisão quadrienal deve, preferencialmente, estar alinhada com os períodos dos planos plurianuais, assegurando a coerência e a continuidade das políticas de saneamento básico. É crucial ressaltar que qualquer decisão referente a ajustes no Plano, como mudanças nas estratégias, metas e investimentos, deve ser tomada durante essas revisões quadrienais, garantindo que o PMSB se mantenha atualizado e pertinente frente às novas demandas e desafios.

A qualidade e a eficácia do PMSB serão avaliadas por meio de relatórios anuais, elaborados pelos prestadores dos serviços de saneamento, sejam eles terceirizados ou diretamente pela Administração Municipal. Esses relatórios têm a responsabilidade de detalhar a situação dos serviços e infraestruturas de saneamento, relacionando-os com as condições socioeconômicas e de salubridade ambiental em diferentes áreas do município. O objetivo central é verificar a eficácia das ações de saneamento na mitigação de riscos à saúde, na melhoria da qualidade de vida da população e na preservação ambiental.

Os critérios, índices, parâmetros e prazos para a elaboração desses relatórios serão estabelecidos pela Prefeitura Municipal, garantindo que todas as informações necessárias sejam coletadas de maneira sistemática e organizada. Esse processo de avaliação contínua permite identificar pontos fortes e áreas que necessitam de melhorias, facilitando a tomada de decisões mais informadas e eficazes.

Para garantir a eficiência e a eficácia desse processo, foi criado o Comitê de Coordenação e Execução do Processo de Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico. Este comitê é composto por técnicos da prefeitura e por representantes da sociedade civil, assegurando a participação de diversos setores da comunidade. A função principal deste comitê é supervisionar a execução das ações previstas no PMSB, promovendo a transparência e a accountability nas atividades relacionadas ao saneamento básico.

Após o horizonte de 20 anos do Plano, uma revisão abrangente será realizada. Esta revisão incluirá a complementação das intervenções sugeridas inicialmente, bem como a consideração

de novas demandas emergentes que possam surgir ao longo do tempo. Este processo de revisão periódica é essencial para adaptar o PMSB às mudanças nas condições socioeconômicas, ambientais e demográficas.

O sucesso do PMSB depende de um processo contínuo de revisão e atualização, que inclui o monitoramento constante de dados e a realização de estudos complementares. Uma abordagem estratégica envolve a criação do Sistema Municipal de Saneamento Básico (SMSB), composto por várias instâncias e instrumentos de gestão. Este sistema integrará diversos agentes institucionais que trabalharão de forma conjunta na formulação de políticas, definição de estratégias, execução e avaliação das ações de saneamento básico.

O SMSB promoverá a articulação entre diferentes políticas públicas, como as políticas urbanas, de saúde, de recursos hídricos, de meio ambiente e de inclusão social. Este esforço integrado visa assegurar a salubridade ambiental e a qualidade de vida dos cidadãos, refletindo um compromisso com o desenvolvimento sustentável e a equidade social.

A participação social e o acesso à informação são elementos cruciais para o sucesso do PMSB. A comunidade deve ser envolvida ativamente no monitoramento e na avaliação das ações de saneamento básico, permitindo um controle social efetivo. A transparência e a abertura de canais de comunicação são essenciais para que a população possa contribuir com sugestões, críticas e observações, enriquecendo o processo de tomada de decisão.

A gestão sustentável e eficiente do saneamento básico, especialmente em áreas de urbanização precária e em comunidades rurais, deve ser uma prioridade do PMSB. Este plano deve definir parâmetros claros para o monitoramento e estabelecer diretrizes para a elaboração de estudos pelos prestadores de serviços. Isso garantirá um crescimento populacional planejado, aliado à proteção dos recursos naturais e à promoção da saúde pública.

Em suma, o Plano de Saneamento Básico é uma ferramenta vital para assegurar a qualidade de vida e a sustentabilidade ambiental. Sua eficácia depende de um processo contínuo de avaliação, revisão e participação social, permitindo que o município se adapte às mudanças e enfrente os desafios do saneamento básico com eficiência e responsabilidade.

6.1. Indicadores

Segundo Philippi Jr. et al. (2012), o Estatuto da Cidade, estabelecido pela Lei Federal n.

10.257/2001, enfatiza a importância crucial do desenvolvimento e da implementação de indicadores de desenvolvimento sustentável. Esses indicadores são ferramentas essenciais para o diagnóstico e monitoramento da qualidade ambiental, sendo indispensáveis no contexto do planejamento urbano e ambiental. A utilização desses indicadores permite uma análise detalhada e contínua das condições ambientais, proporcionando uma base sólida para a formulação de políticas públicas que visem à melhoria da qualidade de vida e à sustentabilidade das cidades.

A Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) (2004) corrobora essa visão ao destacar que o uso de indicadores é fundamental para a elaboração de políticas públicas que sejam ao mesmo tempo eficazes e equitativas. Os indicadores fornecem dados quantificáveis e objetivos que podem ser utilizados para avaliar o desempenho das políticas implementadas, identificar áreas de melhoria e garantir que os recursos sejam utilizados de maneira eficiente e justa.

Um sistema de informações é composto por um conjunto integrado de pessoas, equipamentos, programas, procedimentos e métodos que têm a função de coletar, tratar, armazenar e disponibilizar dados. Esses dados são essenciais para a tomada de decisões informadas e para o cálculo de Indicadores de Desempenho (ID). No setor de saneamento, um ID é uma métrica que quantifica a eficiência e a eficácia de uma entidade gestora, permitindo uma avaliação objetiva de seu desempenho (PHILIPPI Jr. et al., 2012).

Von Schirnding (2002), citado por Calijuri (2009), destaca que os indicadores desempenham um papel crucial ao transformar dados brutos em informações relevantes que podem ser utilizadas para a tomada de decisões em áreas como saúde, meio ambiente e desenvolvimento. Esses indicadores proporcionam uma visão clara e concisa das condições atuais, facilitando a identificação de problemas e a formulação de soluções apropriadas.

Os sistemas de indicadores de desempenho em saneamento básico, como o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), têm sido amplamente estudados e utilizados como ferramentas fundamentais para a gestão eficiente dos serviços de saneamento (VON SPERLING, 2010 in PHILIPPI JR., 2012). Esses sistemas permitem o planejamento e o controle detalhado do sistema de gestão, facilitando a formulação de programas específicos, a definição de metas claras e a fiscalização rigorosa dos serviços prestados.

A disponibilidade de dados históricos através desses sistemas é de suma importância, pois permite a identificação de tendências em custos, receitas e padrões de serviços. Com essas

informações, é possível tomar ações fundamentadas e preditivas, melhorando continuamente a gestão e a operação dos sistemas de saneamento. Além disso, a transparência proporcionada pelos indicadores incentiva a população a participar ativamente, exigindo melhorias e maior responsabilidade por parte das entidades gestoras.

A transparência dos indicadores de desempenho é um fator que desempenha um papel crucial na melhoria contínua dos sistemas de saneamento. Quando os dados e resultados são disponibilizados de maneira clara e acessível, a população pode acompanhar o desempenho dos serviços e exigir melhorias quando necessário. Esse processo de transparência fortalece a accountability das entidades gestoras e promove uma gestão mais participativa e responsiva.

Além disso, a participação ativa da população na avaliação dos serviços de saneamento é fundamental para assegurar que as políticas e ações implementadas atendam às necessidades reais da comunidade. A figura abaixo ilustra os objetivos dos indicadores de desempenho, destacando sua importância na avaliação e melhoria contínua dos serviços de saneamento básico.

Em suma, os indicadores de desenvolvimento sustentável e de desempenho em saneamento básico são ferramentas indispensáveis para a gestão eficiente e eficaz das cidades e dos serviços de saneamento. Eles proporcionam dados objetivos e relevantes que facilitam a tomada de decisões, a formulação de políticas públicas e a fiscalização dos serviços, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade de vida e para a sustentabilidade ambiental. A transparência e a participação social são elementos essenciais para o sucesso desses sistemas, promovendo uma gestão mais inclusiva e responsiva às necessidades da população.

Figura 8: Objetivos dos indicadores.



Fonte: Miranda (2009).

Para avaliar o sistema de saneamento do município de forma eficaz, é essencial utilizar indicadores que abrangem aspectos quantitativos, categóricos e qualitativos do saneamento básico. Indicadores quantitativos medem numericamente variáveis específicas, como a cobertura de abastecimento de água. Indicadores categóricos classificam aspectos do saneamento, como a qualidade da água fornecida. Indicadores qualitativos avaliam a eficiência dos serviços, como a satisfação dos usuários por meio de pesquisas de opinião.

Para o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), é recomendável utilizar uma combinação desses tipos de indicadores, abrangendo os quatro principais eixos do saneamento básico:

- Abastecimento de Água:
 - Indicadores Quantitativos: Cobertura de abastecimento de água (%), consumo médio per capita (L/hab/dia).
 - Indicadores Categóricos: Classificação da qualidade da água fornecida (potável, não potável).
 - Indicadores Qualitativos: Satisfação dos usuários com o serviço de abastecimento de água.
- Esgotamento Sanitário:

- Indicadores Quantitativos: Cobertura de esgotamento sanitário (%), volume de esgoto tratado (m³/dia).
- Indicadores Categóricos: Classificação dos métodos de tratamento de esgoto (primário, secundário, terciário).
- Indicadores Qualitativos: Impacto ambiental percebido das atividades de esgotamento sanitário.

- Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos:

- Indicadores Quantitativos: Cobertura da coleta de resíduos sólidos (%), taxa de reciclagem (%).
- Indicadores Categóricos: Tipos de destinação final dos resíduos (aterro sanitário, compostagem, reciclagem).

Indicadores Qualitativos: Percepção pública sobre a limpeza urbana e a eficiência da coleta de resíduos.

- Drenagem e Manejo das Águas Pluviais:

- Indicadores Quantitativos: Área urbana coberta por sistemas de drenagem (%), frequência de alagamentos (número de eventos por ano).
- Indicadores Categóricos: Eficiência dos sistemas de drenagem (alta, média, baixa).
- Indicadores Qualitativos: Avaliação da comunidade sobre a eficácia das ações de manejo das águas pluviais.

A utilização desses parâmetros permitirá uma avaliação detalhada e sistemática do desempenho do sistema de saneamento, facilitando a identificação de áreas que necessitam de melhorias e orientando a formulação de políticas públicas eficazes. Além disso, a coleta e análise contínua desses dados proporcionarão uma base sólida para revisões periódicas do PMSB, assegurando que as ações implementadas estejam alinhadas com as necessidades e expectativas da população, promovendo a saúde pública e a proteção ambiental.

Na tabela abaixo, são detalhados os parâmetros recomendados para cada eixo.

Tabela 11: Indicadores de avaliação das ações programadas para os eixos do saneamento.

Tema	Indicador	Definição
Abastecimento de Água		
Poluição Difusa	Concentração de nitratos nas principais captações de água	Indicador da qualidade da água captada e da poluição agrícola ou industrial que pode afetar os mananciais.
Outorga de lançamento das águas residuárias	Número de outorgas em vigor	Reflete a regulação e controle sobre o despejo de águas residuárias no ambiente.
Monitoramento das Águas Superficiais	Densidade de estações de amostragem ativas (nº/km ²)	Indica a cobertura do monitoramento da qualidade das águas superficiais.
	Percentagem de captações de águas superficiais monitoradas	Relativa ao número total de captações destinadas ao consumo humano.
Monitoramento das Águas Subterrâneas	Percentagem de captações de águas subterrâneas monitoradas	Relativa ao número total de captações destinadas ao consumo humano.
Qualidade Físico-Química dos Cursos de Água	Classificação conforme Resolução nº 357 (BRASIL, 2005)	Determina a adequação da qualidade da água para diferentes usos.
Estado de Eutrofização de Lagos e Reservatórios	Percentagem de lagos e reservatórios	Hipereutrófico, Eutrófico, Mesotrófico, Oligotrófico, Ultraoligotrófico.
Qualidade da Água nas Captações Superficiais Destinadas ao Consumo Humano	Percentagem de captações monitoradas	Verifica a aptidão para produção de água potável.
Qualidade da Água Distribuída à População	Frequência das análises e percentagem de violações dos parâmetros de qualidade	Cloro residual, percentagem da população sem tratamento adequado.
Atendimento do	Percentagem de população	Medida de cobertura dos

Sistema de Abastecimento	servida (Índice de atendimento)	serviços de abastecimento.
	Capacidade de reservação per capita e capacidade de tratamento	Avaliação da eficiência e abrangência do sistema.
Desempenho do Sistema de Abastecimento de Água	Porcentagem de perdas no sistema e ocorrência de intermitência	Indicadores da eficiência e continuidade do serviço.
Drenagem Urbana		
Atendimento com Sistemas de Drenagem	Porcentagem de atendimento com sistemas de macro e microdrenagem	Avalia a cobertura e eficácia dos sistemas de drenagem.
Uso e Ocupação do Solo	Proporção de loteamentos irregulares e áreas de risco ocupadas	Indicadores de planejamento urbano e gestão de riscos.
Monitoramento e Manutenção do Sistema de Drenagem	Frequência de manutenção e limpeza de sistemas de drenagem	Inclui limpeza de dispositivos de captação de chuva, galerias e canais.
	Existência de planos de emergência e áreas afetadas	Preparação e resposta a eventos de inundação.
Monitoramento de Precipitações	Controle de dados de secas e cheias	Ferramenta para gestão de riscos hidrológicos.
Esgotamento Sanitário		
Poluição Industrial	Porcentagem da contribuição da poluição industrial	Medida da carga poluente industrial comparada à população equivalente.
Índice de Cobertura	Porcentagem da população atendida com sistema de esgotamento sanitário	Indicador da abrangência do serviço.
Tratamento de Esgoto	Número de economias ligadas	Avaliação da infraestrutura de

	à rede de coleta com tratamento de esgoto	tratamento.
Manejo de Resíduos Sólidos		
Limpeza Urbana	Frequência de varrição e limpeza de vias	Indicador de manutenção da limpeza pública.
Coleta de Resíduos	Porcentagem de população atendida pela coleta e frequência de coleta	Avalia a cobertura e regularidade dos serviços de coleta.
Coleta Seletiva	Existência e abrangência da coleta diferenciada	Avalia a eficiência e extensão da coleta seletiva no município.
Destinação Final	Avaliação do sistema de disposição final de resíduos	Qualidade e sustentabilidade dos métodos de disposição.
Passivos Ambientais	Avaliação da situação dos passivos ambientais	Identificação e gerenciamento de áreas contaminadas ou degradadas.
Eficiência da Logística Reversa	Avaliação da efetividade do retorno de resíduos	Gestão de resíduos que devem retornar aos fornecedores para tratamento adequado.
Catadores	Avaliação da inserção social dos catadores	Medidas de inclusão e apoio aos trabalhadores de reciclagem informal.

Fonte: Adaptado de PMGIRS, baseado em Ministério das Cidades (2009); PMSB de Ihabela (2011).

Ressalta-se que os indicadores de saneamento básico devem seguir critérios estabelecidos pelo Ministério do Meio Ambiente (2012), que incluem:

- a) Universalidade: Os serviços devem atender a toda a população, sem exceções.
- b) Integralidade do Atendimento: Devem ser previstos programas e ações abrangendo todos os eixos do saneamento.
- c) Eficiência e Sustentabilidade Econômica: Os serviços devem ser prestados de maneira eficiente e sustentável, economicamente viáveis.
- d) Articulação com Políticas de Inclusão Social e Desenvolvimento Urbano e Regional: Os serviços devem estar integrados com políticas de inclusão social, desenvolvimento urbano e regional, e outras áreas de interesse relevante.
- e) Adoção de Tecnologias Apropriadas: Considerando a capacidade de pagamento dos usuários,

soluções graduais e progressivas devem ser adotadas, adequadas à preservação da saúde pública e do meio ambiente.

f) Grau de Satisfação do Usuário: A satisfação dos usuários com os serviços prestados deve ser monitorada e considerada.

Segundo Ventura et al. (2010), a avaliação de procedimentos é uma estratégia frequentemente utilizada pela iniciativa privada para obter conhecimento detalhado sobre um assunto, promover a racionalização de recursos e a reestruturação de pessoal. Indicadores de desempenho são igualmente valiosos como instrumentos de apoio na elaboração de políticas ambientais.

Nesse contexto, o município deve responder periodicamente a questionários que avaliem indicadores de manejo de resíduos, abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem urbana. Esses indicadores não apenas monitoram a eficácia dos serviços prestados, mas também fornecem dados essenciais para a tomada de decisões informadas e a formulação de políticas públicas mais eficazes.

O cumprimento dessas diretrizes e a utilização de indicadores apropriados são essenciais para garantir que os serviços de saneamento básico sejam prestados de maneira eficaz, equitativa e sustentável, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e a preservação ambiental. O monitoramento contínuo e a avaliação dos serviços permitem ajustes e melhorias constantes, assegurando que as metas de universalização e integralidade sejam alcançadas.

7. FONTES DE FINANCIAMENTO

As fontes de financiamento são, de fato, elementos essenciais para garantir a implementação, operação e manutenção dos serviços de saneamento básico. A sustentabilidade financeira desses serviços é fundamental para assegurar que todas as ações planejadas possam ser efetivamente realizadas e mantidas ao longo do tempo. Vamos revisar detalhadamente algumas das principais formas de financiamento mencionadas, explorando suas características, vantagens e desafios.

Uma das modalidades mais importantes de financiamento dos serviços de saneamento básico é a cobrança direta dos usuários por meio de taxas ou tarifas. Essa forma de financiamento envolve a contribuição direta dos usuários pelos serviços recebidos, sendo crucial para a sustentabilidade financeira dos sistemas. Uma política de cobrança bem estruturada, que leve em consideração a capacidade de pagamento dos usuários e a transparência nos custos, pode garantir recursos financeiros estáveis e suficientes para a

operação e manutenção dos sistemas de saneamento. Além disso, essa modalidade incentiva o uso racional dos serviços, pois os usuários tendem a valorizar mais aquilo pelo qual pagam diretamente.

As subvenções públicas, provenientes dos orçamentos gerais dos governos, representam uma forma comum de financiamento dos serviços de saneamento básico. Contudo, essa fonte de financiamento pode ser instável e sujeita a restrições orçamentárias, especialmente em períodos de crise econômica. As subvenções públicas geralmente são utilizadas para complementar outras fontes de financiamento, sendo particularmente importantes em serviços de resíduos sólidos e águas pluviais, onde a cobrança direta dos usuários pode ser menos viável. A alocação eficiente e transparente desses recursos é essencial para garantir a continuidade e a qualidade dos serviços prestados.

Os subsídios tarifários são mecanismos úteis para equalizar os custos dos serviços de saneamento entre diferentes regiões, garantindo que áreas menos desenvolvidas ou com menor capacidade de pagamento não sejam sobrecarregadas financeiramente. Esses subsídios podem ser estruturados de diversas formas, como subsídios cruzados entre diferentes grupos de usuários ou regiões, ou ainda subsídios diretos do governo. A implementação de subsídios tarifários deve ser cuidadosamente planejada para evitar distorções e assegurar que os benefícios sejam direcionados aos grupos que realmente necessitam de apoio financeiro.

Investimentos diretos de empresas estatais ou por meio de parcerias público-privadas (PPPs) podem constituir uma fonte significativa de financiamento para os serviços de saneamento básico. Esses investimentos são particularmente importantes para projetos de grande escala e infraestrutura complexa, que demandam altos volumes de capital e expertise técnica. A participação do setor privado pode trazer benefícios adicionais, como eficiência na gestão e inovação tecnológica, desde que os contratos sejam bem estruturados e monitorados para garantir o cumprimento dos objetivos de interesse público.

Recorrer a empréstimos de fundos e bancos é uma prática comum para financiar investimentos em saneamento básico. Esses recursos podem ser fundamentais para projetos de expansão e melhoria dos sistemas existentes, permitindo que os municípios realizem investimentos necessários sem comprometer imediatamente seu orçamento. No entanto, é importante que os empréstimos sejam geridos de forma responsável, com atenção às condições de pagamento e ao impacto sobre as finanças municipais a longo prazo.

Embora ainda pouco utilizadas em algumas regiões, as concessões e parcerias público-privadas (PPPs) têm o potencial de viabilizar o financiamento e a gestão dos serviços de

saneamento básico. Essas parcerias envolvem a colaboração entre o setor público e o setor privado, onde o privado assume a responsabilidade de investir, operar e manter os serviços, enquanto o público garante a regulação e a supervisão. As PPPs são particularmente eficazes para projetos que requerem investimentos de longo prazo e gestão eficiente dos recursos, trazendo inovação e expertise técnica para o setor de saneamento.

Uma prática que pode ser adotada em novos empreendimentos urbanos é a transferência da responsabilidade pela infraestrutura de saneamento para loteadores ou empreendedores. Essa abordagem, conhecida como contribuição de melhoria, assegura que a expansão da cidade leve em consideração a infraestrutura necessária para o saneamento, evitando a sobrecarga dos sistemas existentes. Além disso, essa prática pode garantir que os custos de novos investimentos sejam compartilhados de forma justa entre os beneficiários diretos das melhorias.

Cada uma dessas fontes de financiamento possui suas vantagens e desafios, e a escolha adequada depende das características específicas de cada município, incluindo sua capacidade financeira, necessidades de infraestrutura e políticas locais de saneamento básico. O uso combinado dessas fontes, de forma estratégica e transparente, é fundamental para garantir a sustentabilidade econômica dos sistemas de saneamento e a qualidade dos serviços prestados à população.

A implementação de um sistema de financiamento sólido e diversificado não apenas assegura a continuidade dos serviços de saneamento, mas também contribui para o desenvolvimento sustentável das cidades, melhorando a qualidade de vida da população e preservando os recursos naturais. A participação ativa da comunidade e a transparência na gestão dos recursos são elementos essenciais para o sucesso desse processo, promovendo a responsabilidade e a eficiência na utilização dos recursos públicos e privados.

7.1. Indicação de Fontes de Financiamento

Para apoiar a elaboração de projetos de engenharia na área de saneamento básico, existem várias fontes de financiamento que podem ser acessadas por municípios e outras entidades. Abaixo estão algumas opções, incluindo programas específicos que fornecem recursos e apoio técnico:

- **Pró-Municípios:**
 - **Descrição:** Programa de apoio financeiro e técnico para municípios, visando a melhoria da infraestrutura urbana e a implementação de projetos de saneamento básico.
 - **Benefícios:** Oferece recursos financeiros para a elaboração de projetos de engenharia e a

execução de obras de saneamento, além de suporte técnico para o desenvolvimento das propostas.

- Fonte de Recursos: Pode ser financiado por recursos próprios do município, repasses estaduais, ou parcerias com o setor privado.

- Programa de Ação Social em Saneamento (PASS/BID):

- Descrição: Programa financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), voltado para a melhoria das condições de saneamento básico em áreas urbanas e rurais.

- Benefícios: Oferece financiamento para projetos de engenharia, obras de infraestrutura, e programas de educação ambiental relacionados ao saneamento básico.

- Fonte de Recursos: Financiamento do BID, com contrapartida do governo local ou estadual.

- Fundo Nacional de Saúde (FNS):

- Descrição: Oferece financiamento para projetos de saneamento básico que tenham impacto direto na saúde pública.

- Benefícios: Recursos para elaboração de projetos, execução de obras de infraestrutura de saneamento, e programas de controle de doenças relacionadas ao saneamento inadequado.

- Fonte de Recursos: Orçamento federal, repassado por meio de convênios com estados e municípios.

- Programa de Aceleração do Crescimento (PAC):

- Descrição: Iniciativa do governo federal para promover o desenvolvimento de infraestrutura, incluindo saneamento básico.

- Benefícios: Financiamento para grandes projetos de engenharia e saneamento, com foco na expansão da cobertura e na modernização dos sistemas existentes.

- Fonte de Recursos: Orçamento federal, com possibilidade de parcerias público-privadas.

- Fundos de Desenvolvimento Regional (FDR):

- Descrição: Fundos estaduais ou regionais destinados ao financiamento de projetos de desenvolvimento urbano e saneamento básico.

- Benefícios: Recursos para a elaboração de projetos de engenharia e a execução de obras de saneamento, além de apoio técnico para a gestão dos projetos.

- Fonte de Recursos: Governos estaduais, com possíveis contribuições de entidades privadas.

- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES):

- Descrição: Oferece linhas de crédito e financiamento para projetos de saneamento básico em municípios de todo o Brasil.

- Benefícios: Condições de financiamento favoráveis para a elaboração e execução de projetos

de engenharia e saneamento.

- Fonte de Recursos: Capitais próprios do BNDES, com participação de recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT) e outras fontes.

- Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Municipal (FADM):

- Descrição: Programa que visa apoiar o desenvolvimento urbano e a melhoria da infraestrutura municipal, incluindo saneamento básico.

- Benefícios: Financiamento para a elaboração de projetos de engenharia e execução de obras de saneamento.

- Fonte de Recursos: Governos estaduais, com possibilidade de complementação por meio de parcerias com entidades privadas ou federais.

- Programa de Saneamento para Todos (Programa Saneamento para Todos):

- Descrição: Linha de financiamento do Governo Federal para projetos de saneamento básico em áreas urbanas e rurais.

- Benefícios: Oferece recursos para projetos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana.

- Fonte de Recursos: Caixa Econômica Federal e outros agentes financeiros públicos.

Estas fontes de financiamento são estratégicas para viabilizar a elaboração e implementação de projetos de engenharia em saneamento básico, proporcionando os recursos necessários para melhorar a infraestrutura e a qualidade de vida das populações atendidas.

Entre as principais formas de financiamento, destacam-se os Projetos Multissetoriais Integrados, que representam uma abordagem alternativa para tratar problemas sociais, oferecendo soluções abrangentes para diversas carências. Estes projetos articulam, no âmbito municipal, investimentos em múltiplos setores sociais, incluindo saneamento básico e transportes.

Características Especiais dos Projetos Multissetoriais Integrados:

1. Soluções Integradas: Formulação de estratégias que levam em conta as especificidades locais, garantindo que as soluções sejam adequadas às necessidades da comunidade.
2. Participação Comunitária: Desenvolvimento de processos que envolvem as comunidades locais, promovendo uma gestão participativa e colaborativa.
3. Gerenciamento e Avaliação: Estabelecimento de mecanismos de acompanhamento e avaliação dos resultados e metas, assegurando que os objetivos sejam atingidos de maneira eficaz.

4. Sustentabilidade: Manutenção e sustentabilidade das mudanças promovidas, garantindo que os benefícios dos projetos sejam duradouros e sustentáveis.

Financiamento pelo BNDES:

Os projetos financiados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) podem ser tanto multissetoriais quanto focados em setores específicos, como saneamento ou transporte, desde que estejam inseridos em planos de governo abrangentes.

Empreendimentos Apoiáveis:

- Urbanização e Infraestrutura Básica: Implementação de infraestrutura essencial no município, incluindo áreas de risco e sub-habitação.
- Infraestrutura Social: Desenvolvimento de infraestrutura para educação, saúde, assistência social, esporte, lazer e outros serviços públicos.
- Recuperação de Áreas Degradadas: Revitalização de áreas degradadas, com interesse histórico ou turístico, promovendo a conservação e valorização do patrimônio.
- Saneamento Ambiental: Projetos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana, contribuindo para a melhoria da saúde pública e do meio ambiente.
- Transportes Públicos: Desenvolvimento de transportes públicos de passageiros, incluindo sistemas urbanos, metropolitanos e rurais, bem como transportes hidroviários, sobre trilhos e sobre pneus, além da infraestrutura necessária.

Clientes e Condições:

- Clientes Elegíveis: Estados, Municípios e o Distrito Federal podem solicitar o financiamento para implementar projetos que se alinhem às diretrizes do BNDES.
- Valor Mínimo de Financiamento: O valor mínimo de financiamento é de R\$ 10 milhões, garantindo recursos substanciais para a execução de projetos de grande impacto.

Este modelo de financiamento busca não apenas solucionar problemas imediatos, mas também promover um desenvolvimento sustentável e integrado, envolvendo a comunidade local e assegurando a continuidade e eficácia dos projetos implementados. Além do saneamento Ambiental e Recursos Hídricos (BNDES) que é destinado a projetos de investimentos que visam à universalização do acesso aos serviços de saneamento básico e à recuperação de áreas

ambientalmente degradadas e financia investimentos como abastecimento de água, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos, recuperação de áreas degradadas, entre outros, tendo como instituições elegíveis as sociedades com sede no país, empresários individuais, associações, fundações e pessoas jurídicas de direito público e valor mínimo de financiamento de R\$ 10 milhões há também.

- Apoio a Investimentos em Meio Ambiente (BNDES):
 - Oferece condições especiais para projetos ambientais que promovam o desenvolvimento sustentável.
 - Financia diversas áreas, como saneamento básico, gerenciamento de recursos hídricos, racionalização do uso de recursos naturais, recuperação de matas ciliares, entre outros.
 - Instituições elegíveis: sociedades com sede no país, empresários individuais, associações, fundações e pessoas jurídicas de direito público.
 - Valor mínimo de financiamento: R\$ 10 milhões.
- Saneamento para Todos (Caixa Econômica Federal):
 - Visa melhorar as condições de saúde e qualidade de vida da população através de ações integradas de saneamento básico.
 - Destinado a entidades públicas e privadas envolvidas em saneamento básico.
 - Financia abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais, manejo de resíduos sólidos, entre outros.
 - Condições variáveis conforme a modalidade contratada, com contrapartidas mínimas e taxas de juros específicas.
- Pró-Saneamento (Caixa Econômica Federal):
 - Operado com recursos do FGTS, visa financiar diversas modalidades de saneamento básico.
 - Financia abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, desenvolvimento institucional, entre outros.
 - Condições variáveis conforme a modalidade contratada, com contrapartidas mínimas e taxas de juros específicas.
- Aquafund (Banco Interamericano de Desenvolvimento):
 - Fundo administrado pelo BID, destinado a projetos nos setores de água, saneamento e tratamento de esgotos.
 - Financia assistência técnica, elaboração de projetos, estudos de viabilidade,

entre outros.

- Recursos voltados para garantir o acesso a serviços de água e saneamento de qualidade sustentável.

- Fundação Nacional de Saúde (FUNASA):

- Desenvolve ações de saneamento, com foco em sistemas de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário e gestão de resíduos sólidos urbanos.

- Prioriza municípios com população inferior a 50.000 habitantes e comunidades quilombolas e de assentamentos.

Para acompanhar oportunidades de financiamento, é recomendável criar um Escritório de Projetos no município, responsável por monitorar editais e oportunidades de recursos para obras de saneamento e meio ambiente.

8. AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO FINANCEIRA

Para a avaliação da situação financeira para implantação das melhorias na infraestrutura de saneamento deve-se considerar a previsão de investimentos na área. O objetivo desta análise foi verificar, com base nos dados coletados pela equipe técnica, a sustentabilidade financeira e a viabilidade econômica de um projeto de investimento em saneamento básico, em conformidade com as diretrizes legais do Ministério das Cidades e da FUNASA. Essas informações foram levantadas de acordo com o diagnóstico mencionado, por meio da aplicação de um roteiro de entrevistas que reuniu dados sobre legislação municipal, abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, serviços de limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos, drenagem urbana, saúde pública e aspectos financeiros. Adicionalmente, foram pesquisados dados nos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação de Economia e Estatística, Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Agência Nacional de Águas (ANA) e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). A tabela abaixo traz as informações sobre os investimentos para saneamento básico em Bozano/ RS.

Tabela 12: Estimativa de investimentos para o saneamento básico.

Eixo do Saneamento Básico	Investimento (R\$)
Abastecimento de água potável	3.560.000,00
Esgotamento Sanitário	-
Cenário 1	2.400.000,00
Cenário 2	2.900.000,00
Cenário 3	25.000.000,00
Drenagem e manejo de águas pluviais urbanas	14.500.000,00

Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos	4.500.000,00
Banco de dados de informações sobre saneamento	500.000,00
Programa de educação ambiental	1.200.000,00
Análise técnica para criação de Política Municipal	500.000,00
TOTAL – Cenário 1	27.160.000,00
TOTAL – Cenário 2	27.660.000,00
TOTAL – Cenário 3	49.760.000,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para garantir a implantação eficiente da infraestrutura de saneamento em Bozano, RS, é essencial um planejamento detalhado e investimentos em todos os eixos do saneamento básico. A criação de uma política municipal robusta, baseada em dados e projeções, bem como a educação ambiental contínua, são cruciais para a sustentabilidade do projeto a longo prazo.

Um dos pilares fundamentais para esse empreendimento é o Banco de Dados de Informações sobre Saneamento. Esse sistema de informação abrange o desenvolvimento e a manutenção de um banco de dados centralizado, facilitando o monitoramento e gerenciamento das infraestruturas de saneamento. A atualização constante desses dados e o acesso fácil para a população e autoridades são aspectos prioritários desse programa.

Outro aspecto crucial é o Programa de Educação Ambiental, que visa implementar campanhas educativas para conscientizar a população sobre a importância do saneamento básico e práticas sustentáveis. Essas campanhas são desenvolvidas em parceria com escolas, ONGs e outras instituições, promovendo atividades educativas e eventos para ampliar o alcance das iniciativas ambientais.

Além disso, a Análise Técnica para Criação de Política Municipal de Saneamento Básico desempenha um papel essencial. Essa análise envolve estudos técnicos para diagnosticar as condições atuais e projetar cenários futuros, resultando no desenvolvimento de um plano municipal com metas claras e estratégias de implementação. A criação de regulamentações municipais também é parte integrante desse processo, garantindo a execução e manutenção das infraestruturas de forma sustentável e eficiente.

Em termos financeiros, os investimentos necessários para essas iniciativas são significativos. O desenvolvimento e manutenção do Banco de Dados de Informações sobre Saneamento requer um investimento inicial de R\$ 500.000,00. Já o Programa de Educação Ambiental demanda um investimento inicial de R\$ 200.000,00, com uma manutenção anual de R\$ 50.000,00 ao longo de 20 anos, totalizando R\$ 1.200.000,00. Por sua vez, a Análise Técnica

para Criação de Política Municipal de Saneamento Básico necessita de um investimento inicial de R\$ 300.000,00, somado a R\$ 200.000,00 para o planejamento e regulamentação, totalizando R\$ 500.000,00.

Considerando todos os investimentos em saneamento básico, incluindo abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais urbanas, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, além das iniciativas de banco de dados, educação ambiental e análise técnica para políticas municipais, o montante total estimado é de R\$ 49.760.000,00, especialmente considerando o cenário mais abrangente para o esgotamento sanitário. Esses investimentos são fundamentais para garantir a sustentabilidade e eficiência das ações de saneamento em Bozano, RS, beneficiando diretamente a qualidade de vida da população e o ambiente local.

8.1. Abastecimento de Água Potável

Em 2023, a população urbana do município de Bozano, localizado no estado do Rio Grande do Sul, conta com 523 habitantes. As projeções demográficas para os próximos 20 anos indicam um decréscimo populacional, com uma taxa anual de 1,43% até o ano de 2043. Esse declínio impacta diretamente a demanda por recursos e infraestrutura, incluindo a necessidade de reservação de água potável, um dos componentes essenciais para garantir a qualidade de vida e o bem-estar da população.

Atualmente, a necessidade de reservação de água para atender a população urbana de Bozano é de 40,93 metros cúbicos. Com o declínio populacional esperado, essa necessidade de reservação será reduzida ao longo dos anos, atingindo 30,95 metros cúbicos em 2043. Esse ajuste na capacidade de reservação é essencial para garantir a eficiência e sustentabilidade do abastecimento de água no município, considerando a diminuição da demanda.

A modernização e a manutenção da rede de distribuição de água potável em Bozano são fundamentais para assegurar a eficiência e a sustentabilidade do abastecimento de água. A rede atual precisa de atualizações para atender às necessidades futuras de forma eficaz. O custo médio estimado para a modernização da tubulação é de R\$ 200,00 por metro linear. Considerando que a rede urbana de distribuição possui um comprimento aproximado de 10 km, o investimento necessário para modernizar toda a rede é significativo. Calculando 10.000 metros a R\$ 200,00 por metro, o investimento total para essa etapa é de R\$ 2.000.000,00.

Os reservatórios são componentes essenciais para garantir a disponibilidade de água potável em momentos de maior demanda e para armazenar a água tratada. O custo médio para

a construção de reservatórios é de R\$ 1.500,00 por metro cúbico de capacidade. A capacidade total necessária de reservação de água, considerando o período de 2023 a 2043, varia de 40,93 m³ a 30,95 m³. Para fins de planejamento, é razoável considerar uma capacidade de 40 m³. Dessa forma, o investimento necessário para a construção dos reservatórios é de 40 m³ a R\$ 1.500,00 por metro cúbico, resultando em um total de R\$ 60.000,00.

A instalação de sistemas de tratamento de água é crucial para garantir que a água fornecida à população seja de alta qualidade. A água potável deve atender aos padrões de qualidade exigidos para proporcionar segurança hídrica à comunidade. Para um sistema de tratamento de pequeno porte, o custo médio estimado é de R\$ 1.500.000,00. Este investimento assegura que a água potável distribuída atenda aos padrões de qualidade exigidos, proporcionando segurança hídrica para a comunidade.

Somando todos os componentes necessários para o abastecimento de água potável - modernização e manutenção da rede de distribuição, construção de reservatórios e instalação de sistemas de tratamento de água - o investimento total estimado é de R\$ 3.560.000,00. Este valor representa um compromisso significativo com a melhoria da infraestrutura hídrica de Bozano, visando garantir um abastecimento de água eficiente, seguro e sustentável para a população urbana até 2043.

A modernização da infraestrutura hídrica de Bozano é essencial não apenas para atender às necessidades atuais, mas também para se preparar para as demandas futuras. O declínio populacional previsto exige uma adaptação cuidadosa da capacidade de reservação e dos sistemas de distribuição e tratamento de água. Investir na modernização e manutenção da rede de distribuição, na construção de reservatórios adequados e na instalação de sistemas de tratamento de alta qualidade é fundamental para assegurar um abastecimento de água contínuo e confiável.

Esse planejamento estratégico não apenas garante a sustentabilidade do abastecimento de água, mas também contribui para a melhoria da qualidade de vida dos habitantes de Bozano. A gestão eficiente dos recursos hídricos, aliada a investimentos bem planejados, pode transformar a realidade do município, promovendo o desenvolvimento sustentável e a preservação dos recursos naturais.

Por fim, é importante ressaltar que o sucesso desse plano depende de uma gestão transparente e participativa, envolvendo a comunidade e todas as partes interessadas. A colaboração entre o setor público, o setor privado e a sociedade civil é essencial para garantir que os investimentos sejam utilizados de forma eficaz e que os objetivos de melhoria da

infraestrutura hídrica sejam alcançados, proporcionando benefícios duradouros para todos os moradores de Bozano.

8.2. Esgotamento Sanitário

A gestão eficiente do esgotamento sanitário é um desafio essencial para garantir a saúde pública e a sustentabilidade ambiental, tanto nas áreas urbanas quanto nas rurais. Diante desse desafio, foram desenvolvidos três cenários distintos, cada um com diferentes níveis de complexidade e investimentos necessários, para a melhoria do sistema de esgotamento sanitário. Esses cenários visam proporcionar soluções viáveis e eficazes que atendam às necessidades específicas de diferentes áreas, promovendo a saúde pública e a proteção ambiental.

No Cenário 1, propõe-se a substituição dos sistemas individuais de tratamento de esgoto existentes por fossas sépticas e filtros biológicos. Este cenário não inclui a cobrança de tarifas, visando facilitar a adesão das populações urbanas e rurais. A implementação desse cenário envolve o fornecimento e a instalação de fossas sépticas e filtros biológicos em todas as residências, garantindo um tratamento adequado dos efluentes gerados.

O custo médio estimado para cada unidade de fossa séptica e filtro biológico é de R\$ 4.000,00. Considerando a necessidade de aproximadamente 600 unidades para atender toda a população urbana e rural do município, o investimento total necessário para este cenário é de R\$ 2.400.000,00. Este investimento abrange tanto os custos de material quanto os custos de instalação, proporcionando uma solução sustentável e de baixo custo para o tratamento de esgoto.

O Cenário 2 expande o escopo do primeiro cenário, introduzindo o tratamento de lodos e a cobrança de tarifas sobre o volume de coleta de lodo. Além do fornecimento e instalação de fossas sépticas e filtros biológicos, este cenário prevê a implementação de instalações específicas para o tratamento dos lodos gerados. A estrutura necessária para a coleta periódica dos lodos também é considerada, garantindo que todo o material coletado seja devidamente tratado.

O custo adicional estimado para o tratamento de lodos é de R\$ 500.000,00, somando-se ao investimento inicial de R\$ 2.400.000,00 do Cenário 1. Dessa forma, o investimento total para a implementação do Cenário 2 é de R\$ 2.900.000,00. A introdução da cobrança de tarifas sobre o volume coletado de lodo ajuda a financiar a operação e manutenção do sistema, garantindo sua sustentabilidade a longo prazo.

O Cenário 3 apresenta a abordagem mais abrangente e ambiciosa, prevendo a instalação

de uma rede coletora de esgoto e um sistema de tratamento de esgoto sanitário para as áreas urbanas, além de fossas sépticas e filtros biológicos para a zona rural. Este cenário inclui a cobrança de tarifas sobre o volume de esgoto coletado e tratado, contribuindo para a sustentabilidade financeira do sistema.

A construção de 10 km de rede coletora de esgoto é um dos componentes principais deste cenário, com um custo médio estimado de R\$ 2.000,00 por metro linear. O investimento total para a construção da rede coletora é, portanto, de R\$ 20.000.000,00. Além disso, a construção de uma estação de tratamento de esgoto é necessária, com um investimento adicional de R\$ 5.000.000,00.

Assim, o investimento total necessário para a implementação do Cenário 3 é de R\$ 25.000.000,00. Este cenário tem como objetivo atender 100% das residências urbanas até o ano de 2033, oferecendo uma solução completa e integrada para o esgotamento sanitário, que inclui coleta, tratamento e disposição final adequada dos efluentes.

Os três cenários propostos apresentam diferentes níveis de investimento e complexidade, permitindo uma análise detalhada das melhores opções para a melhoria do sistema de esgotamento sanitário do município. Cada cenário oferece benefícios distintos em termos de saúde pública e sustentabilidade ambiental, considerando tanto os aspectos técnicos quanto os financeiros.

O Cenário 1, com foco em sistemas individuais de tratamento, representa uma solução inicial de baixo custo e fácil implementação. O Cenário 2, ao introduzir o tratamento de lodos e a cobrança de tarifas, oferece uma abordagem mais completa e sustentável. O Cenário 3, com sua rede coletora e estação de tratamento, proporciona uma solução abrangente e integrada, ideal para atender às necessidades a longo prazo do município.

A escolha do cenário mais adequado dependerá das condições específicas do município, incluindo sua capacidade financeira, infraestrutura existente e necessidades da população. A implementação de qualquer um desses cenários deve ser acompanhada de um planejamento cuidadoso e de uma gestão eficiente, garantindo que os investimentos realizados resultem em melhorias significativas para a saúde pública e a sustentabilidade ambiental.

8.3.Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

Para garantir o adequado manejo das águas pluviais urbanas e prevenir inundações, são necessários investimentos significativos em infraestrutura e serviços de drenagem. Abaixo estão os principais pontos de investimento identificados:

- **Infraestrutura de Drenagem:**

A construção e manutenção de sistemas de drenagem são essenciais para prevenir inundações. Isso inclui a instalação de bueiros, galerias de águas pluviais e reservatórios de retenção.

- **Mapeamento e Regularização:**

É crucial identificar e regularizar pontos de descarga irregular de águas pluviais para garantir um sistema de drenagem eficiente e sustentável.

Detalhamento dos Investimentos:

- **Infraestrutura de Drenagem:**

- Custo Médio: R\$ 1.000,00 por metro linear
- Comprimento necessário: 10 km
- Investimento estimado: $10.000 \text{ m} \times \text{R\$ } 1.000,00 = \text{R\$ } 10.000.000,00$
 - Mapeamento e Regularização: R\$ 500.000,00
 - Manutenção e Limpeza:
 - Custo anual: R\$ 200.000,00 (ao longo de 20 anos)
 - Investimento total: $\text{R\$ } 200.000,00 \times 20 = \text{R\$ } 4.000.000,00$

Total para Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas: R\$ 14.500.000,00. Esses valores refletem a importância e o custo associado à implementação de medidas eficazes de drenagem para lidar com os desafios das águas pluviais nas áreas urbanas.

8.4.Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Para garantir a eficiência na limpeza urbana e no manejo de resíduos sólidos, é fundamental realizar investimentos em diversas áreas, desde a coleta e transporte até a destinação e tratamento adequados dos resíduos. Veja abaixo os detalhes dos investimentos necessários:

- **Coleta e Transporte:** Isso inclui a aquisição de equipamentos e veículos para uma coleta e transporte eficientes dos resíduos sólidos urbanos.
- **Destinação e Tratamento:** Envolve a construção de aterros sanitários adequados e a instalação de equipamentos para reciclagem e compostagem dos resíduos
- **Programas de Coleta Seletiva:** É importante implementar programas de coleta seletiva e realizar campanhas de conscientização para a população.

Detalhes dos Investimentos:

- Coleta e Transporte: O custo médio por caminhão compactador é de R\$ 500.000,00, sendo necessários 2 caminhões. Portanto, o investimento total para essa área é de R\$ 1.000.000,00.
- Destinação e Tratamento: O investimento para a construção de um aterro sanitário é de R\$ 2.000.000,00, enquanto as instalações para reciclagem e compostagem demandam um investimento de R\$ 1.000.000,00.
- Programas de Coleta Seletiva: Para implementar programas de coleta seletiva, o investimento necessário é de R\$ 500.000,00.

Assim, o total estimado para a realização eficiente da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é de R\$ 4.500.000,00.

9. RESPONSABILIDADES E CRONOGRAMA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES

A programação foi desenvolvida levando em consideração o período de realização das estratégias ao longo de um horizonte temporal de duas décadas, conforme preconizado pela Política Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2011), e os cronogramas estabelecidos pela FUNASA (2012):

- a) De caráter emergencial: implantação das medidas em um prazo máximo de três anos;
- b) No curto prazo: ações a serem concretizadas entre quatro a oito anos;
- c) No médio prazo: implementação das ações entre nove a doze anos;
- d) No longo prazo: implementação das ações entre treze a vinte anos.

Conforme estipulado pela Política Nacional de Saneamento Básico (BRASIL, 2007), em seu artigo 19, parágrafo V, inciso 4, os planos de saneamento devem ser revisados em intervalos não superiores a quatro anos, precedendo a elaboração do Plano Plurianual.

Nas tabelas abaixo estão as informações sobre as responsabilidades e o cronograma para atingir as metas conforme os temas do saneamento: fornecimento de água potável, tratamento de esgoto, drenagem e gestão de águas pluviais urbanas, e serviços de limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos.

Tabela 13: Metas, prazos e indicação dos responsáveis pela implementação de abastecimento de água potável.

Atividade	Responsabilidade Pública	
	Principal	Complementar

Longo Prazo (ações a serem implementadas entre 13 e 20 anos)

Estabelecimento de um banco de dados dedicado ao sistema de abastecimento de água potável na estrutura administrativa da Prefeitura.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Delimitação de pontos de monitoramento para uma avaliação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos disponíveis.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Secretaria de Saúde
Implementação de sistemas de fluoretação nas redes de água destinadas ao abastecimento público.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Secretaria de Saúde

Médio Prazo (ações a serem implementadas entre 9 e 12 anos)

Realização de análises periódicas das pressões na rede de distribuição de água potável visando a prevenção de perdas.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Implementação e manutenção de sistemas de micro e macromedição para o controle operacional eficiente do sistema de abastecimento de água potável.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Atualização e aprimoramento das estruturas e instalações utilizadas no sistema de abastecimento de água, visando maior eficiência operacional.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-

Curto Prazo (ações a serem implementadas entre 4 e 8 anos)

Desenvolvimento de um cadastro detalhado da rede de distribuição de água potável.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Monitoramento contínuo da qualidade da água destinada ao abastecimento da área rural, com foco na garantia da qualidade qualitativa.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Secretaria de Saúde

Emergenciais (ações a serem implementadas em até 3 anos)

Implantação de sistemas de tratamento específicos para a água destinada ao abastecimento da zona rural, assegurando sua potabilidade.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Vigilância Sanitária Municipal
Capacitação contínua dos técnicos responsáveis pela manutenção e operação do sistema de tratamento de água.	Vigilância Sanitária Municipal	Secretaria de Educação, Cultura e Desporto
Implementação de sistemas de proteção estrutural em poços de abastecimento para garantir sua integridade e segurança operacional.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Expansão da capacidade de reservação de água potável para atender às demandas	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e	-

futuras.	Meio Ambiente	
Desenvolvimento e implementação de programas educacionais voltados para a conscientização ambiental e o uso racional da água de abastecimento.	Secretaria de Educação, Cultura e Desporto	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente
Elaboração de projetos técnicos para obtenção de outorga de poços, assegurando a regularização e adequação legal das fontes de abastecimento.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Secretaria Municipal de Saúde

Fonte: Adaptado de PMGIRS.

Tabela 14: Metas, prazos e indicação dos responsáveis pela implementação de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Atividade	Responsabilidade Pública	
	Principal	Complementar
<i>Longo Prazo (ações a serem implementadas entre 13 e 20 anos)</i>		
Desenvolvimento de um banco de dados integrado abrangendo os sistemas de micro e macrodrenagem, pontos críticos de alagamentos e registros de eventos relacionados a inundações e precipitações.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Defesa Civil
Implementação de um programa integrado de gerenciamento de áreas com potencial de inundação, visando uma abordagem coordenada e abrangente para mitigação de riscos e prevenção de danos.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Defesa Civil
<i>Médio Prazo (ações a serem implementadas entre 9 e 12 anos)</i>		
Implementação de medidas de controle das enchentes no contexto da microdrenagem urbana.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Desenvolvimento e implantação do Plano Diretor de Drenagem Urbana para uma gestão eficaz e sustentável dos recursos hídricos em áreas urbanas.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
<i>Curto Prazo (ações a serem implementadas entre 4 e 8 anos)</i>		
Planos de mitigação de inundações e enchentes	Defesa Civil	Secretaria de Assistência Social
Desenvolvimento do Plano Diretor de Drenagem Urbana, visando a organização e planejamento estratégico das ações relacionadas ao sistema de drenagem nas áreas urbanas.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Criação de um cadastro detalhado das redes de drenagem, contemplando	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e	-

informações essenciais para o monitoramento e gestão eficiente desses sistemas.	Meio Ambiente	
Elaboração de um Plano de Gestão de Manutenção e Operação para garantir a eficácia e durabilidade das infraestruturas de drenagem urbana.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Defesa Civil
Realização de adequações na legislação vigente para promover um ambiente normativo alinhado às melhores práticas e necessidades atuais em relação à drenagem urbana.	Secretaria de Administração e Planejamento	Câmara de Vereadores
<i>Emergenciais (ações a serem implementadas em até 3 anos)</i>		
Implementação de estruturas de gestão e organização para o planejamento eficiente dos sistemas de drenagem urbana.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Utilização de estruturas compensatórias para retenção temporária do escoamento superficial e promoção da infiltração e percolação da água no solo.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Estabelecimento de um zoneamento que considere restrições à ocupação, levando em conta o risco de inundação em áreas específicas.	Defesa Civil	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente
Desenvolvimento de programas educacionais voltados para a promoção da educação ambiental e conscientização sobre práticas sustentáveis relacionadas ao manejo da água e prevenção de inundações.	Secretaria de Educação, Cultura e Desporto	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente

Fonte: Fonte: Adaptado de PMGIRS.

Tabela 15: Metas, prazos e indicação dos responsáveis pela implementação de esgotamento sanitário.

Atividade	Responsabilidade Pública	
	Principal	Complementar
<i>Longo Prazo (ações a serem implementadas entre 13 e 20 anos)</i>		

Execução de projeto para implementação de sistemas de tratamento de esgotamento sanitário.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
<i>Médio Prazo (ações a serem implementadas entre 9 e 12 anos)</i>		
Elaboração de estudos e projetos para a implementação de soluções de tratamento de esgoto em áreas consideradas críticas.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Eliminação das conexões irregulares de esgoto nas redes de drenagem pluvial.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Secretaria de Saúde
Captação de recursos para substituição de fossas rudimentares por sistemas de fossas sépticas e filtros biológicos.	Secretaria de Administração e Planejamento	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente
<i>Curto Prazo (ações a serem implementadas entre 4 e 8 anos)</i>		
Normatização e fiscalização de projetos para a implantação de redes em novos loteamentos.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Secretaria de Administração e Planejamento
Manutenção de sistemas individuais de tratamento de efluentes.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Secretaria de Saúde
Desenvolvimento de cadastro detalhado da rede de esgoto já existente.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
<i>Emergenciais (ações a serem implementadas em até 3 anos)</i>		
Realização de estudo existente e elaboração de projeto para sistemas de tratamento de esgoto sanitário.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Implantação de mecanismos de gestão e estrutura para o planejamento dos sistemas de fossa séptica e filtro anaeróbio.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Regularização da destinação final dos lodos provenientes de fossas e filtros.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-
Implementação de programas de educação ambiental.	Secretaria de Educação, Cultura e Desporto	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente

Fonte: Fonte: Adaptado de PMGIRS.

Tabela 16: Metas, prazos e indicação dos responsáveis pela implementação de serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Atividade	Responsabilidade Pública		Setor
	Principal	Complementar	
Longo Prazo (ações a serem implementadas entre 13 e 20 anos)			
Estabelecimento de incentivos destinados à doação de equipamentos eletroeletrônicos para comunidades desfavorecidas.	Secretaria de Assistência Social	Assessoria de Gabinete	Resíduos com Logística Reversa Obrigatória
Condução de um diagnóstico sobre a viabilidade da recuperação energética dos resíduos produzidos nas atividades agrossilvopastoris.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Emater	Resíduos Agrossilvopastoril
Elaboração e apresentação de um plano de gerenciamento de resíduos para a estação de tratamento de água e esgoto, bem como para outros serviços de saneamento.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-	Resíduos de Serviços Públicos de Saneamento Básico
Médio Prazo (ações a serem implementadas entre 9 e 12 anos)			
Elaboração de um projeto para o tratamento de lodos provenientes de sumidouros, incluindo o encaminhamento do licenciamento correspondente.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-	Resíduos de Serviços Públicos de Saneamento Básico
Planos de gestão de resíduos industriais durante o processo de licenciamento ambiental dos empreendimentos.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-	Resíduos Industriais
Determinação de um "Dia de Descarte Responsável" para a coleta e destinação adequada dos resíduos volumosos.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Secretaria de Administração e Planejamento	Resíduos Volumosos
Estabelecimento de incentivos para a doação de resíduos volumosos às comunidades necessitadas.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Assessoria de Gabinete	Resíduos Volumosos
Criação de um inventário sobre a gestão dos dejetos animais nas propriedades rurais do município.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Emater	Resíduos Agrossilvopastoril
Apresentação de um plano de gerenciamento de resíduos da construção civil para edificações.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-	Resíduos de Construção Civil
Elaboração de um Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, conforme a Resolução nº 307 (BRASIL, 2002).	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-	Resíduos de Construção Civil
Apresentação de um plano de gerenciamento de resíduos da construção civil para edificações.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-	Resíduos de Construção Civil
Expansão dos serviços de coleta de resíduos nas áreas urbanas e rurais, bem como o aumento da frequência desses serviços.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Secretaria de Administração e Planejamento	Resíduos Sólidos Domésticos e Comerciais

Instituição de incentivos e diretrizes para a logística reversa de medicamentos vencidos.	Secretaria da Saúde	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Resíduos de Serviços de Saúde
Capacitação dos profissionais de saúde no manejo adequado.	Secretaria da Saúde	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	
Adequação das iniciativas relacionadas à logística reversa aos termos dos acordos setoriais.	Secretaria de Administração e Planejamento	Assessoria de Gabinete	Resíduos com Logística Reversa Obrigatória
Curto Prazo (ações a serem implementadas entre 4 e 8 anos)			
Implementação de mecanismos para que a população retorne os produtos pós-consumo aos fornecedores.	Secretaria de Administração e Planejamento	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Resíduos com Logística Reversa Obrigatória
Organização de dados sobre a produção e gestão de agroquímicos, pilhas, baterias e pneus usados.	Secretaria de Administração e Planejamento	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	
Desenvolvimento de mecanismos para promover a adoção de soluções consorciadas ou compartilhadas, visando facilitar a gestão integrada de resíduos sólidos.	Secretaria de Administração e Planejamento	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	
Estabelecimento de um "Dia de Descarte Responsável" para a coleta e disposição final de resíduos com logística reversa obrigatória.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Secretaria de Administração e Planejamento	
Elaboração de um projeto para a disposição final de resíduos provenientes da limpeza pública, incluindo o processo de licenciamento ambiental.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	-	Resíduos de Limpeza Urbana
Estabelecimento de medidas de estímulo para aumentar a adesão da comunidade à coleta seletiva.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Secretaria de Administração e Planejamento	Materiais Recicláveis
Treinamento técnico da equipe de funcionários públicos responsáveis pelo gerenciamento de resíduos.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Secretaria de Educação, Cultura e Desporto	Resíduos Sólidos Domésticos e Comerciais
Implementação de políticas de incentivo para encorajar a população a adotar práticas de compostagem de resíduos orgânicos.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Emater	
Implementação de campanhas visando à diminuição da quantidade de resíduos orgânicos na coleta tradicional.	Secretaria de Educação, Cultura e Desporto	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	
Emergenciais (ações a serem implementadas em até 3 anos)			
Adicionar a coleta seletiva.	Secretaria de	Secretaria de	Materiais

	Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Educação, Cultura, e Desporto	Recicláveis
Inclusão de cláusula nos contratos firmados pela Prefeitura para o retorno aos fornecedores de produtos após o consumo.	Secretaria de Administração e Planejamento	Assessoria de Gabinete	Resíduos com Logística Reversa Obrigatória
Implementação de uma estrutura externa para abrigar os resíduos provenientes dos serviços de saúde na unidade de saúde.	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	Emater	
Organização de dados sobre a produção de resíduos dos serviços de saúde nas unidades de saúde e implementação de indicadores para monitoramento, conforme estabelecido pela Resolução RDC n° 306 (BRASIL, 2004).	Secretaria da Saúde	Secretaria de Educação, Cultura, e Desporto	Resíduos de Serviços de Saúde
Desenvolvimento ou aprimoramento do plano de gerenciamento de resíduos dos serviços de saúde na unidade de saúde.	Secretaria da Saúde	Secretaria de Obras, Viação, Agricultura e Meio Ambiente	

Fonte: Fonte: Adaptado de PMGIRS.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR N° 12.228, de 09 de dezembro de 1994. Rio Janeiro, (RJ), 1994.

BARCIOTT, M.L.; SACARRO JR., N.L. A importância da educação ambiental na gestão dos resíduos sólidos. Desafios do Desenvolvimento, ano 9, ed. 74. Brasília (DF), 2012.

BERNARDES, A. Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição no município de Passo Fundo/RS. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2006.

BESEN, G.R. A logística reversa como instrumento da gestão compartilhada na atual política nacional de resíduos sólidos. Tese apresentada a Faculdade de Saúde Pública de São Paulo. São Paulo, 2011.

BESEN, G.R. A questão da coleta seletiva formal. IN: JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; MACHADO FILHO, J.V. (ed.) Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. São Paulo: Manole, 2012.

BRANDÃO, E.J.; OLIVEIRA, J.G. A logística reversa como instrumento da gestão compartilhada na atual política nacional de resíduos sólidos. Revista de Direito, v.2, n. 2, 2011.

BRASIL – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Conama n° 357 de 17 de março de 2005. Brasília (DF), 2005.

BRASIL – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Conama n°404 de 11 de novembro de 2008. Brasília (DF), 2008.

BRASIL - Diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição. Lei N° 6.803, DE 2 DE JULHO DE 1980.

BRASIL - Parcelamento do Solo Urbano. Lei N° 6.766 de 19 de dezembro de 1979. Brasília, (DF), 1979.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, (DF), 1988. BRASIL. Decreto n°7.404 de 23 de dezembro de 2010. Brasília, (DF), 2010.

BRASIL. Decreto n° 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm>.

BRASIL. Lei n° 9.795 de 27 de abril de 1999 – Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília (DF), 1999.

BRASIL. Lei n° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília (DF), 2010.

BRASIL. Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Brasília (DF), 1998.

BRASIL. Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 – Política Nacional de Saneamento Básico. Brasília, 2007.

BRASIL. Lei nº 8.987 de 13 de fevereiro de 1995. Brasília, (DF), 1995.

BRASIL. Lei nº 9.784 de 29 de janeiro de 1999. Brasília, (DF), 1999.

BRASIL. Plano Nacional de Mudanças Climáticas. Brasília, 2008.
Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf>.

BRASIL. Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Versão Preliminar. Brasília, 2011.
Disponível em:
http://www.cnrh.gov.br/pnrs/documentos/consulta/versao_Preliminar_PNRS_WM.pdf .

BRASIL. Plano Nacional sobre Mudança do Clima. Brasília, (DF), 2008.

BRASIL. Portaria no. 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: 2011. 39-46 pp.

BRASIL. Decreto Nº 6.017 de 17 de janeiro de 2007. Brasília, (DF), 2007. BRASIL. Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. Brasília, (DF), 2001.

BRINGHENTI, J. Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação. Tese de doutorado apresentada a Escola de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2004.

CASTILHOS JR., A.B. de. Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades: coletânea de trabalhos técnicos. Rio de Janeiro: RiMa, 2002. 92 pp.

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO (CORSAN) Regulamento dos serviços de água e esgoto. Porto Alegre: CORSAN, 2009.

CONTADOR, Cláudio R. Projetos Sociais: avaliação e prática. São Paulo, Ed. Atlas, 3ª ed. 1997. CORSAN. Regulamento dos Serviços de Água e Esgoto da CORSAN. Porto Alegre, 2009.

COSTA, S.S. da Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2011. Disponível em:
<<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/53a01180474590c09972dd3fbc4c6735/Semin%C3%A1rio+1+-+1%C2%AA+Apresenta%C3%A7%C3%A3o+-+S%C3%A9rgio+Gon%C3%A7alves+-+MMA.pdf?MOD=AJPERES>>.

DENNY, D.M.T.; PEDRO, A.F.P.; MEKHITARIAN, K.C.; SILVA, E.M.; FIORINI, K.; LIBARDI, I.; ONOHARA, A.; MEDICI, F. Estímulos Fiscais para a Economia Verde. IN: 4º

Internatinal Workshop advances in cleaner production – “Integration cleaner production into sustainability strategies.” Anais: São Paulo, 2013.

FINOTTI, A.R.; FINKLER, R.; SILVA, M.D.; CEMIN, G. Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas. Caxias do Sul: EDUCS, 2009.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA) Manual de saneamento. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 pp.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Guia para a elaboração de planos municipais de saneamento básico, Ministério das Cidades. – Brasília: Ministério das Cidades, 2012.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Manual de fluoretação de água para consumo humano. Brasília: FUNASA, 2012.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Manual de Saneamento. Brasília: FUNASA, 2007. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo de 2010, 2013. Disponível em:
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_rio_grande_do_sul.pdf>.

LEITE, P.R. Logística reversa na atualidade. IN: JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; MACHADO FILHO, J.V. (ed.) Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. São Paulo: Manole, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011a.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Planos de gestão de resíduos: manual de orientação. Brasília: Ministério Do Meio Ambiente, 2012.

OLIVEIRA, P.A.V. (coord.) Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004.

PESSIN, N.; MANDELLI, S. M. D. C.; QUISSINI, C. S. Diagnóstico Preliminar da Geração de Resíduos Sólidos Domésticos em Sete Municípios de Pequeno Porte da Região do Vale do Caí – RS. In III Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental - Gestão Ambiental, Urbana e Industrial, 2002. Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Ambiental, 2002.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHABELA. Plano Municipal Integrado De Saneamento Básico Ilhabela, 2011.

PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO. Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final. 1º edição. ABES, (RJ), 2009.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº10.350 de 21 de dezembro de 2001. Porto Alegre (RS), 2001.

SCHNEIDER, V.E.; SILVA, M.D.; FINKLER, R.; MOTTA, E. M. T. Evaluation of municipal solid waste generation in municipalities neighboring Caxias do Sul/Brazil. In: Proceedings of XIII International Waste Management and Landfill Symposium. Cagliari, 2011.

SILVA, N. L. S. Aterro Sanitário para resíduos sólidos urbanos - RSU – Matriz para Seleção da Área de Implantação. Feira de Santana, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2011.

SOLER, F.D.; MACHADO FILHO, J.V.; LEMOS, P.F.I. Acordos setoriais, regulamentos e termos de compromisso. IN: JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; MACHADO FILHO, J.V. (ed.) Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. São Paulo: Manole, 2012.

TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.; BARROS, M.T. Drenagem urbana – coleção ABRH de recursos