



PREFEITURA MUNICIPAL DE TUCANO – ESTADO DA BAHIA  
Av. Antônio Carlos Magalhães, 184 – Centro – CEP 48790-000  
Telefone: (75)3272-2181 / (75)3272-2366



# Plano Municipal de Saneamento Básico

## PRODUTO D

### Prognóstico do Saneamento Básico

AGOSTO / 2022



	<b>PROPONENTE/AGENTE EXECUTOR:</b> Prefeitura Municipal de Tucano
	<b>CNPJ: 13.810.312/0001-02</b>
	<b>PREFEITO MUNICIPAL:</b> Ricardo Maia Chaves de Souza Filho
	<b>MUNICÍPIO:</b> Tucano
	<b>U.F:</b> BA
	<b>MICRORREGIÃO:</b> Euclides da Cunha
	<b>GENTÍLICO:</b> Tucanense
<b>QUANTIDADE DE SETORES:</b> 04	<b>Nº DE HABITANTES:</b> 50.903 (estimada em 2021 – IBGE)
<b>EVENTOS MUNICIPAIS (sede):</b> 01 Lançamento Público do PMSB, 01 Conferência de Apresentação Final do PMSB (Audiência Pública)	<b>IDENTIFICAÇÃO DOS SETORES:</b> Sede, Caldas do Jorro, Rua Nova e Cajueiro.
	<b>EVENTOS SETORIAIS:</b> 01 Oficina Setorial de Diagnóstico e Prognóstico 01 Oficina Setorial de PPA (programas, projetos e ações) e Plano de Execução

### COMITÊ DE COORDENAÇÃO

#### Representantes do Poder Executivo Municipal

Giltana Carvalho dos Reis (Secretaria Municipal de Educação)

Wesley Jesus de Souza (Secretaria Municipal de Turismo e Desenvolvimento Econômico)

#### Representante do Poder Legislativo Municipal

Rodrigo Cavalcante dos Reis (Câmara Municipal de Vereadores)

#### Representantes dos Prestadores de Serviço

Júlio César Nunes da Silva (Empresa Baiana de Água e Saneamento S/A)

Teobaldo Jesus dos Santos (Prestador de Serviço da Coleta de Resíduos)

#### Representantes de Organizações da Sociedade Civil

Flávio Miranda Moura (Associação Comunitária dos Agricultores Familiares e Curtidores de Sola da Comunidade Pedra Grande e Região)

Franciéllo da Silva Macedo (Cooperativa de Apicultores de Tucano (COOAPITI))

Gemário Silva Pimentel (Associação de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis de Tucano)



## **COMITÊ EXECUTIVO**

### **Representantes do Poder Público**

Maria Mônica Silveira Miranda (Secretaria Municipal de Ação e Desenvolvimento Social)

Bruno Calazans dos Santos Silva (Secretaria de Obras e Serviços Públicos)

Aguinaldo Bitencourt Gama Júnior (Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos)

Ruan Santos Moreira (Secretaria Municipal de Saúde)

### **Representantes de Organizações da Sociedade Civil**

José Delcio Araújo de Souza (Conselho Municipal de Saúde)

Maria Suza Pimentel de Miranda (Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Tucano)

Vaísa Pereira Sousa (Central das Associações Comunitárias de Tucano)

Arthur Miranda de Almeida Neto (Conselho Municipal de Ação e Desenvolvimento Social)

### **Consultores contratados para elaboração do PMSB – Tucano**

Diego Tomaz do Nascimento Queiroz - Engenheiro Sanitarista e Ambiental

Henio Vinicius Lima Bastos – Engenheiro Ambiental

Hugo Araújo Silva - Engenheiro Sanitarista e Ambiental



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
<b>3. PANORAMA SITUACIONAL DO SANEAMENTO BÁSICO .....</b>	<b>10</b>
<b>4. PROJEÇÃO POPULACIONAL .....</b>	<b>12</b>
4.1 Metodologia para projeção .....	12
4.2 Projeção .....	14
<b>5. DEFINIÇÃO DOS CENÁRIOS .....</b>	<b>15</b>
5.1 Objetivos e metas .....	16
5.2 Abastecimento de água .....	17
5.3 Esgotamento sanitário .....	18
5.4 Drenagem e manejo de águas pluviais .....	19
5.5 Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos .....	20
<b>6. CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS PARA O SANEAMENTO BÁSICO ....</b>	<b>21</b>
6.1 Construção dos cenários para abastecimento de água .....	22
6.2 Construção dos cenários para esgotamento sanitário .....	26
6.3 Construção dos cenários para drenagem e manejo de águas pluviais .....	30
6.4 Construção dos cenários para limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos .....	33
<b>7. PROGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO.....</b>	<b>38</b>
7.1 Abastecimento de água .....	38
7.1.1 Projeção da demanda anual de água para Tucano ao longo de 20 anos.....	38
7.1.2 Objetivos, metas e prioridades .....	40
7.1.3 Alternativas técnicas da demanda calculada.....	42
7.1.4 Sistema simplificado de abastecimento de água – poço .....	42
7.1.5 Fontes alternativas de abastecimento coletivo .....	43
7.1.6 Soluções individuais.....	43
7.2 Esgotamento sanitário .....	45
7.2.2 Previsão de carga e concentração de dbo e coliformes termotolerantes ao longo dos 20 anos.....	46
7.2.3 Objetivos, metas e prioridades .....	50
7.2.4 Alternativas técnicas para o tratamento de esgotos sanitários .....	51
7.3 Manejo de águas pluviais .....	55
7.3.1 Análise do cenário de referência escolhido .....	55
7.3.2 Objetivos, metas e prioridades .....	56
7.3.3 Prospectivas técnicas .....	59



7.4	Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos .....	69
7.4.1	Estimativas anuais dos volumes de produção de resíduos sólidos ao longo de 20 anos .....	69
7.4.2	Objetivos, metas e prioridades .....	72
7.4.3	Prospectivas técnicas .....	78
7.4.4	Definição das responsabilidades no serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos .....	107
7.4.5	Procedimentos operacionais para o manejo de resíduos sólidos .....	117
7.4.6	Fechamento de um aterro e remediação da área degradada .....	119
<b>8.</b>	<b>ARTICULAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO .....</b>	<b>122</b>
8.1	Planejamento dos serviços públicos de saneamento básico .....	124
8.2	Regulação e fiscalização dos serviços públicos de saneamento básico ..	125
8.3	Prestação dos serviços públicos de saneamento básico .....	127
8.4	Controle social dos serviços de saneamento básico .....	130
8.6	Modelos de gestão dos serviços de saneamento básico .....	134
<b>9.</b>	<b>REVISÃO DE EMERGÊNCIAS E CONTIGÊNCIAS .....</b>	<b>139</b>
9.1	Abastecimento de água potável .....	140
9.2	Esgotamento sanitário .....	144
9.3	Drenagem e manejo de águas pluviais .....	148
9.4	Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos .....	151
<b>10.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>154</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia de elaboração do Prognóstico .....	15
Figura 2 - As etapas necessárias para a elaboração do Prognóstico .....	22
Figura 3 - Diferenças das vias metabólicas de tratamento .....	53
Figura 4 - Evolução das Estruturas autolimpantes de retenção de resíduos sólidos	62
Figura 5 - Tecnologias de drenagem em cada etapa do escoamento .....	66
Figura 6 – Croqui do PEV .....	96
Figura 7 – LEV implantado em Belo Horizonte - MG .....	98
Figura 8 – LEV implantado em Cotia - SP .....	99
Figura 9 - Ciclo de vida dos materiais .....	103
Figura 10 – Novo ciclo de vida dos materiais proposto pela logística reversa .....	105
Figura 11 - Gráfico das questões importantes para a Logística Reversa.....	106
Figura 12 - Elementos da gestão dos serviços de saneamento .....	124
Figura 13 - Características Gerais da Administração Descentralizada .....	128
Figura 14 - Vantagens e desvantagens de cada um dos modelos de gestão de serviços de saneamento .....	133

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População urbana e rural em 1991, 2000 e 2010, para o Município de Tucano.....	13
Tabela 2 - Projeção Populacional do município Tucano-BA de 2023-2042 .....	14
Tabela 3 - Demanda de projeção de vazão anual de água .....	39
Tabela 4 - Projeção da vazão anual de esgoto para Tucano durante 20 anos .....	46
Tabela 5 - Carga orgânica, concentração de DBO e coliformes termotolerantes para a Sede Municipal .....	49
Tabela 6 - Carga orgânica, concentração de DBO e coliformes termotolerantes para a Zona Rural .....	49
Tabela 7 - Volume de resíduos sólidos produzidos .....	70



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quadro resumo e analítico do diagnóstico do PMSB .....	10
Quadro 2 - Cenários de Abastecimento de Água – Áreas Urbanizadas .....	22
Quadro 3 - Cenário 2 – Abastecimento de Água na Área Urbana .....	23
Quadro 4 - Cenários do Abastecimento de Água – Zona Rural.....	24
Quadro 5 - Cenário 2 – Abastecimento de Água na Zona Rural.....	25
Quadro 6 - Cenário do Esgotamento Sanitário para Área Urbana.....	27
Quadro 7 - Esgotamento Sanitário na Área Urbana .....	27
Quadro 8 - Esgotamento Sanitário – Zona Rural.....	28
Quadro 9 - Cenário 2 – Esgotamento Sanitário na Zona Rural .....	29
Quadro 10 - Cenários de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais para Áreas Urbanas .....	30
Quadro 11 - Cenário 2 – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais nas Áreas Urbanas .....	30
Quadro 12 - Cenários de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais para Áreas Rurais .....	31
Quadro 13 - Cenário 2 – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais para Zona Rural ..	32
Quadro 14 - Cenários de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para Zona Urbana.....	33
Quadro 15 - Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para Zona Urbana ....	34
Quadro 16 - Cenários de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para Zona Rural .....	35
Quadro 17 - Cenário 2 – Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para a Zona Rural .....	36
Quadro 18 - Cenários, objetivo, metas e prioridades para o abastecimento de água .....	40
Quadro 19 - Cenários, objetivo, metas e prioridades para o esgotamento sanitário .	50
Quadro 20 - Cenários, objetivos, metas e prioridades para drenagem e manejo de águas pluviais .....	57
Quadro 21 - Objetivos, metas e prioridades – Manejo dos Resíduos Sólidos .....	72
Quadro 22 – Exemplo de Cálculo para taxa de resíduos sólidos urbanos.....	82
Quadro 23 – Padrão de cores para os diferentes tipos de resíduos recicláveis .....	98
Quadro 24 – Variáveis importantes na seleção do local para execução de aterro..	115
Quadro 25 – Dados indispensáveis para ação corretiva em lixões.....	120
Quadro 26 - Vantagens e responsabilidades do modelo de autogestão.....	135
Quadro 27 - Emergência e contingência para o serviço de abastecimento de água .....	142
Quadro 28 - Emergência e contingência para os serviços de esgotamento sanitário .....	145
Quadro 29 - Emergências e Contingências para o serviço de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais .....	149
Quadro 30 - Emergências e Contingências para o serviço de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos.....	152



## **1. INTRODUÇÃO**

Universalizar o acesso aos serviços públicos de saneamento básico é um grande desafio para a sociedade brasileira e para o estado da Bahia. Desafio esse que vai além de prestar os serviços em si, mas de garantir que o acesso venha acompanhado de promoção da saúde, proteção ao meio ambiente, distribuição de renda, e fortalecimento da cidadania, integrando as diferentes áreas da vida cotidiana, como a cultura, a economia, a educação, a ecologia, a participação política, a saúde, a habitação, entre outras, de maneira a construir uma sociedade ecologicamente equilibrada.

Para se alcançar esses anseios, é fundamental se estabelecer as prioridades e articulações necessárias ao processo de gestão do poder público. O planejamento, portanto, se mostra como aliado, um instrumento para auxiliar a ação qualificada do poder executivo na implementação das políticas públicas e na formação de agendas coletivas entre municípios.

Assim, realizada a etapa do diagnóstico técnico-participativo, momento onde foi possível entender a dinâmica socioterritorial e os desafios existentes na prestação dos serviços públicos de saneamento básico, chega o momento de refletir sobre a visão de futuro que formará o cenário de referência para o saneamento básico. É a partir dessa visão de futuro que os gestores deverão encaminhar os projetos, gerir demandas e propor soluções técnicas. Dessa maneira, o cenário tem a função de subsidiar a definição das estratégias de ação mais apropriadas para o alcance dos objetivos relacionados ao planejamento.

Ao longo do relatório, apresentam-se os estudos realizados para elaboração do prognóstico, com os conteúdos necessários a uma abordagem de prospectiva técnica, entre eles, a elaboração de cenários de referência, a projeção populacional, a projeção de demandas para o futuro, as alternativas técnicas, entre outros, pertinentes a esse momento. Todos esses elementos colaboram na estimativa de investimentos que se fazem necessários no território municipal.



## **2. OBJETIVOS**

A Etapa de Prognóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Tucano, documento que consolida a visão de futuro norteadora das ações, tem como objetivos:

- Estudar os cenários alternativos para a gestão do saneamento básico;
- Definir o cenário de referência para a proposição de ações dos serviços públicos de saneamento básico;
- Estimar o crescimento populacional para o horizonte de planejamento de 20 anos;
- Estimar a projeção de demanda para curto, médio e longo prazos;
- Definir as alternativas técnicas para as componentes do saneamento básico a partir dos aspectos sociais, ambientais, técnicos e econômicos.

### 3. PANORAMA SITUACIONAL DO SANEAMENTO BÁSICO

O panorama situacional do saneamento básico do município de Tucano apresentado no Quadro 1 exibe um resumo analítico do diagnóstico realizado, com a divisão dos serviços do saneamento, os principais problemas diagnosticados, as principais causas dos problemas diagnosticados, bem como uma classificação dessas causas em Estrutural ou Estruturante.

As medidas estruturais são aquelas que correspondem aos tradicionais investimentos em obras, com intervenções físicas nas infraestruturas físicas em algum dos serviços de saneamento, surgem como necessidades para suprir o déficit de cobertura pelos serviços e favorecer a proteção da população quanto a riscos epidemiológicos, sanitários e patrimoniais.

As medidas estruturantes, por sua vez, são aquelas que fornecem suporte técnico, político e gerencial para a sustentabilidade da prestação dos serviços. Encontram-se tanto na esfera do aperfeiçoamento da gestão, como ações de capacitação de programas de redução de perdas e desperdício de água, em todas as suas dimensões, quanto na da melhoria cotidiana e rotineira da infraestrutura física.

*Quadro 1 - Quadro resumo e analítico do diagnóstico do PMSB*

SERVIÇO/EIXO	PROBLEMAS DIAGNOSTICADOS	CAUSAS DOS PROBLEMAS	CLASSIFICAÇÃO DAS CAUSAS
<b>ABASTECIMENTO DE ÁGUA</b>	Água com características salobras em algumas localidades abastecidas	Ausência de controle de qualidade e tratamento	Estrutural
	Abastecimento de água insuficiente para alguns moradores	Falha no equilíbrio entre oferta e demanda	Estruturante
	Famílias em condições de vulnerabilidade social sem cisternas ou não assistidas por carro-pipa	Falta de incentivo, comunicação e ampliação dos serviços	Estruturante



<b>ESGOTAMENTO SANITÁRIO</b>	Utilização de fossas negras para disposição final de efluentes domésticos	Falta de investimento para ampliação do sistema	Estrutural
	Lançamento do esgoto coletado in natura	Ausência de Estação de Tratamento de Esgoto e estruturas para correta destinação	Estrutural
	Disposição de águas cinzas nas sarjetas e vias públicas	Falta de fiscalização e controle	Estruturante
<b>MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS</b>	Inexistências de estruturas e dispositivos de drenagem que obedeça a um dimensionamento técnico planejado	Falta de prioridade para o serviço pelas autoridades gerenciais	Estrutural
<b>MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS</b>	Infraestrutura de transportes inadequada para o manejo dos resíduos sólidos urbanos	Uso de veículos com tempo de uso elevado e falta de planejamento adequado no processo contratual	Estruturante e Estrutural
	Cobertura de coleta insuficiente na zona rural	Falta de planejamento para ampliação do serviço	Estruturante
	Falha no uso de EPIs pelos colaboradores do serviço de coleta	Falta de incentivo e fiscalização para a obrigatoriedade do uso de EPIs	Estruturante
	Acondicionamento dos resíduos domiciliares em horário incompatíveis com o da coleta	Falta de campanha de conscientização dos moradores e uso de mecanismos da Educação Ambiental	Estruturante
	Vazadouro a céu aberto utilizado para destinação final sem condições mínimas de funcionamento	Falha no planejamento e ações para destinação final ambientalmente adequada dos resíduos	Estruturante e Estrutural



## 4. PROJEÇÃO POPULACIONAL

Os estudos demográficos revelam a dinâmica populacional de uma determinada localidade. Muitos são os fatores que possibilitam mudanças na estrutura e distribuição da população. Para Damiani (2011), “a dinâmica populacional conteria, em linhas gerais, como componentes a natalidade (e a fecundidade), a mortalidade e a migração”, contudo, para além das variações detectadas, é fundamental examinar o envolvimento desses componentes, podendo ser traduzidos em fórmula, codificados em quantidades, mas é preciso relacioná-los a outros fenômenos sociais a fim explicá-los, constituindo suas causas determinantes ou condicionantes sociais. Nesse sentido, a elaboração do PMSB tem a necessidade de analisar essas informações dados os efeitos que serão produzidos por meio das ações projetadas.

### 4.1 Metodologia para projeção

O dimensionamento futuro da população em decorrência do Plano Municipal de Saneamento Básico é necessário, pois é nele que se amparam as estratégias e ações da Política de Saneamento a serem implementadas no horizonte de 20 anos. Ainda que estimada por postulados matemáticos, essa projeção contribui para previsão a curto, médio e longo prazo dos serviços de saneamento básico que atendam as demandas da população. Tal como recomenda o Termo de Referência (TR) da Fundação Nacional de Saúde (Funasa) no apoio a elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico.

Em termos gerais, os procedimentos metodológicos da análise da distribuição e crescimento populacional variam substancialmente, pois devem considerar seus componentes no interior de um universo social de análise. Obter projeções totalmente corretas é muito difícil, se não impossível em pequenos domínios. Por este motivo, a avaliação de projeções populacionais se torna uma ferramenta importante para identificar os erros de cada método e selecionar aquele que minimiza estes erros, sempre considerando os contextos específicos da população projetada, os dados disponíveis, assim como o período necessário para a projeção (BRITO *et al*, 2010).

Quanto ao método, salienta-se que, toda projeção demográfica deve ser revista periodicamente, tal como prevê a elaboração do PMSB, cujo prazo não deve ser superior a quatro anos, segundo o Art.25 do Decreto no 7.217/2010:

§ 4º O plano de saneamento básico será revisto periodicamente, em prazo não superior a quatro anos, anteriormente à elaboração do plano plurianual. (Funasa, 2018)

Além disso, a caracterização e a evolução do perfil demográfico da população local e suas variáveis influenciam mais diretamente o planejamento das ações de saneamento para o PMSB. Assim, à medida que novas informações surjam, seja por censos demográficos, pesquisas domiciliares por amostragem ou estatísticas vitais, provoca-se um processo contínuo de atualização (IBGE, 2004).

Os dados que compõem as tabelas com perfis demográficos, tem origem em diversas fontes oficiais de pesquisa, como IBGE, SEI, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e Sistema da Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN), entre outros. Tais informações buscam demonstrar a dinâmica do município de Tucano, tais como: população urbana e rural, por faixa de idade, sexo, razão de dependência, cor ou raça, bem como suas comparações aos índices do estado da Bahia e do país, cujos índices buscam retratar a organização social no seu espaço geográfico.

A dinâmica econômica, principalmente a vinculada às atividades agropecuárias, é um dos agentes impulsionadores da distribuição populacional do município. De acordo com dados fornecidos pelo IBGE, SIDRA, a população de Tucano apresentou entre o período de 1991 a 2010 oscilações nos índices populacionais. A Tabela 1 apresenta a população nas três últimas décadas.

*Tabela 1 - População urbana e rural em 1991, 2000 e 2010, para o Município de Tucano*

<b>Ano</b>	<b>População total</b>
1991	46618
2000	50948
2010	52391



## 4.2 Projeção

Para a projeção populacional foi utilizado como referência a projeção populacional calculada pela Empresa Baiana de Saneamento (EMBASA), utilizada no **Plano Setorial de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário Município de Tucano**, publicado em junho de 2019, que traz a projeção da população e da quantidade de domicílios.

Tabela 2 - Projeção Populacional do município Tucano-BA de 2023-2042

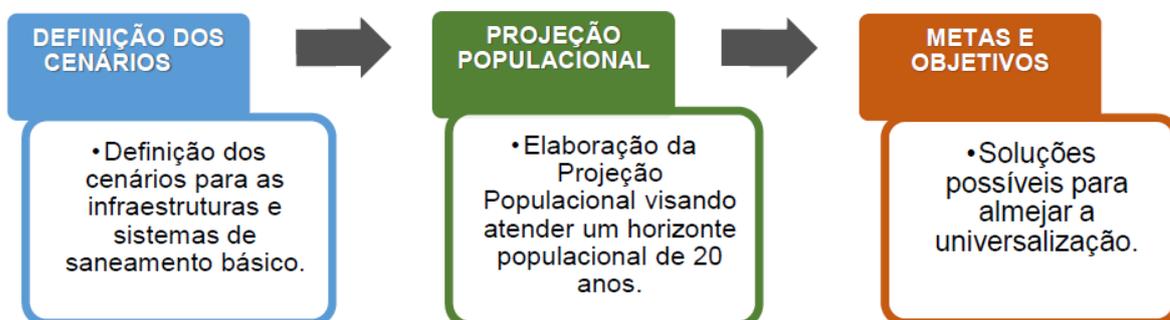
Ano	População Urbana	Nº de domicílios
2022	52872	15106
2023	53464	15275
2024	54063	15447
2025	54668	15620
2026	55281	15794
2027	55900	15971
2028	56526	16150
2029	57159	16331
2030	57799	16514
2031	58446	16699
2032	59101	16886
2033	59763	17075
2034	60432	17266
2035	61109	17460
2036	61794	17655
2037	62486	17853
2038	63185	18053
2039	63893	18255
2040	64609	18460
2041	65332	18666
2042	66064	18875

Fonte: Embasa (2019) / Estimativas Populacionais IBGE

A metodologia para a realização do prognóstico foi baseada na construção de cenários de acordo com a demanda de serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana e manejo de águas pluviais e drenagem urbana, conforme a evolução populacional para os próximos 20 anos, buscando analisar as demandas pelos serviços e as deficiências identificadas no Diagnóstico, definindo objetivos e metas a serem alcançadas com o Plano Municipal de Saneamento Básico, os quais possibilitaram a indicação de

preposições visando à universalização dos serviços em questão. A Figura 1 apresenta o fluxograma das etapas do Prognóstico.

Figura 1 - Metodologia de elaboração do Prognóstico



## 5. DEFINIÇÃO DOS CENÁRIOS

Após a determinação do diagnóstico geral dos serviços de saneamento básico do município, deverá ser elaborada a análise prospectiva estratégica, por meio da elaboração de cenários. Conhecendo o cenário atual do saneamento básico do município, deverá ser proposto um cenário de referência, que se deseja alcançar em um horizonte de tempo pré-determinado (curto, médio ou longo prazo), conforme determinado pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB).

A partir de informações contidas no diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico do município, foi possível elaborar o prognóstico demonstrando três cenários diferentes para os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana e manejo de águas pluviais e drenagem urbana.

No cenário 01 (UM), projeta-se um contexto social e econômico que garanta a totalidade da população ao acesso a um serviço de qualidade e em continuidade.

O cenário 02 (DOIS) indica um ambiente intermediário, quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 01.

No cenário 03 (TRÊS) ocorrerá uma ligeira melhora em relação ao cenário atual, com a adoção de soluções dispersas.



## **5.1 Objetivos e metas**

Os objetivos e metas que norteiam a elaboração das propostas de programas, projetos e ações do Plano Municipal de Saneamento Básico exigem definições com o detalhamento adequado o suficiente para a formulação dos projetos técnicos e operacionais para a sua implementação. Essas metas serão os resultados mensuráveis que irão contribuir para o alcance dos objetivos, razão pela qual serão propostos progressivamente e estarão apoiados em indicadores.

Nesta etapa, foram consideradas as informações técnicas e participativas consolidadas na etapa do diagnóstico, que constituem as referências do cenário atual, direcionadoras dos avanços para a prospecção de cenário futuro, considerando um horizonte de planejamento de 20 anos.

Os objetivos e metas propostos no sentido de promover a universalização dos serviços de saneamento básico foram embasados nos dados obtidos em visitas ao campo para levantamentos de dados e produção do Diagnóstico, na análise de cenários e nas informações obtidas nas reuniões com os Comitês de Coordenação, visando estabelecer as ações de curto, médio e longo prazo.

A construção dos cenários dos serviços de saneamento básico levou em consideração as variáveis que permitem analisar a situação atual e almejar um futuro desejado para o horizonte de planejamento.

Dessa forma, nos itens abaixo serão elencadas as variáveis que foram utilizadas para os cenários do abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.



## 5.2 Abastecimento de água

### 5.2.1 Sede municipal

**Índice de Atendimento de Água por Rede Geral (%):** representa o número de domicílios urbanos abastecidos pela Embasa dividido pelo total de domicílios urbanos.

**Índice de Atendimento por Soluções Individuais (%):** representa o número total de domicílios urbanos servidos por fossas rudimentares, fossas sépticas e/ou outras soluções individuais sanitariamente adequadas dividido pelo total de domicílios urbanos.

**Índice de Tratamento de Água (%):** representa o número de domicílios urbanos que são abastecidos por água que receba tratamento/desinfecção dividido pelo total de domicílios.

**Índice de Perdas (%):** é calculado subtraindo-se o volume de água disponibilizado pelo volume de água consumido e dividindo pelo volume de água disponibilizado.

**Consumo Per Capita (L/hab.dia):** valor médio do consumo diário de água por pessoa, expresso em L/hab.dia. É calculado dividindo-se o volume de água consumido pela população atendida.

### 5.2.2 Zona rural

**Índice de Atendimento de Água por Rede Geral (%):** representa o número de domicílios rurais abastecidos pela Embasa dividido pelo total de domicílios rurais.

**Índice de Atendimento por Soluções Individuais (%):** representa o número de domicílios rurais abastecidos por soluções individuais dividido pelo total de domicílios rurais.

**Índice de Atendimento por Soluções Alternativas (%):** representa o número de domicílios rurais abastecidos por soluções alternativas (poços, açudes, barreiros, nascente, chafariz e carro pipa) dividido pelo total de domicílios rurais.

**Índice de Tratamento de Água (%):** representa o percentual de domicílios rurais que são abastecidos por água que receba tratamento/desinfecção dividido pelo total de domicílios rurais.

**Índice de Perdas (%):** é calculado subtraindo-se o volume de água disponibilizado pelo volume de água consumido e dividindo pelo volume de água disponibilizado.

**Consumo Per Capita (L/hab.dia):** valor médio do consumo diário de água por pessoa, expresso em L/hab.dia. É calculado dividindo-se o volume de água consumido pela população atendida.



## 5.3 Esgotamento sanitário

### 5.3.1 Sede municipal

**Índice de Atendimento por Rede Coletora (%):** representa o número de domicílios urbanos servidos por rede coletora de esgotos dividido pelo total de domicílios urbanos.

**Índice de Atendimento por Soluções Individuais (%):** representa o número total de domicílios urbanos servidos por fossas rudimentares, fossas sépticas e/ou outras soluções individuais dividido pelo total de domicílios urbanos.

**Índice de Tratamento de Esgoto Coletado (%):** representa o volume de esgoto coletado tratado dividido pelo volume de esgoto coletado.

**Geração Per Capita (L/hab.dia):** valor médio da geração diária de esgoto por pessoa, expresso em L/hab.dia. É calculado multiplicando-se o consumo per capita de água pelo coeficiente de retorno de 80%.

### 5.3.2 Zona rural

**Índice de Atendimento por Sistemas Descentralizados (%):** representa o número de domicílios rurais servidos por sistemas descentralizados dividido pelo total de domicílios rurais.

**Índice de Atendimento por Soluções Individuais (%):** representa o número total de domicílios rurais servidos por fossas rudimentares, fossas sépticas e/ou outras soluções individuais dividido pelo total de domicílios rurais.

**Índice de Tratamento de Esgoto Coletado (%):** representa o volume de esgoto coletado tratado dividido pelo volume de esgoto coletado.

**Geração Per Capita (L/hab.dia):** valor médio da geração diária de esgoto por pessoa, expresso em L/hab.dia. É calculado multiplicando-se o consumo per capita de água pelo coeficiente de retorno de 80%.

## 5.4 Drenagem e manejo de águas pluviais

### 5.4.1 Sede municipal

**Índice de Vias Urbanas Pavimentadas (%):** representa a extensão de vias urbanas com existência de pavimentação dividida pela extensão total de vias urbanas.

**Índice de Cobertura por Microdrenagem (%):** representa a extensão das vias urbanas com dispositivos de microdrenagem dividido pela extensão total de vias urbanas.

**Índice de Cobertura por Macrodrenagem (%):** representa a extensão das vias urbanas com dispositivos de macrodrenagem dividido pela extensão total de vias urbanas.

**Índice de Áreas Verdes (%):** representa a extensão das vias urbanas com áreas verdes dividido pela extensão total de vias urbanas.

**Quantidade de Áreas de Risco:** representa o número de áreas suscetíveis a ocorrências indesejadas, tais como: deslizamentos, desmoronamentos, alagamentos, entre outros.

**Índice de Aproveitamento de Águas Pluviais:** representa o número de domicílios urbanos que coletam e aproveitam as águas pluviais dividido pelo número total de domicílios urbanos.

### 5.4.2 Zona rural

**Índice de Vias Rurais Pavimentadas (%):** representa a extensão de vias rurais com existência de pavimentação dividida pela extensão total de vias rurais densamente povoadas.

**Índice de Cobertura por Microdrenagem (%):** representa a extensão das vias rurais com dispositivo de microdrenagem dividido pela extensão total de vias rurais densamente povoadas.

**Índice de Cobertura por Macrodrenagem (%):** representa a extensão das vias rurais com dispositivo de macrodrenagem dividido pela extensão total de vias rurais densamente povoadas.

**Índice de Aproveitamento de Águas Pluviais (%):** representa o número de domicílios rurais que coletam e aproveitam as águas pluviais dividido pelo número total de domicílios rurais.



## 5.5 Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

### 5.5.1 Sede municipal

**Índice de Atendimento por Coleta Normal (%):** representa o número de domicílios urbanos atendidos pela coleta normal dos resíduos sólidos dividido pelo número total de domicílios urbanos.

**Índice de Atendimento por Coleta Seletiva (%):** representa o número de domicílios urbanos atendidos pela coleta seletiva dos resíduos sólidos dividido pelo número total de domicílios urbanos.

**Geração Per Capita (kg/hab.dia):** valor médio da geração diária de resíduos sólidos por pessoa, expresso em kg/hab.dia.

**Índice de Recuperação de Materiais Recicláveis (%):** representa a massa de materiais que são reciclados, dividido pela massa total de resíduos gerados.

**Índice de Recuperação de Orgânicos (%):** representa a massa de materiais que são destinados para compostagem dividido pela massa total de resíduos gerados.

**Índice de Resíduos Encaminhados para a Disposição Final (%):** representa a massa de materiais que são encaminhados para disposição final dividido pela massa total de resíduos gerados.

### 5.5.2 Zona rural

**Índice de Atendimento por Coleta Normal (%):** representa o número de domicílios rurais atendidos pela coleta normal dos resíduos sólidos dividido pelo número total de domicílios rurais.

**Índice de Atendimento por Coleta Seletiva (%):** representa o número de domicílios rurais atendidos pela coleta seletiva dos resíduos sólidos dividido pelo número total de domicílios rurais.

**Geração Per Capita (kg/hab.dia):** valor médio da geração diária de resíduos sólidos por pessoa, expresso em kg/hab.dia.

**Índice de Recuperação de Materiais Recicláveis (%):** representa a massa de materiais que são reciclados, dividido pela massa total de resíduos gerados.

**Índice de Recuperação de Orgânicos (%):** representa a massa de materiais que são destinados para compostagem dividido pela massa total de resíduos gerados.

**Índice de Resíduos Encaminhados para a Disposição Final (%):** representa a massa de materiais que são encaminhados para disposição final dividido pela massa total de resíduos gerados.



## **6. CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS PARA O SANEAMENTO BÁSICO**

O procedimento para a análise de cenário para o planejamento estratégico municipal se deu por metodologias prospectivas, as quais permitem identificar os cenários futuros possíveis e desejáveis, com o objetivo de orientar o presente, com objetivos e metas, conforme publicação do TR- FUNASA (2012).

Cabe destacar que os cenários foram definidos conforme as necessidades do município e as dificuldades a serem superadas para implementação do PMSB.

Para a construção dos cenários possíveis para o saneamento básico no município de Tucano foram necessárias várias etapas prévias, no intuito de conhecer a realidade do município. Dentre essas etapas, destacam-se: a Conferência Municipal, as visitas técnicas, a aplicação de questionários e as Oficinas de Diagnóstico.

Os principais Cenários observados na prestação de cada variável são: Cenário 1, quando o contexto social e econômico garantir o acesso a totalidade da população a serviço de qualidade em continuidade. Já o Cenário 2 indica um ambiente intermediário quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 1 e o Cenário 3 onde ocorrerá uma ligeira melhora em relação ao cenário atual, com a adoção de soluções dispersas, ou seja, não ocorreram modificações significativas em relação à situação atualmente existente.

Em todas essas atividades foi destacado que a projeção do plano em questão é para 20 (vinte) anos, cujos projetos, planos e programas devem ser idealizados para uma execução de curto, médio e longo prazo.

A Figura 2 ilustra as etapas necessárias para a elaboração do Prognóstico do PMSB de Tucano. Em seguida, é apresentado o cenário futuro escolhido como mais realista para balizar as metas e ações a serem executadas com o objetivo de universalizar os serviços de saneamento básico dentro do horizonte do plano.

Figura 2 - As etapas necessárias para a elaboração do Prognóstico



Fonte: PMSB (2022)

## 6.1 Construção dos cenários para abastecimento de água

### 6.1.1 Área urbana

Os Cenários construídos para o serviço de abastecimento de água potável nas áreas urbanizadas de Tucano permitiram avaliar as possibilidades de alternância das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento. De maneira resumida o Quadro 2 apresenta os cenários 1, 2 e 3 de acordo com os índices considerados.

Quadro 2 - Cenários de Abastecimento de Água – Áreas Urbanizadas

Variáveis	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Índice de Atendimento de Água pela Rede Geral (%)	Mantém	Mantém	Mantém
Índice de Atendimento por Solução Individual (%)	Diminui	Diminui	Aumenta
Índice de Tratamento de Água (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém

Índice de Perdas (%)	Diminui	Diminui	Aumenta
Consumo Per Capita (L/hab.dia)	Aumenta	Mantém	Mantém

De acordo com os dados da EMBASA (2021), a cobertura de abastecimento de água na Rede Urbana atende 99,5%, logo, é evidente que devido ao bom desempenho da concessionária a população do município de Tucano será garantida os 100% de sua totalidade numa projeção de 20 anos.

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere ao abastecimento de água nas áreas urbanizadas, pode-se considerar o Cenário 2 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido.

*Quadro 3 - Cenário 2 – Abastecimento de Água na Área Urbana*

Variáveis	CENÁRIO 2
Índice de Atendimento de Água por Rede Geral (%)	É aquele no qual serão realizadas ações para que o abastecimento de água potável atinja 100% da população urbana de maneira a universalizar este serviço.
Índice de Atendimento por Solução Individual (%)	Observa-se uma diminuição destes já que o município atualmente já é contemplado por rede de abastecimento de água em mais de 90% de seu território urbano.
Índice de Tratamento de Água (%)	Haverá um aumento do índice de tratamento de água seja pela ampliação do sistema da rede geral, seja pelo tratamento de água por soluções individuais.
Índice de Perdas (%)	Neste cenário, serão realizadas melhorias ao longo do sistema de abastecimento e a manutenção sempre que possível da rede, dessa forma, considerou-se a diminuição do índice de perdas atual.



Consumo Per Capita (L/hab.dia)	Para este cenário, considerando que o consumo per capita do município é abaixo com relação ao volume mínimo de água proposto pela OMS (2015), haverá uma manutenção do consumo per capita atual de forma, com possível crescimento de maneira sustentável.
--------------------------------	--

Fonte: PMSB (2022)

Analisando o quadro acima, é possível notar que esse cenário pode ser considerado razoável e ainda benéfico. Uma vez que busca uma melhoria em todos os índices no que diz respeito à universalização do atendimento, melhoria na qualidade da água. No presente Cenário deve-se observar e fiscalizar as melhorias que serão necessárias para os sistemas já existentes. O consumo per capita que se manterá respeitando a proposta da OMS e aplicando técnicas sustentáveis, com ações de educação ambiental empregadas no município, onde as mesmas podem ser revistas, lembrando que o plano precisará ser revisado a cada quatro anos. No intuito de averiguar o desenvolvimento do município concomitante as atividades realizadas para o saneamento básico.

### 6.1.2 Zona rural

O Quadro 4, apresenta os Cenários 1, 2 e 3, considerados de acordo com o Índice de Atendimento de Água por Rede Geral, Índice de Atendimento por Solução Individual, Índice de Tratamento de Água, Índice de Perdas, Consumo Per Capita e Índice de Atendimento por Soluções Alternativas.

Quadro 4 - Cenários do Abastecimento de Água – Zona Rural

Variáveis	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Índice de Atendimento de Água pela Rede Geral (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Atendimento por Solução Individual (%)	Diminui	Aumenta	Aumenta
Índice de Tratamento de Água (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Perdas (%)	Diminui	Diminui	Aumenta



Consumo Per Capita (L/hab.dia)	Aumenta	Aumenta	Aumenta
Índice de Atendimento por Soluções Alternativas (%)	Diminui	Diminui	Aumenta

Fonte: PMSB (2022)

Observa-se a predominância do uso de captação de água da chuva por cisterna ou implantação de poço coletivo. Nos períodos de escassez, para suprir a demanda de água da população rural, há a necessidade do abastecimento por carro pipa, visto que grande parte da população que utilizam dessas últimas soluções não tem o conhecimento de como se deve tratar a água e não há um acompanhamento técnico no município, consumindo-as muitas vezes fora do padrão de potabilidade, ficando assim a população mais vulnerável a adquirir doenças de veiculação hídrica.

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere ao abastecimento de água nas áreas rurais, pode-se considerar o Cenário 2 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido.

Esse cenário indica um ambiente intermediário quando o contexto social econômico não favorecer a implantação do Cenário 1.

Quadro 5 - Cenário 2 – Abastecimento de Água na Zona Rural

Variáveis	CENÁRIO 2
Índice de Atendimento de Água por Rede Geral (%)	É aquele no qual serão realizadas ações para que o abastecimento de água potável pela EMBASA/Outros Prestadores seja ampliado em algumas localidades rurais.
Índice de Atendimento por Solução Individual (%)	Observa-se um aumento destes nas localidades em que não for viável a Rede Geral, sendo necessários investimentos e melhorias nos mesmos.
Índice de Tratamento de Água (%)	Haverá um aumento do índice de tratamento da água seja pela ampliação do sistema da Rede Geral, seja pelo tratamento da água por soluções individuais.



Índice de Perdas (%)	Almejam-se melhorias ao longo do sistema de abastecimento, bem como manutenção constante das tubulações para que haja uma diminuição do índice de perdas de maneira efetiva.
Consumo Per Capita (L/hab.dia)	Para este cenário, considerando que o consumo per capita do município é razoável com relação ao volume mínimo de água proposto pela OMS (2015), haverá uma manutenção do consumo per capita atual e o uso do recurso de forma sustentável.
Índice de Atendimento por Soluções Alternativas (%)	Observa-se a diminuição destes nas localidades, pois quando não for viável a Rede Geral atender, poderá ser atendido por soluções individuais ou coletivas, aliando melhor custo benefício.

*Fonte: PMSB (2022)*

Analisando o quadro acima, é possível notar que esse cenário pode ser considerado razoável e ainda benéfico para Tucano, uma vez que, há uma melhoria em todos os índices no que diz respeito à universalização do atendimento, na qualidade da água. Distingue-se do Cenário 1 no que se refere ao índice de atendimento por solução individual que aumenta onde a rede geral não conseguir alcançar, porém com o cuidado de se observar as melhorias que serão necessárias para os mesmos e o consumo per capita que se manterá respeitando o limite proposto pela OMS de consumo, além da aplicação das ações voltadas para a educação ambiental, onde estas podem ser revistas, lembrando que o plano precisará ser reavaliado a cada quatro anos.

## **6.2 Construção dos cenários para esgotamento sanitário**

### **6.2.1 Zona urbana**

Os cenários apresentados de esgotamento sanitário para as áreas urbanizadas de Tucano permitem avaliar as possibilidades de mudança das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento.

De maneira resumida o Quadro 6 apresenta os Cenários 1, 2, e 3 considerados, de acordo com o Índice de Atendimento por Rede Coletora de Esgoto,



Índice de Atendimento por Soluções Individuais, Índice de Tratamento de Esgoto Coletado e Geração Per Capita.

*Quadro 6 - Cenário do Esgotamento Sanitário para Área Urbana*

Variáveis	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Índice de Atendimento por Rede Coletora (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Atendimento por Soluções Individuais (%)	Diminui	Diminui	Aumenta
Índice de Tratamento de Esgoto Coletado (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Geração Per Capita (l/hab.dia)	Diminui	Mantém	Aumenta

*Fonte: PMSB (2022)*

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere ao esgotamento sanitário nas áreas urbanizadas, pode-se considerar o Cenário 2 como o mais adequado para as áreas urbanizadas ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido. Vale ressaltar que esta escolha levou em consideração à opinião da população diretamente ligada a realidade do município.

*Quadro 7 - Esgotamento Sanitário na Área Urbana*

Variáveis	CENÁRIO 2
Índice de Atendimento por Rede Coletora (%)	É aquele no qual serão realizadas ações para que o esgotamento sanitário atinja o máximo possível da população urbana durante os 20 anos do horizonte de planejamento, com um sistema de esgotamento adequado, que vai desde a coleta por rede até uma estação de tratamento de esgoto.

Índice de Atendimento por Soluções Individuais (%)	Almeja-se que este índice diminua o máximo possível à medida que seja implantada a rede de esgoto no município. E quando aplicadas seja de acordo com preceitos técnicos e sanitários.
Índice de Tratamento de Esgoto Coletado (%)	Almeja-se que o máximo possível do esgoto coletado seja tratado à medida que seja implantada a rede e a estação de tratamento de esgoto e que nos locais que não tenham rede de esgoto sejam adotadas soluções individuais sanitariamente adequadas.
Geração Per Capita (L/hab.dia)	Considerando que as ações de educação ambiental e conscientização da população sejam pouco eficientes, haverá a manutenção do consumo per capita de água e conseqüentemente da geração per capita de esgoto.

Fonte: PMSB (2022)

### 6.2.2 Zona rural

Os cenários apresentados de esgotamento sanitário para a Zona Rural de Tucano permitem avaliar as possibilidades de mutação das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento.

De maneira resumida o Quadro 8 apresenta os cenários considerados, 1, 2 e 3 de acordo com o Índice de Atendimento por Sistemas Descentralizados, Índice de Atendimento por Soluções Individuais, Índice de Tratamento de Esgoto e Geração Per Capita.

Quadro 8 - Esgotamento Sanitário – Zona Rural

Variáveis	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Índice de atendimento por sistemas descentralizados (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Atendimento por Solução Individual (%)	Diminui	Aumenta	Aumenta
Índice de Tratamento de Esgoto Coletado (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Geração Per Capita (l/hab.dia)	Diminui	Mantém	Aumenta

Fonte: PMSB (2022)

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere ao esgotamento sanitário na Zona Rural, pode-se considerar o Cenário 2 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido.

O Cenário 2 indica um ambiente intermediário, quando o contexto social e econômico não favorecer a implantação do Cenário 1.

*Quadro 9 - Cenário 2 – Esgotamento Sanitário na Zona Rural*

<b>Variáveis</b>	<b>CENÁRIO 2</b>
Índice de Atendimento por Sistemas Descentralizados	Serão realizadas ações para implantação de sistemas descentralizados em áreas rurais densamente povoadas, desde que comprovada a viabilidade técnica e econômica, durante os 20 anos do horizonte de planejamento.
Índice de Atendimento por Soluções Individuais	Almeja-se que este índice aumente, em especial, nas áreas rurais com população mais dispersa e nas áreas rurais densamente povoadas que não possuem viabilidade para sistemas descentralizados, de forma sanitária adequada.
Índice de Tratamento de Esgoto Coletado	Almeja-se que boa parte do esgoto coletado pelos sistemas descentralizados sejam tratados, que sejam adotadas tecnologias individuais que não contaminem o solo e o lençol freático e que obtenham um bom tratamento do esgoto.
Geração Per Capita	Considerando que as ações de educação ambiental e conscientização da população sejam pouco eficientes, haverá a manutenção do consumo per capita de água e conseqüentemente da geração per capita de esgoto.

*Fonte: PMSB (2022)*

No Cenário 2 não se utilizou de numeração específica para as metas, pois para este cenário estima-se que os serviços cheguem ao máximo de residências e da população quanto for possível, observada sempre a realidade da região, além de que o município assim como outras bibliografias dispõem de pouca informação em relação ao esgotamento sanitário da zona rural.



## 6.3 Construção dos cenários para drenagem e manejo de águas pluviais

### 6.3.1 Zona urbana

Os cenários apresentados de drenagem e manejo de águas pluviais para as áreas urbanas de Tucano permitem avaliar as possibilidades de alternância das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento. De maneira resumida o Quadro 10 apresenta os Cenários 1, 2 e 3 de acordo com o Índice de Vias Urbanas Pavimentadas, Índice de Cobertura por Microdrenagem, Índice de Cobertura por Macrodrenagem, Índice de Áreas Verdes, Quantidade de Áreas de Risco e Índice de Aproveitamento de Águas Pluviais.

*Quadro 10 - Cenários de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais para Áreas Urbanas*

Variáveis	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Índice de Vias Urbanas Pavimentadas (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Cobertura por Microdrenagem (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Cobertura por Macrodrenagem (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Áreas Verdes (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Quantidade de Áreas de Risco	Diminui	Diminui	Mantém
Índice de Aproveitamento de Águas Pluviais	Aumenta	Aumenta	Mantém

*Fonte: PMSB (2022)*

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere a drenagem e manejo de águas pluviais na área urbana, pode-se considerar o Cenário 2 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o cenário escolhido.

*Quadro 11 - Cenário 2 – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais nas Áreas Urbanas*

Variáveis	CENÁRIO 2
Índice de Vias Urbanas Pavimentadas	Serão realizadas ações e investimentos para que a maior parte das vias urbanas sejam pavimentadas.

Índice de Cobertura por Microdrenagem	Observa-se um aumento deste índice em função da ampliação do sistema de drenagem no município.
Índice de Cobertura por Macrodrenagem	Observa-se uma construção e ampliação deste índice, potencializando, sempre que houver investimentos, os canais naturais e artificiais e áreas possíveis de utilização.
Índice de Áreas Verdes	Serão realizadas ações, sempre que possível, para ampliação das áreas verdes nas vias urbanas.
Quantidade de Áreas de Risco	Haverá uma diminuição remota das áreas de risco com a ampliação do sistema de drenagem (dispositivos de microdrenagem e macrodrenagem).
Índice de Aproveitamento de Águas Pluviais	Serão realizadas ações remotas para o aproveitamento das águas de chuva no município. Dessa forma, este índice aumenta.

*Fonte: PMSB (2022)*

No presente cenário verifica-se um crescimento benéfico nas obras voltadas para atender os sistemas de drenagem e manejo pluvial nas áreas urbanas, para atender um maior percentual da população. Haverá a aplicação mais efetiva do desenvolvimento urbano de forma planejada para garantir maior segurança e qualidade de vida aos munícipes.

### **6.3.2 Zona rural**

Os cenários apresentados de drenagem e manejo de águas pluviais para as Áreas Rurais de Tucano permitem avaliar as possibilidades de alternância das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento. De maneira resumida o Quadro 12 apresenta os Cenários 1, 2 e 3 de acordo com o Índice de Vias Rurais Pavimentadas, Índice de Cobertura por Microdrenagem, Índice de Cobertura por Macrodrenagem e Índice de Aproveitamento de Águas Pluviais.

*Quadro 12 - Cenários de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais para Áreas Rurais*

<b>Variáveis</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>
Índice de vias rurais pavimentadas (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Cobertura por	Aumenta	Aumenta	Mantém

Microdrenagem (%)			
Índice de Cobertura por Macrodrenagem (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Aproveitamento de águas pluviais(%)	Aumenta	Aumenta	Mantém

Fonte: PMSB (2022)

Dentre os cenários apresentados e analisando a tendência do município no que se refere a drenagem urbana e manejo de águas pluviais na Área Rural, pode-se considerar o Cenário 2 como o mais adequado para a realidade municipal ao longo do horizonte de planejamento, sendo, portanto, o Cenário escolhido.

Quadro 13 - Cenário 2 – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais para Zona Rural

Variáveis	CENÁRIO 2
Índice de Vias Rurais Pavimentadas	Serão realizadas ações e investimentos para que a maior parte das vias rurais densamente povoadas seja pavimentada.
Índice de Cobertura por Microdrenagem	Observa-se um aumento deste índice em função da ampliação do sistema de drenagem nas áreas rurais densamente povoadas.
Índice de Cobertura por Macrodrenagem	Observa-se uma implantação e possível aumento deste índice, potencializando, sempre que houver investimentos, os canais naturais e artificiais e áreas possíveis de utilização.
Índice de Aproveitamento de Águas Pluviais	Serão realizadas ações remotas para o aproveitamento das águas de chuva na área rural (consumo humano, consumo animal e irrigação). Dessa forma, este índice aumenta.

Fonte: PMSB (2022)

Observa-se que o cenário 2 possui uma projeção de benefícios favoráveis para área rural, visto que haverá investimentos em obras de pavimentação, pois constatou-se que zona rural o acesso se torna mais difícil, em especial nas épocas de chuvas, além disso, o incentivo e realização de projetos para construção de cisternas mitiga os efeitos da falta de água no município, promove a sustentabilidade e auxilia no manejo da agricultura e pecuária, base de subsistência de grande parte da população rural.

## 6.4 Construção dos cenários para limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos

### 6.4.1 Zona urbana

Os Cenários apresentados de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos para as Áreas Urbanizadas de Tucano permitem avaliar as possibilidades de variabilidade das variáveis para atender a demanda futura ao longo do horizonte de planejamento.

De maneira resumida, o Quadro 14 apresenta os Cenários 1, 2 e 3 de acordo com o Índice de Atendimento por Coleta Normal, Índice de Atendimento por Coleta Seletiva, Geração Per Capita, Índice de Recuperação de Materiais Recicláveis, Índice de Recuperação de Orgânicos, Índice de Resíduos Encaminhados para a Disposição Final, para a Zona Urbana.

*Quadro 14 - Cenários de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para Zona Urbana*

Variáveis	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Índice Atendimento por Coleta Normal (%)	Aumenta	Mantém	Mantém
Índice de Atendimento por Coleta Seletiva (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Geração Per Capita (kg/hab.dia)	Diminui	Diminui	Aumenta
Índice de Recuperação de Materiais Recicláveis (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Recuperação de Materiais Orgânicos (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Resíduos Encaminhados para a Disposição Final (%)	Diminui	Diminui	Aumenta

*Fonte: PMSB (2022)*

Dentre os cenários apresentados e observando a tendência do município no que se refere ao desenvolvimento da gestão dos resíduos sólidos nas áreas urbanizadas, pode-se considerar o Cenário 2 como o mais adequado para a

realidade de Tucano, ao longo do horizonte de planejamento, logo, é o Cenário escolhido. Vale salientar que é necessário a cada quatro anos, realizar um estudo da realidade alcançada no município em caráter de saneamento, para assim elucidar ainda possíveis dificuldades que possam existir nos métodos aplicados para gerir os resíduos.

*Quadro 15 - Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para Zona Urbana*

<b>Variáveis</b>	<b>CENÁRIO 2</b>
Índice de Atendimento por Coleta Normal	É aquele no qual serão realizadas ações para que a coleta dos resíduos sólidos atinja 100% da população urbana.
Índice de Atendimento por Coleta Seletiva	Serão realizadas ações para que a coleta seletiva seja implementada e atinja 80% da população urbana durante os 20 anos do horizonte de planejamento.
Geração per capita	Haverá ações de educação ambiental e conscientização da população sempre que possível, acarretando com a diminuição da geração per capita de resíduos sólidos.
Índice de Recuperação de Materiais Recicláveis	Serão realizados ações e investimentos sempre que possível para que a triagem e reciclagem dos resíduos sólidos no município cheguem a 75%.
Índice de Recuperação de Orgânicos	Serão realizados ações e investimentos sempre que possível para que a compostagem dos resíduos sólidos no município chegue a 50%.
Índice de Resíduos Encaminhados para a Disposição Final	Serão realizadas ações para o aproveitamento dos resíduos sólidos de maneira a diminuir, sempre que possível este índice.

*Fonte: PMSB (2022)*

O Cenário 2, acima exposto, pode ser considerado positivo, pois se inicia a implantação do processo de gerenciamento adequado, segundo os preceitos da Lei nº12.305/2010, Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Logo, no presente cenário haverá a execução de obras voltadas para construção de centrais de reciclagem e compostagem, o que assegurará aos catadores condições com melhor qualidade, segurança de trabalho e inclusão social. Ressaltando os resíduos oriundos da compostagem, estes, podem ser utilizados na agricultura familiar do próprio município, em especial para o benefício dos pequenos produtores rurais, assim

como na recuperação de áreas naturais visivelmente degradadas, já que a matéria orgânica é um excelente fertilizante natural do solo.

O incentivo de programas de educação ambiental em todas as vertentes de Tucano (educação, saúde, economia e política) aumentará a consciência sustentável da população e sua participação nos processos de gestão dos resíduos. Por fim, com a implantação de aterros sanitários compartilhados entre os municípios, visto hoje como solução mais viável para a disposição final dos materiais não passíveis de nova utilização, os rejeitos, diminuirão substancialmente os impactos ambientais provenientes de vazadouros a céu aberto como o ainda o existente e em atividade no município de Tucano, o qual deverá passar por um processo de remediação da área após seu encerramento proposto no Plano Municipal de Saneamento Básico.

#### **6.4.2 Zona rural**

Os Cenários apresentados de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos para a Zona Rural de Tucano permitem avaliar as possibilidades de variabilidade das variáveis para atender as demandas ao longo do horizonte de planejamento.

De maneira resumida o Quadro 16 apresenta os Cenários 1, 2 e 3 de acordo com o Índice de Atendimento por Coleta Normal, Índice de Atendimento por Coleta Seletiva, Geração Per Capita, Índice de Recuperação de Materiais Recicláveis, Índice de Recuperação de Orgânicos, Índice de Resíduos Encaminhados para a Disposição Final.

*Quadro 16 - Cenários de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para Zona Rural*

<b>Variáveis</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>
Índice Atendimento por Coleta Normal (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Atendimento por Coleta Seletiva (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Geração Per Capita (kg/hab.dia)	Diminui	Diminui	Aumenta
Índice de Recuperação de Materiais Recicláveis (%)	Aumenta	Aumenta	Mantém
Índice de Recuperação de Materiais	Aumenta	Aumenta	Mantém



Orgânicos (%)			
Índice de Resíduos Encaminhados para a Disposição Final (%)	Diminui	Diminui	Aumenta

Fonte: PMSB (2022)

Para a Zona Rural, o Cenário 2 é o mais conveniente para atender um horizonte de 20 anos, uma vez que neste Cenário já promove a melhoria no gerenciamento dos resíduos sólidos para as áreas rurais, as quais são precariamente atendidas.

Vale ressaltar também que a cada quatro anos é preciso averiguar todas as atividades aplicadas para gerir melhor os resíduos, assim sanando possíveis deficiências que ainda continuem a ocorrer.

Quadro 17 - Cenário 2 – Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para a Zona Rural

Variáveis	CENÁRIO 2
Índice de Atendimento por Coleta Normal	É aquele no qual serão realizadas ações para que a coleta dos resíduos sólidos atinja o máximo da população rural.
Índice de Atendimento por Coleta Seletiva	Serão realizadas ações para que a coleta seletiva seja implementada e atinja o máximo da população rural durante os 20 anos do horizonte de planejamento.
Geração per capita	Haverá ações de educação ambiental e conscientização da população sempre que possível, acarretando com a diminuição da geração per capita de resíduos sólidos.
Índice de Recuperação de Materiais Recicláveis	Serão realizadas ações e investimentos sempre que possível para que a triagem e reciclagem dos resíduos sólidos no município aumentem.
Índice de Recuperação de Orgânicos	Serão realizadas ações e investimentos sempre que possível para que a compostagem dos resíduos sólidos no município aumente.
Índice de Resíduos Encaminhados para a Disposição Final	Serão realizadas ações para o aproveitamento dos resíduos sólidos de maneira a diminuir, sempre que possível este índice.

Fonte: PMSB (2022)



O Cenário 2 acima explicitado pode ser considerado positivo para a zona rural, uma vez que as melhorias aplicadas no sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos aplicados na zona urbana se estenderão para a zona rural.



## 7. PROGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO

### 7.1 Abastecimento de água

#### 7.1.1 Projeção da demanda anual de água para Tucano ao longo de 20 anos

O cálculo da demanda anual de água de Tucano para o horizonte de planejamento, de 20 anos, levou em consideração a população total, urbana e rural projetada, bem como, o consumo *per capita* e os coeficientes de dia de maior consumo (K1) e de hora de maior consumo (K2).

De acordo com o Diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico – Produto C, o consumo médio *per capita* segundo a Embasa é de aproximadamente 120,0 L/hab.dia. Este valor *per capita* está acima do valor determinado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que determina o valor de 110,0 L/hab.dia como valor que satisfaça as condições básicas de um habitante. Se mantermos o consumo atual, que satisfaz as necessidades por habitante, encontramos na Tabela 3 o cálculo da demanda anual de água para a população total, urbana e rural para o horizonte de planejamento. A partir dessa projeção pode-se perceber que no ano de 2042 haverá aproximadamente uma demanda média de água de 14,5L/s, máxima diária de 17,4L/s e máxima horária de 26,0L/s em todo o município.

Tabela 3 - Demanda de projeção de vazão anual de água

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)	População Rural (hab)	Total			Urbano			Rural		
				Demanda média (L/s)	Demanda máxima diária (L/s)	Demanda máxima horária (L/s)	Demanda média (L/s)	Demanda máxima diária (L/s)	Demanda máxima horária (L/s)	Demanda média (L/s)	Demanda máxima diária (L/s)	Demanda máxima horária (L/s)
2021	10973	4754	6220	17,3	20,7	31,1	7,5	9,0	13,5	9,8	11,8	17,6
2022	10816	4812	6004	17,0	20,5	30,7	7,6	9,1	13,6	9,5	11,4	17,0
2023	10667	4872	5796	16,8	20,2	30,3	7,7	9,2	13,8	9,1	11,0	16,4
2024	10526	4932	5595	16,6	19,9	29,9	7,8	9,3	14,0	8,8	10,6	15,9
2025	10393	4992	5401	16,4	19,7	29,5	7,9	9,4	14,2	8,5	10,2	15,3
2026	10268	5054	5214	16,2	19,4	29,1	8,0	9,6	14,3	8,2	9,9	14,8
2027	10150	5116	5033	16,0	19,2	28,8	8,1	9,7	14,5	7,9	9,5	14,3
2028	10038	5179	4859	15,8	19,0	28,5	8,2	9,8	14,7	7,7	9,2	13,8
2029	9934	5243	4691	15,7	18,8	28,2	8,3	9,9	14,9	7,4	8,9	13,3
2030	9836	5307	4529	15,5	18,6	27,9	8,4	10,0	15,1	7,1	8,6	12,8
2031	9745	5372	4373	15,4	18,4	27,6	8,5	10,2	15,2	6,9	8,3	12,4
2032	9660	5438	4222	15,2	18,3	27,4	8,6	10,3	15,4	6,7	8,0	12,0
2033	9581	5505	4076	15,1	18,1	27,2	8,7	10,4	15,6	6,4	7,7	11,6
2034	9508	5573	3935	15,0	18,0	27,0	8,8	10,5	15,8	6,2	7,4	11,2
2035	9441	5641	3800	14,9	17,9	26,8	8,9	10,7	16,0	6,0	7,2	10,8
2036	9379	5710	3669	14,8	17,7	26,6	9,0	10,8	16,2	5,8	6,9	10,4
2037	9323	5780	3542	14,7	17,6	26,4	9,1	10,9	16,4	5,6	6,7	10,0
2038	9271	5851	3420	14,6	17,5	26,3	9,2	11,1	16,6	5,4	6,5	9,7
2039	9225	5923	3303	14,5	17,4	26,2	9,3	11,2	16,8	5,2	6,2	9,4
2040	9184	5995	3189	14,5	17,4	26,0	9,4	11,3	17,0	5,0	6,0	9,0

Fonte: PMSB (2022)

### 7.1.2 Objetivos, metas e prioridades

Ao analisar a situação atual do abastecimento de água no município de Tucano e vislumbrando alcançar o cenário escolhido foi construído o Quadro 18. Para a sua construção levou-se em consideração a situação atual e a futura desejada, com objetivo, metas e prioridades para o cumprimento das melhorias ou ações necessárias e possíveis.

As metas consideraram horizontes temporais distintos, são eles: imediatas ou emergenciais (até 3 anos); curto prazo (entre 4 a 8 anos); médio prazo (entre 9 a 12 anos); e longo prazo (entre 13 a 20 anos). As prioridades dos objetivos para o cenário futuro desejado foram divididas em três: alta, média e baixa.

*Quadro 18 - Cenários, objetivo, metas e prioridades para o abastecimento de água*

CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO		
	Objetivos	Metas	Prioridade
<b>Infraestrutura do abastecimento de água (Rede)</b>			
Desmatamento das matas ciliares dos rios e riachos	Programas de recuperação de áreas degradadas e reflorestamento	Curto Prazo	Alta
Índice de perdas na rede de distribuição de 39%	Manutenção constante e monitoramento da rede de distribuição para diminuir o índice de perdas	Imediato/ Emergencial	Alta
Parâmetros de Qualidade fora do Padrão	Controle da qualidade da água e disponibilizar os resultados ao público	Curto Prazo	Alta
Desgaste na rede de distribuição da água	Realizar manutenção e melhorias na rede	Curto Prazo	Alta

<b>Situação do abastecimento de água na Sede Municipal</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Metas</b>	<b>Prioridade</b>
Falta de regularidade no abastecimento de água em algumas ruas	Realização de melhorias no sistema de abastecimento de maneira a atender a regularidade no abastecimento de água	Imediatas ou Emergenciais	Alta
<b>Situação do abastecimento de água na Zona Rural</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Metas</b>	<b>Prioridade</b>
Rebaixamento do nível do lençol freático e diminuição da vazão dos poços coletivos	Ações de reflorestamento, recuperação de áreas de preservação permanente para aumentar o coeficiente de infiltração	Curto Prazo	Alta
Falta de abastecimento de água pela EMBASA em algumas localidades	Ampliação do abastecimento de água pela Embasa para todas as localidades em que houver viabilidade	Curto Prazo	Alta
Falta de análises de qualidade da água dos poços coletivos e seu funcionamento (muitos poços desativados)	Realização do monitoramento da qualidade da água dos poços, assim como a fiscalização dos poços desativados para propor soluções viáveis quanto ao seu funcionamento	Imediatas ou Emergenciais	Alta
Abastecimento de água por poço, nascente, carro pipa sem tratamento prévio	Ampliação do tratamento da água nos sistemas coletivos e individuais	Curto Prazo	Alta
Água salobra em poços coletivos	Programas que contemplem instalação de dessalinizadores	Curto Prazo	Média
Abastecimento com frequência irregular nas comunidades abastecidas	Melhoria na qualidade dos serviços de abastecimento de água	Curto Prazo	Alta

Fonte: PMSB (2022)



### **7.1.3 Alternativas técnicas da demanda calculada**

Existem inúmeras técnicas que objetivam a oferta de água a população. A escolha dessas alternativas vai depender da existência de mananciais superficiais e subterrâneos na região, das características climáticas existentes, bem como da qualidade da água exigida para determinado uso. Dentre as formas de oferta de água existem os sistemas convencionais, os sistemas simplificados.

A instalação de um sistema convencional de abastecimento de água carece de aprofundados estudos e mão de obra especializada, iniciando com a definição da população a ser abastecida, da taxa de crescimento da cidade e demandas industriais existentes. Sistemas convencionais de abastecimento de água são constituídos das seguintes unidades: captação, adução, estação de tratamento, reservação, redes de distribuição e ligações domiciliares (COPASA, 2017).

Os sistemas simplificados de abastecimento de água surgem como uma alternativa para oferta de água quando não houver viabilidade técnica/econômica para instalação de sistemas convencionais.

Nos subitens abaixo são apresentadas algumas das soluções existentes para atendimento a demanda em água com quantidade e qualidade adequada, assim como através de métodos sustentáveis.

#### **7.1.4 Sistema simplificado de abastecimento de água – poço**

O aumento do desmatamento no município, juntamente com a ampliação das áreas de pastagens e as lavouras acabaram por diminuir o coeficiente de infiltração da água no solo. Dessa forma, são necessárias ações de reflorestamento, recuperação de Áreas de Preservação Permanente – APP, principalmente de nascentes, as quais são consideradas como uma das zonas de recarga dos aquíferos pode-se incluir o Cadastro Ambiental Rural – CAR, como parte destas ações.

Estas ações irão auxiliar na recarga dos aquíferos e permitirão que outros sistemas alternativos sejam implantados sem impactar tanto na vazão de outros poços, o que poderá acontecer caso continue o processo de desmatamento e caso outros sistemas se instalem aleatoriamente.

Outra dificuldade é que em parte do município a água encontrada tem muitos sais, com características salobras, que dificulta o abastecimento por poços nestes locais.

### **7.1.5 Fontes alternativas de abastecimento coletivo**

As demais formas de abastecimento coletivo utilizadas no município de Tucano são: captação de nascentes/fontes, barreiros e açudes, as quais a população faz múltiplos usos sem nenhum critério de higiene e cuidado para evitar a contaminação/poluição, logo, se utiliza a água, desde a captação para o consumo, recreação, pesca, lavagem de roupas, lavagem de automóveis, uso pelos animais que estão na circunvizinhança entre outras. Além disso, devido à falta de sistema de esgotamento, parte do esgoto escoava para essas aguadas.

Essas estruturas não possuem nenhum mecanismo para assegurar a qualidade das águas. Estão localizadas em ambiente aberto, de livre acesso a todos. Logo deve-se levar em consideração critérios técnicos e operacionais, ou seja, realizar testes de qualidade da água como monitoramento, construir sistema de esgotamento para atender a população nas áreas próximas dos corpos hídricos e adotar práticas educacionais para a população, a fim de assegurar a saúde dos habitantes do município e a preservação ambiental.

### **7.1.6 Soluções individuais**

A solução individual que pode ser mais utilizada em Tucano é o uso da água de chuva, com a utilização de cisternas e barreiros para armazenar esses recursos hídricos.

No cenário escolhido para o abastecimento de água no município ainda será necessário o uso de soluções individuais, tendo em vista que a ampliação da rede da Embasa não seja viável em algumas localidades. Portanto, faz-se necessário o investimento nessas tecnologias principalmente em locais que não possuem outras formas para o abastecimento de água.

Uma das alternativas cabíveis para o município seria a construção de cisternas para a captação de água de chuva, por se tratar de uma opção que contribui para um maior aproveitamento das águas e maior redução na utilização de

energia. Entretanto, devem ser levados em consideração critérios construtivos e procedimentos operacionais, como a forma de tratamento da água captada. Este último processo se faz necessário que capacite a população contemplada.

O aproveitamento da água de chuva deve ser incentivado para a população urbana e rural, em usos tais como irrigação de plantas, abastecimento humano e animal, entre outros, contribuindo para uma diminuição do valor pago pelo consumo de água.

Vale ressaltar novamente que a utilização de poços individuais e nascentes pode ser uma solução adotada em casos específicos desde que sejam levados em consideração critérios técnicos e operacionais para não comprometer a saúde da população. Além de considerar as condições de perfuração dos poços no local, visto que a vazão da água subterrânea é pequena.

Conclui-se que, devem existir ações para o monitoramento constante, por parte do Poder Público, da qualidade da água das soluções individuais, orientando a população como deve ser feito o tratamento/desinfecção da mesma.

Dentre algumas soluções individuais e de caráter sustentável de atendimento à demanda por água, pode-se citar:

- Cisternas e barreiros;
- Uso ambientalmente responsável de nascentes;
- Reuso de esgoto;
- Reuso de Águas Cinzas.



## 7.2 Esgotamento sanitário

### 7.2.1 Projeção da vazão anual de esgoto ao longo dos 20 anos para toda a área de planejamento

O cálculo da projeção da vazão anual de esgoto para Tucano para o horizonte de planejamento levou em consideração a população total, urbana e rural projetada, bem como, o consumo per capita de água, os coeficientes de dia de maior consumo (K1) e de hora de maior consumo (K2) e o coeficiente de retorno (q).

De acordo com o Diagnóstico Técnico-Participativo, o consumo médio *per capita*, segundo dados da Embasa é de aproximadamente 120,0 L/hab.dia. Os valores adotados para o coeficiente do dia de maior consumo (K1) e o coeficiente de hora de maior consumo (K2) foram 1,2 e 1,5 respectivamente.

A projeção da vazão de esgoto levou em consideração também o coeficiente de retorno (R), o qual se trata de uma porcentagem do consumo da água que se tornará efluente, para a região Nordeste considera-se 80% (NBR 9649/1986), logo adotou-se o valor de R igual a 0,8. O cálculo para a vazão média de esgotos é dado pela seguinte equação.

$$Q_{méd.} = \frac{pop * qpc * R}{86400}$$

Onde;

Qdméd = Vazão doméstica média de esgoto (L/s)

Qpc = quota per capita ou consumo per capita de água (L/hab.dia)

R = Coeficiente de retorno (vazão de esgoto/ vazão de água)

A Tabela 4 apresenta a projeção da vazão anual de esgoto para a população total, urbana e rural durante o horizonte de planejamento.



*Tabela 4 - Projeção da vazão anual de esgoto para Tucano durante 20 anos*

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)	População Rural (hab)	Total			Urbano			Rural		
				Vazão média (L/s)	Vazão máxima (L/s)	Vazão mínima (L/s)	Vazão média (L/s)	Vazão máxima (L/s)	Vazão mínima (L/s)	Vazão média (L/s)	Vazão máxima (L/s)	Vazão mínima (L/s)
2021	10973	4754	6220	13,8	24,9	6,9	6,0	10,8	3,0	7,8	14,1	3,9
2022	10816	4812	6004	13,6	24,5	6,8	6,1	10,9	3,0	7,6	13,6	3,8
2023	10667	4872	5796	13,4	24,2	6,7	6,1	11,1	3,1	7,3	13,2	3,7
2024	10526	4932	5595	13,3	23,9	6,6	6,2	11,2	3,1	7,1	12,7	3,5
2025	10393	4992	5401	13,1	23,6	6,6	6,3	11,3	3,1	6,8	12,3	3,4
2026	10268	5054	5214	12,9	23,3	6,5	6,4	11,5	3,2	6,6	11,8	3,3
2027	10150	5116	5033	12,8	23,0	6,4	6,4	11,6	3,2	6,3	11,4	3,2
2028	10038	5179	4859	12,7	22,8	6,3	6,5	11,8	3,3	6,1	11,0	3,1
2029	9934	5243	4691	12,5	22,5	6,3	6,6	11,9	3,3	5,9	10,6	3,0
2030	9836	5307	4529	12,4	22,3	6,2	6,7	12,0	3,3	5,7	10,3	2,9
2031	9745	5372	4373	12,3	22,1	6,1	6,8	12,2	3,4	5,5	9,9	2,8
2032	9660	5438	4222	12,2	21,9	6,1	6,9	12,3	3,4	5,3	9,6	2,7
2033	9581	5505	4076	12,1	21,7	6,0	6,9	12,5	3,5	5,1	9,2	2,6
2034	9508	5573	3935	12,0	21,6	6,0	7,0	12,6	3,5	5,0	8,9	2,5
2035	9441	5641	3800	11,9	21,4	6,0	7,1	12,8	3,6	4,8	8,6	2,4
2036	9379	5710	3669	11,8	21,3	5,9	7,2	13,0	3,6	4,6	8,3	2,3
2037	9323	5780	3542	11,8	21,2	5,9	7,3	13,1	3,6	4,5	8,0	2,2
2038	9271	5851	3420	11,7	21,0	5,8	7,4	13,3	3,7	4,3	7,8	2,2
2039	9225	5923	3303	11,6	20,9	5,8	7,5	13,4	3,7	4,2	7,5	2,1
2040	9184	5995	3189	11,6	20,8	5,8	7,6	13,6	3,8	4,0	7,2	2,0

### **7.2.2 Previsão de carga e concentração de dbó e coliformes termotolerantes ao longo dos 20 anos**

Os esgotos sanitários são constituídos, em sua grande maioria, de despejos domésticos, e de uma pequena parcela composta de águas pluviais e águas de infiltração. Assim, pode-se dizer que os esgotos domésticos ou domiciliares têm sua gênese principal nas residências, edifícios comerciais, instituições ou qualquer edificação que contenham instalações de banheiros, lavanderias, cozinhas, ou todo dispositivo de utilização da água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem (JORDÃO E PESSOA, 2014).

A disposição inadequada dos efluentes domésticos causa impactos negativos, sobretudo nas águas superficiais, pois estas recebem grande quantidade de matéria orgânica, acarretando, conseqüentemente, no aumento do consumo de oxigênio dissolvido presente nos corpos hídricos o que pode levar a eutrofização no meio aquático. Em um corpo hídrico poluído ocorre o processo natural de recuperação – autodepuração – que se dá pela junção de vários processos de natureza física

(diluição, sedimentação), química (oxidação) e biológica (decomposição) - que é o principal responsável pelo equilíbrio do meio aquático (BRAGA *et. al.*, 2010).

Dessa forma, percebe-se a necessidade de domínio das características quantitativas e qualitativas dos esgotos domésticos - que variam de acordo com a região, disponibilidade de águas, condições sociais e econômicas, atividades e hábitos - no intuito de selecionar as tecnologias mais apropriadas para o seu tratamento.

Assim, dentre estas características física, química e biológica, os principais poluentes de interesse nos esgotos domésticos que podemos destacar é a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), e bactérias do grupo coliformes. A primeira mensura a quantidade de oxigênio requerida por microrganismos aeróbios para a oxidação de compostos orgânicos presentes na fase líquida, isto é, trata-se de uma medida indireta da quantidade de matéria orgânica presente no esgoto. A segunda representa o indicador de contaminação fecal mais frequentemente empregado na avaliação da qualidade da água.

A ABNT recomenda adotar cargas unitárias de DBO na faixa de 45 a 60g.DBO/hab.d, e segundo Jordão e Pessoa (2014), no Brasil, tem-se adotado o valor de 54g.DBO/hab.d. Assim, a carga unitária de DBO é estimada pelo produto entre a população (habitantes - hab.) pela carga *per capita* de DBO adotada (54g.DBO/hab.d). Já a concentração de DBO é obtida por meio do quociente da carga orgânica de DBO pela vazão de esgoto.

Por outro lado, para a estimativa da quantidade de coliformes termotolerantes, eliminados diariamente, utilizou-se o *per capita* de 109 org./hab.dia, pois de acordo com Jordão e Pessoa (2014), o esgoto bruto contém cerca de 108 a 1011 org./hab.dia. Assim, a estimativa da concentração de coliformes foi obtida por meio da razão entre a quantidade de coliformes termotolerantes eliminados diariamente e a vazão de esgotos.

Além desses valores referendados pela literatura especializada, as legislações vigentes - especificamente as Resoluções CONAMA 430/2011 e CONAMA 357/2005 (considerando corpos receptores enquadrados como Classe 2) - estabelecem as condições e padrões de lançamento de efluentes, que para a DBO5

e coliformes termotolerantes sejam respectivamente 120mg/L e 1x10<sup>3</sup> NMP/100ml. Salienta-se que, segundo a Resolução CONAMA 430/2011, o valor máximo determinado para a DBO5 somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente, proveniente de sistema de tratamento, com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

No intuito de atender ao estabelecido pelas legislações, os sistemas de tratamento de esgoto deverão possuir, no mínimo, uma eficiência de remoção de 83,3% de DBO, e de 99,9% para remoção de coliformes termotolerantes na Zona Urbana, conforme pode ser visto na Tabela 5.

Para a Zona Rural do município de Tucano a eficiência de remoção de 79,2% de DBO e de 99,9% para remoção de coliformes termotolerantes, como pode ser visto na Tabela 6.



*Tabela 5 - Carga orgânica, concentração de DBO e coliformes termotolerantes para a Sede Municipal*

Ano	População Urbana (hab)	Vazão Média de esgoto (m³/dia)	Carga Orgânica (Kg.DBO/dia)	Sem Tratamento			Com Tratamento		
				Conc. de DBO (mg.DBO/L)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	Conc. de Coliformes Termotolerantes (org/100 mL)	Conc. de DBO (mg DBO/L)	Coliformes Termotolerantes (org/dia)	Conc.o de Coliformes Termotolerantes (org/100 mL)
2019	4754	517,71	256,69	495,81	4,8E+12	9,2E+05	120	5,2E+09	1,0E+03
2020	4812	524,10	259,86	495,81	4,8E+12	9,2E+05	120	5,2E+09	1,0E+03
2021	4872	530,57	263,06	495,81	4,9E+12	9,2E+05	120	5,3E+09	1,0E+03
2022	4932	537,11	266,31	495,81	4,9E+12	9,2E+05	120	5,4E+09	1,0E+03
2023	4992	543,73	269,59	495,81	5,0E+12	9,2E+05	120	5,4E+09	1,0E+03
2024	5054	550,43	272,91	495,81	5,1E+12	9,2E+05	120	5,5E+09	1,0E+03
2025	5116	557,21	276,27	495,81	5,1E+12	9,2E+05	120	5,6E+09	1,0E+03
2026	5179	564,07	279,67	495,81	5,2E+12	9,2E+05	120	5,6E+09	1,0E+03
2027	5243	571,01	283,11	495,81	5,2E+12	9,2E+05	120	5,7E+09	1,0E+03
2028	5307	578,03	286,59	495,81	5,3E+12	9,2E+05	120	5,8E+09	1,0E+03
2029	5372	585,13	290,11	495,81	5,4E+12	9,2E+05	120	5,9E+09	1,0E+03
2030	5438	592,32	293,68	495,81	5,4E+12	9,2E+05	120	5,9E+09	1,0E+03
2031	5505	599,59	297,28	495,81	5,5E+12	9,2E+05	120	6,0E+09	1,0E+03
2032	5573	606,94	300,93	495,81	5,6E+12	9,2E+05	120	6,1E+09	1,0E+03
2033	5641	614,39	304,62	495,81	5,6E+12	9,2E+05	120	6,1E+09	1,0E+03
2034	5710	621,92	308,36	495,81	5,7E+12	9,2E+05	120	6,2E+09	1,0E+03
2035	5780	629,54	312,13	495,81	5,8E+12	9,2E+05	120	6,3E+09	1,0E+03
2036	5851	637,25	315,96	495,81	5,9E+12	9,2E+05	120	6,4E+09	1,0E+03
2037	5923	645,05	319,82	495,81	5,9E+12	9,2E+05	120	6,5E+09	1,0E+03
2038	5995	652,94	323,74	495,81	6,0E+12	9,2E+05	120	6,5E+09	1,0E+03

*Tabela 6 - Carga orgânica, concentração de DBO e coliformes termotolerantes para a Zona Rural*

Ano	População Rural (hab)	Vazão Média de esgotos (m³/dia)	Carga Orgânica (Kg.DBO/dia)	Sem Tratamento			Com Tratamento		
				Concentração de DBO (mg.DBO/L)	Coliformes fecais (org/dia)	Concentração de Coliformes fecais (org/100 mL)	Concentração de DBO (mg DBO/L)	Coliformes fecais (org/dia)	Concentração de Coliformes fecais (org/100 mL)
2021	6220	846,8	335,9	396,7	6,2E+12	7,3E+05	120	8,5E+09	1,0E+03
2022	6004	817,4	324,2	396,7	6,0E+12	7,3E+05	120	8,2E+09	1,0E+03
2023	5796	789,0	313,0	396,7	5,8E+12	7,3E+05	120	7,9E+09	1,0E+03
2024	5595	761,7	302,1	396,7	5,6E+12	7,3E+05	120	7,6E+09	1,0E+03
2025	5401	735,3	291,7	396,7	5,4E+12	7,3E+05	120	7,4E+09	1,0E+03
2026	5214	709,8	281,5	396,7	5,2E+12	7,3E+05	120	7,1E+09	1,0E+03
2027	5033	685,2	271,8	396,7	5,0E+12	7,3E+05	120	6,9E+09	1,0E+03
2028	4859	661,5	262,4	396,7	4,9E+12	7,3E+05	120	6,6E+09	1,0E+03
2029	4691	638,7	253,3	396,7	4,7E+12	7,3E+05	120	6,4E+09	1,0E+03
2030	4529	616,6	244,6	396,7	4,5E+12	7,3E+05	120	6,2E+09	1,0E+03
2031	4373	595,3	236,1	396,7	4,4E+12	7,3E+05	120	6,0E+09	1,0E+03
2032	4222	574,7	228,0	396,7	4,2E+12	7,3E+05	120	5,7E+09	1,0E+03
2033	4076	554,9	220,1	396,7	4,1E+12	7,3E+05	120	5,5E+09	1,0E+03
2034	3935	535,8	212,5	396,7	3,9E+12	7,3E+05	120	5,4E+09	1,0E+03
2035	3800	517,3	205,2	396,7	3,8E+12	7,3E+05	120	5,2E+09	1,0E+03
2036	3669	499,4	198,1	396,7	3,7E+12	7,3E+05	120	5,0E+09	1,0E+03
2037	3542	482,2	191,3	396,7	3,5E+12	7,3E+05	120	4,8E+09	1,0E+03
2038	3420	465,6	184,7	396,7	3,4E+12	7,3E+05	120	4,7E+09	1,0E+03
2039	3303	449,6	178,3	396,7	3,3E+12	7,3E+05	120	4,5E+09	1,0E+03
2040	3189	434,1	172,2	396,7	3,2E+12	7,3E+05	120	4,3E+09	1,0E+03



### 7.2.3 Objetivos, metas e prioridades

Ao analisar a situação atual do esgotamento sanitário no município de Tucano e vislumbrando alcançar o cenário escolhido foi construído o Quadro 19. Para a sua construção levou-se em consideração a situação atual e a futura desejada, com objetivos, metas e prioridades para o cumprimento das melhorias ou ações necessárias e possíveis.

As metas consideraram horizontes temporais distintos: imediatas ou emergenciais (até 3 anos); curto prazo (entre 4 a 8 anos); médio prazo (entre 9 a 12 anos); e longo prazo (entre 13 a 20 anos). As prioridades dos objetivos para o cenário futuro desejado foram divididas em três: alta, média e baixa.

*Quadro 19 - Cenários, objetivo, metas e prioridades para o esgotamento sanitário*

CENÁRIO ATUAL		CENÁRIO FUTURO	
Situação do esgotamento sanitário na Sede Municipal	Objetivos	Metas	Prioridade
Esgotos primários e secundários destinados em fossas rudimentares, sistema de drenagem e/ou a céu aberto.	Construção de rede de esgoto, estação elevatória e estação de tratamento de esgoto	Curto Prazo	Alta
Fossas rudimentares localizadas em vias públicas (passeios, calçadas e ruas).			
Manutenção do sistema DAFA existente no município	Garantir o tratamento dos efluentes que seguem para o DAFA	Emergencial	Alta



Situação do esgotamento sanitário na Zona Rural	Objetivos	Metas	Prioridade
Esgotos primários e secundários destinados em fossas rudimentares e/ou a céu aberto	Construção de sistemas descentralizados para coleta e tratamento do esgoto em zonas rurais densamente povoadas, que houver viabilidade	Curto Prazo	Alta
Fossas rudimentares (sistema de esgotamento inadequado) localizadas em vias públicas (ruas e quintais).	Construção de soluções individuais sanitariamente adequadas de esgoto para as áreas rurais dispersas	Emergencial	Alta
Existência de residências sem banheiro	Construção de banheiros	Imediatas ou Emergenciais	Alta

Fonte: PMSB (2022)

#### **7.2.4 Alternativas técnicas para o tratamento de esgotos sanitários**

A necessidade de análise de alternativas para a escolha de técnicas para o tratamento de efluentes se deve ao grande número de tecnologias e sistemas disponíveis, que trazem diversas variantes e complexidade de escolha. Entre as principais variantes, podemos citar: eficiência na remoção de DBO, nutrientes e micro-organismos; requisitos de área; custos de implantação, operação e energéticos; impactos ambientais e sustentabilidade; simplicidade operacional e disposição do lodo. Além disso, existem diversas outras variantes relacionadas à vazão, características do efluente (presença de indústrias, fábricas e outras contribuições), características do sistema de tratamento (centralizado ou

descentralizado), localização da comunidade (zona rural ou zona urbana) bem como característica e dinâmica econômico-social da região (VON SPERLING, 1996).

Os sistemas de esgotamento sanitário coletivos são compostos por redes coletoras do tipo separador absoluto, onde as águas residuárias (domésticas e industriais) e as águas de infiltração funcionam em sistema totalmente independente do sistema de drenagem das águas pluviais. Além disso, compõe os sistemas de esgotamento sanitário as estações elevatórias e estações de tratamento de efluentes. Essa solução está consolidada para os grandes centros urbanos do país, e é amplamente empregada. No entanto, devido à complexidade operacional e aos custos envolvidos elevados quando comparado à capacidade de investimento do município, soluções tecnológicas eficientes e menos onerosas também estão sendo implantadas e discutidas com frequência cada vez maior.

Em paralelo as novas tecnologias de tratamento de sistemas coletivos, existem os sistemas individuais de tratamento, que caracterizados pela localização próxima do ponto de geração e pela simplicidade operacional e diminuto investimento. A solução tem larga aplicabilidade na zona rural pouco adensada e afastada de grandes centros populacionais.

Com relação ao processo biológico de tratamento de esgotos pode ocorrer pela via aeróbia e pela via anaeróbia. A tecnologia anaeróbia apresenta grande aplicabilidade nos dias atuais, principalmente no Brasil, onde as condições de temperatura favorecem a eficiência do processo. Após maior entendimento do fundamento do processo e nos parâmetros de projeto, a tecnologia consolidou-se e é uma das mais utilizadas na concepção dos projetos de estações de tratamento de esgotos sanitários em todo território nacional, podendo ser utilizado também combinada com processos aeróbios (VON SPERLING, 1996; CHERNICHARO et al, 1999; CHERNICHARO, 2007).

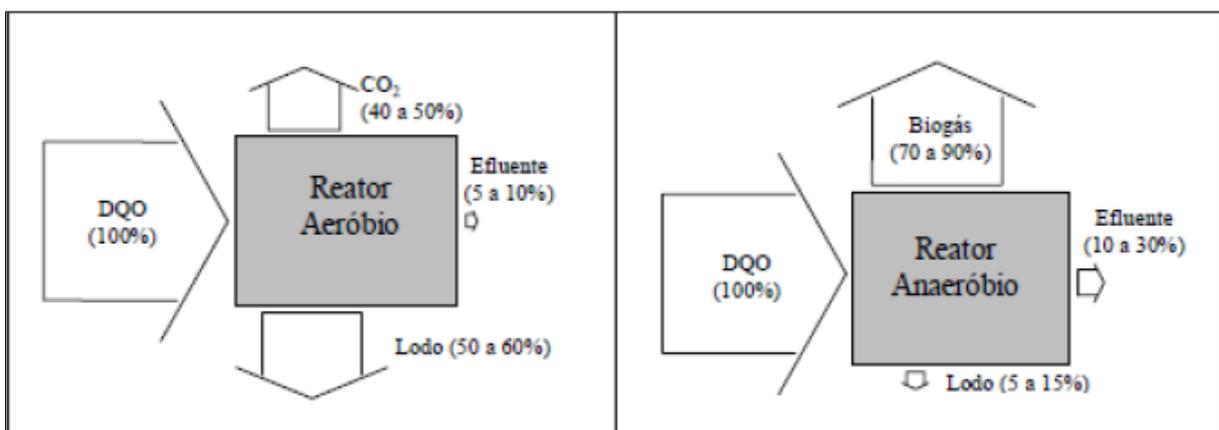
No tratamento aeróbio o aceptor de elétrons é o oxigênio dissolvido, e a degradação da matéria orgânica ocorre através do catabolismo oxidativo (oxidação da matéria orgânica). O catabolismo oxidativo consiste numa reação redox em que a matéria orgânica é oxidada pelo oxigênio presente no meio líquido. As vantagens são a elevada eficiência de remoção de DBO, que permitem diversos arranjos que

possibilitam atingir os mais rígidos padrões de tratamento do efluente, bem como o baixo requisito de área (VON SPERLING, 1996; VAN HANDEL, 2004).

Já no tratamento anaeróbico os aceptores de elétrons são o dióxido de carbono, que é convertido a metano através do catabolismo fermentativo, e sulfetos, que são reduzidos a sulfatos. No catabolismo fermentativo não há um oxidante, o mecanismo consiste no rearranjo dos elétrons na molécula fermentada, de tal forma que se formam no mínimo dois produtos. Já a redução do sulfeto a sulfato ocorre através do catabolismo oxidativo, de maneira análoga à via aeróbia. O tratamento anaeróbico apresenta algumas vantagens em relação aos aeróbios, já que: apresentam menor custo energético e investimento de instalação, menor produção de lodo biológico, produção de gás metano que possibilita o reaproveitamento energético (VAN HANDEL, 2004; VON SPERLING, 1996).

A Figura 3 sintetiza a diferenças entre as vias biológicas de tratamento. Enquanto na via aeróbia a eficiência na remoção da matéria orgânica é maior (remoção de 90 a 95% da DQO afluente, contra 70% nos processos aeróbios) a produção do lodo é maior nos processos com a utilização de oxigênio – 50% a 60% da matéria orgânica em forma de lodo, contra 5% a 15% dos processos anaeróbicos - o lodo anaeróbico também possui melhor capacidade de desidratação. A produção do biogás pela via anaeróbia, que possui capacidade de reaproveitamento energético, também é uma diferença entre as rotas metabólicas (VAN HANDEL, 2004; VON SPERLING, 1996; CAMPOS, 1999).

Figura 3 - Diferenças das vias metabólicas de tratamento



Fonte: CHERNICHARO et al, 1999



No que se refere aos sistemas e tratamento, os coletivos e individualizados, os mesmos devem ser diferenciados já que tem concepção, aplicação e objetivos distintos.

#### **7.2.4.1 Sistemas coletivos de tratamento de esgoto**

Os métodos de tratamento dividem-se em operações e processos unitários, sendo que a integração destes compõe o sistema de tratamento. As operações são compostas por meio físico e os processos unitários por meio químico e biológico (VON SPERLING, 2005).

Cabe destacar, que deve ser realizado um estudo técnico detalhado para averiguar se há viabilidade na implantação dessas soluções coletivas nas localidades rurais densamente povoadas descritas neste plano. Algumas técnicas comumente utilizadas e que poderiam ser inseridas nos sistemas coletivos de tratamento de efluentes domésticos:

- Reator UASB + Lodos Ativados;
- Reator UASB + Lagoa de Polimento;
- Lagoas de Estabilização;
- Filtro Biológico;
- Wetlands Construídos;

#### **7.2.4.2 Sistemas individualizados de tratamento**

Os sistemas individualizados de tratamento têm grande aplicabilidade na zona rural de médios e pequenos municípios. Os sistemas consistem no tratamento do efluente no local de geração, e por serem soluções menos onerosas e adequadas a realidade socioeconômica da região, buscando inclusive reaproveitar o resíduo e o efluente sanitário em algumas de suas concepções.

- Tanque séptico + Sumidouro;
- Tanque Séptico + Vala de Infiltração;
- Tanque de Evapotranspiração (canteiro bioséptico);
- Fossa Seca;
- Círculo de Bananeiras;

## **7.3 Manejo de águas pluviais**

O manejo de águas pluviais vem sofrendo alterações em seu conceito e aplicabilidade, saindo do tradicional afastamento das águas pluviais para aproveitamento dessas águas. Esta alteração sucedeu não só pelas ocorrências de eventos indesejados, mas pela própria forma que vem acontecendo o processo de urbanização e organização do espaço territorial.

Esta urbanização, em grande parte, acontece sem seguir o planejamento territorial específico, ocasionando uma ocupação desordenada do território e, desta forma, a execução de obras pode ocasionar problemas futuros, de difícil solução.

Alguns dos maiores problemas dos sistemas de drenagens é a adoção apenas de mecanismos convencionais e o lançamento irregular de resíduos sólidos e efluentes domésticos na rede destinada apenas às águas pluviais.

### **7.3.1 Análise do cenário de referência escolhido**

#### **7.3.1.1 Zona urbana**

Foi identificado como o melhor cenário para a Zona Urbana o Cenário 2, no qual foi observado um aumento na quantidade de vias pavimentadas ao longo do horizonte de planejamento, com relação ao índice de cobertura por microdrenagem é previsto que esse aumente, ou seja, a medida que as ruas sejam pavimentadas deve ser implantada a rede de drenagem, além da implantação da rede nas ruas já existentes tendo como prioridade as ruas com maior problema.

É esperado que o índice de áreas verdes do município aumente, para isso são previstos programas de manutenção das áreas verdes existentes no município, assim como preservação de outras áreas que garantam a permeabilidade demandada pelo município.

Entende-se que o aumento da população vai demandar o aumento de habitações e assim será implantado o sistema de drenagem no município, a fim de melhorar o sistema de gestão urbana.



### **7.3.1.2 Zona rural**

O cenário escolhido para a Zona Rural de Tucano caracteriza uma realidade que envolva investimentos em estruturas que melhorem a drenagem, com incentivos econômicos nas estruturas de macrodrenagem e microdrenagem, aproveitamento da água da chuva, para fins de abastecimento e além disso incentivar principalmente os produtores rurais em reflorestar as suas propriedades. As presentes ações devem ser realizadas mesmo a área rural do município não apresentando áreas críticas de drenagem. Entretanto o crescimento populacional do município pode estimular a construção de habitações irregulares em áreas que podem estar sujeitas a deslizamento, caso não seja obedecida a Lei de Uso e Ocupação do Solo.

O Distrito de Rua Nova possui áreas que ocorrem alagamentos com chuvas fortes. Esta localidade possui área pavimentada em boa parte do seu território, e demonstra um expansionismo urbano interessante. Então necessita de um olhar crítico sobre as infraestruturas de drenagem no local. As demais localidades rurais apresentam o mesmo diagnóstico, onde as partes pavimentadas só possuem sarjetas e as vias sem pavimentação acabam sofrendo erosão devido ao fluxo da chuva, conseqüentemente surgem buracos nessas áreas e acúmulo de efluentes nas depressões.

### **7.3.2 Objetivos, metas e prioridades**

Ao analisar a situação atual da drenagem no município de Tucano e visando alcançar o cenário escolhido foi construído o Quadro 20. Para a sua construção levou-se em consideração a situação atual, baseando-se nas Oficinas de Diagnóstico e Prognóstico realizadas no município, e assim foi determinada a situação futura desejada, com objetivos, metas e prioridades para o cumprimento das melhorias ou ações necessárias e possíveis.

As metas consideraram horizontes temporais distintos: imediatas ou emergenciais (até 3 anos); curto prazo (entre 4 a 8 anos); médio prazo (entre 9 a 12 anos); e longo prazo (entre 13 a 20 anos). As prioridades dos objetivos para o cenário futuro desejado foram divididas em três: alta, média e baixa.



Quadro 20 - Cenários, objetivos, metas e prioridades para drenagem e manejo de águas pluviais

Cenário Atual		Cenário Futuro	
Infraestrutura	Objetivos	Metas	Prioridade
Impermeabilização com pavimentação sem sistema de drenagem.	Elaboração e implementação de leis que trate sobre o tema.	Curto Prazo	Alta
Falta de identificação das áreas críticas	Identificação das áreas sujeitas a alagamentos e projeto de adequação	Curto Prazo	Alta
Falta de limpeza das estruturas de retenção dos resíduos sólidos	Limpezas e desobstrução	Imediatas ou Emergenciais	Alta
Áreas verdes	Diagnostico e projeto de implantação de mais áreas verdes	Curto Prazo	Alta
Cenário Atual		Cenário Futuro	
Situação de drenagem na Sede Municipal	Objetivos	Metas	Prioridade
Falta de estruturas de Microdrenagem	Implantação de novas estruturas de microdrenagem e manutenção das existentes.	Curto Prazo	Média
Falta de estruturas de Macrodrenagem	Implantação de novas estruturas de macrodrenagem e manutenção das existentes.	Curto Prazo	Alta
Conexão ilegal com a rede de drenagem	Adequação do sistema de esgotamento sanitário com sistema separador da rede de drenagem. Fiscalizar e remover as conexões ilegais existentes.	Médio Prazo	Alta

Situação de drenagem na Zona Rural	Objetivos	Metas	Prioridade
Lançamento de esgoto a céu aberto	Projeto para construção de solução ambientalmente adequada	Curto Prazo	Alta
Processos erosivos em estradas	Recuperação das áreas degradadas com incentivo a restauração florestal, quando for o caso.	Curto Prazo	Alta
Pouca utilização de água pluvial	Ampliação do uso de água da chuva	Médio Prazo	Alta
Falta de sistema de Drenagem nas vias pavimentadas das localidades rurais e Povoado de Jardim	Implantação de novas estruturas de microdrenagem e manutenção das existentes.	Curto Prazo	Alta

*Fonte: PMSB (2022)*

Cabe esclarecer que os dispositivos de micro e macrodrenagem são tanto dos convencionais quanto dos não convencionais. Além disso, cabe ressaltar a importância da adoção de medidas não estruturais, sendo estas com aplicação contínua, com meta imediata e prioridade alta.

Verifica-se que grande parte das metas e prioridades são imediatas e de curto prazo, ambas com Alta Prioridade, respectivamente, devido deficiências existentes no município, bem como da falta de estrutura para amenizá-las. Porém, ainda existe uma que deve ser estabelecida para todo o município que é a criação de um Plano Diretor para Águas Pluviais, o qual deve ser estabelecido antes da implementação de qualquer outra ação.



### **7.3.3 Perspectivas técnicas**

#### **7.3.3.1 Medidas mitigadoras para os principais impactos identificados**

##### **Medidas de controle para reduzir o assoreamento de cursos d'água e de bacias de retenção**

O assoreamento e erosão em cursos d'água podem ser causados por diferentes fatores, dentre eles: falta de mata ciliar na margem dos rios (Área de Preservação Permanente – APP), arraste de resíduos e outros detritos/sedimentos dos fundos do rio e as próprias intempéries físicas e químicas podem auxiliar nesse processo.

Em centros urbanos, sabe-se que esse processo pode ser intensificado devido à ocupação humana e suas atividades. Contudo, as áreas rurais não estão livres dessas ocorrências, alterando apenas o tipo de influência e sua intensidade.

As bacias de retenção, por sua vez, por estarem localizadas, normalmente, dentro de áreas urbanizadas, sofrem maior influência da disposição irregular de resíduos e o arraste de detritos e sedimentos. Porém, também podem sofrer com o lançamento de efluentes domésticos.

Cabe ressaltar que as medidas mitigadoras são consideradas como medidas imediatas para tentar sanar o problema, as quais podem ser complementadas por ações prolongadas. Para estes problemas, as medidas mitigadoras podem ser:

- Isolamento da área a ser mitigada, com devidas demarcação e sinalização;
- Retirada temporária da população da área a ser recuperada.
- Iniciar o processo de recuperação da área;
- Iniciar processo de educação sócio-ambiental;
- Inserção de mais etapas de gradeamento para a contenção de sólidos grosseiros, evitando seu carreamento para a bacia de retenção e possível entupimento das estruturas;
- Implementação de ações punitivas para o lançamento irregular de resíduos; Implantação de Projetos com foco para Pagamento por Serviços Ambientais;
- Utilização de Gabião caixa quando for viável

## **Alagamento/inundações e similares**

Estas ocorrências podem ser ocasionadas por fatores naturais e/ou antrópicos. Todavia, é de suma importância diferenciá-las: a inundação ocorre quando as águas de um determinado curso d'água transbordam atingindo a planície de inundação ou área de várzea; já no alagamento as águas se acumulam em determinados locais devido a deficiências no sistema de drenagem; as enchentes/cheias, por sua vez, ocorrem uma elevação do nível de água no canal de drenagem; e as enxurradas é o escoamento superficial de forma concentrada e energética, podendo estar associada a áreas de domínios fluviais.

Para estes problemas, as medidas mitigadoras podem ser:

- Efetivar a realização do planejamento territorial;
- Respeitar as APPs;
- Iniciar o processo de recuperação das APPs;
- Iniciar processo de educação socioambiental;
- Realizar manutenção das estruturas do sistema de drenagem existente;
- Aumento das áreas verdes;
- Incentivo para realização do CEFIR.

## **Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos e efluentes nos corpos d'água**

A prática de lançamento de efluentes e resíduos de maneira irregular para o meio ambiente é comum, seja nos centros urbanos ou nas áreas rurais. Nota-se que as áreas urbanas tendem a sofrer mais, diretamente, com os efeitos desta ação que as zonas rurais.

Normalmente o lançamento dos efluentes domésticos, para este sistema, acontece por meio de ligações clandestinas diretamente na rede de drenagem pluvial (sarjetas, bocas de lobo, etc), a qual contribuirá para os corpos hídricos receptores, ocasionando possível contaminação.



O lançamento de efluentes e resíduos sólidos pode impactar diretamente na eficiência da drenagem, entupindo os condutos e canais e proporcionando um visual deprimente nos rios e os contaminando, transmitindo doenças.

Neste caso, as medidas mitigadoras podem ser:

- Implantação de gradeamento nas estruturas cabíveis, para evitar a colocação de agentes externos (móveis, eletrodomésticos, etc) e resíduos;
- Aplicação de medidas punitivas para quem for flagrado dispondo resíduos de forma irregular, bem como para ligações clandestinas de efluentes;
- Iniciar processo de educação socioambiental.

Os resíduos, por sua vez, podem ser arrastados durante um período chuvoso ou lançados diretamente nos canais e/ou corpos hídricos; como também podem ser lançados em sarjetas, bocas de lobo, canais, entre outras estruturas.

Uma vez que o resíduo vá para a rede de drenagem, já existem tecnologias que permitem a remoção desses, a exemplo das estruturas autolimpantes, na qual a água empurra o resíduo, limpando o segregador (tela ou grade), desviando o resíduo para um local de acumulação, na qual a frequência de limpeza é menor (ÁBALOS *et al.*, 2012). A apresenta a evolução das estruturas autolimpantes de retenção de resíduos sólidos.

Dentre outros dispositivos retentores de sólidos pode-se citar cestas acopladas às bocas de lobo e dispositivos de retenção de sólidos grosseiros (PROSAB, 2009).

Figura 4 - Evolução das Estruturas autolimpantes de retenção de resíduos sólidos

Técnica	Esquema	Observações
Visage (1994): desvio do lixo para um reservatório com hastes inclinadas a 11°, fluxo para o centro e para baixo a jusante	<p>Canal Vygekraal Segregador Compartimento de lixo Vertedor Seção de queda</p>	Aderência às hastes em vazões baixas ou em altas com lixo inicial. Em grandes concentrações, acúmulo nas hastes ou entre a extremidade de jusante destas e a parede do canal.
Watson (1996) e Compion (1997): rampa inclinada a jusante e segregador horizontal na direção do fluxo. Largura do canal após a rampa duas vezes a inicial. Continuação do segregador inclinada	<p>Barreira inclinada Topo do canal Segregadores Ressalto hidráulico Obstáculo Prof. a montante Prof. a jusante</p>	Efetiva em vazões altas ou com o nível de jusante alto. Problemas em longos períodos de vazões baixas por causa da deposição a montante. Observou-se aumento da presença de vórtices a jusante, ajudando a acomodação do lixo.
Beecham e Sablatnig (1994): modelaram 23 estruturas. As de melhores resultados são ilustradas ao lado, sendo o arranjo 23 considerado o mais efetivo	<p>Sentido do escoamento</p> <p>Arranjo 12 (baixa declividade)    Arranjo 13 (alta declividade)</p> <p>Arranjo 14 (alta declividade)    Arranjo 15 (alta declividade)</p> <p>Arranjo 17 (baixa declividade)    Arranjo 23 (alta declividade)</p>	Maior potencial com barras horizontais; a inclusão de uma queda vertical dentro do arranjo reduz bastante a probabilidade de refluxo; e o armazenamento <i>offline</i> do lixo disponibiliza área de armazenamento muito maior, cria menos perturbações no escoamento e possibilita um acesso muito melhor de limpeza e manutenção

Fonte: Neves e Tucci (2008) apud PROSAB 2009

Como visto anteriormente, medidas de controle são ações e dispositivos que podem auxiliar ao alcance de objetivos. Para a redução do lançamento de resíduos sólidos nos corpos hídricos, que é uma realidade do município, deve adotar ações continuadas de educação ambiental, formal e informal, além de adotar a fiscalização por meio de associações de moradores, as quais podem ser mais efetivas e eficazes do que a fiscalização ambiental por parte do município, devido à maior interação entre os moradores daquele bairro/localidade.

A respeito das ações continuadas de educação ambiental, a idéia é inserir o conhecimento de sustentabilidade nas escolas municipais, além de ações externas como palestras, seminários, concursos, eventos e outros, de modo a incentivar a população a participar. Os eventos externos poderão ser feitos como parcerias entre as diversas secretarias que compõem a prefeitura.

Cabe ratificar que em todos os projetos de restauração e recuperação é importante que se tenha previsão de viveiros. Podendo, inclusive ser um projeto

para implantação de um viveiro, sendo este único que abarque todos os outros projetos. O viveiro tem como vantagens as opções de produção das mudas, por semente e/ou enxerto, dando prioridade as espécies nativas da região, o que pode gerar uma maior eficiência na restauração /regeneração e manutenção biótica compatível com a realidade. Com relação as desvantagens estão os custos para mantê-lo em operação.

Além disso, o município também pode elaborar um Plano Diretor de Drenagem das Águas Pluviais, o qual fornecerá subsídios para a Prefeitura elaborar e implementar um sistema de drenagem pluvial eficiente, bem como prever também a inserção de medidas não estruturais.

### **7.3.3.2 Diretrizes para o controle de escoamento na fonte**

O manejo de águas pluviais vem sofrendo alterações em seu conceito e aplicabilidade, saindo do tradicional afastamento das águas pluviais para o aproveitamento dessas. Estas alterações se deram não só pelas ocorrências de eventos indesejados, mas pela própria forma que vem ocorrendo a urbanização e “organização” do espaço territorial. Esta urbanização, em grande parte, acontece sem planejamento territorial específico, ocasionando uma ocupação territorial desordenada e, desta forma, a execução de obras pode ocasionar problemas futuros, de difícil solução.

A finalidade da drenagem urbana e manejo de águas pluviais é diminuir os riscos de inundações que comprometem a qualidade de vida da população, principalmente nas áreas mais baixas sujeitas a alagamento e em cursos d’água. O sistema de drenagem consiste em um conjunto de atividades, infraestrutura e instalações operacionais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (Lei Federal nº 11.445/07). Neste mesmo contexto Pinto e Pinheiro (2006) definem drenagem como conjunto de infraestrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais, inclui ainda a hidrografia e os talvegues. O manejo das águas pluviais deve-se conter medidas estruturais com a finalidade de transportar os deflúvios gerados na bacia, reduzir os impactos provocados pela urbanização, remoção de poluentes, dentre outros (PROSAB, 2009).

Ainda sobre o tema o Ministério de Meio Ambiente, ressalta que as práticas adequadas no manejo das águas pluviais devem levar em consideração preservação das medidas naturais de escoamento na área urbana, gestão da bacia hidrográfica, tratamento do esgoto sanitário e a qualidade das águas pluviais. Nesse contexto, com ênfase no manejo sustentável da água de drenagem, requer elaboração de políticas de uso e ocupação do solo (PROSAB, 2009).

O PEMAPES (2009) traz considerações importantes sobre o assunto, o objetivo no manejo sustentável das águas pluviais “implica em adotar medidas que possam retardar o fluxo e diminuir a quantidade de chuva que escoam pelas ruas da cidade, fazendo frente aos efeitos decorrentes da urbanização”. Para tanto podem ser empregados reservatórios de amortecimento de cheias, construção de locais específicos para a infiltração das águas, incentivo ao consumo a partir de captações de telhado e outras práticas.

Com a finalidade do manejo sustentável das águas pluviais, estabelece técnicas compensatórias com soluções com sistemas de controle na fonte e sistema de controle não convencional, estas envolvem medidas estruturais e não estruturais e outras que possam ser adaptadas a cada local. Esses sistemas necessitam de medidas sustentáveis, promovendo o acompanhamento a fim de proporcionar a universalização do sistema.

O sistema de controle na fonte tem como objetivo preservação das condições hidrológicas da bacia pré-urbanizada e minimizando os impactos. Já um sistema de controle não convencional visa às condições físicas do local, com solução em decorrência ao aumento do escoamento e da carga da poluição difusa (PROSAB, 2009).

As técnicas não estruturais relacionam-se a captação, armazenamento e transporte das águas pluviais por meio naturais, com ações locais que integram a gestão da água pluvial nas sub – bacias, visando promover a retenção e infiltração do escoamento, ou seja, técnicas que não demandem a construção de estruturas. No entanto, as medidas estruturais preveem conjunto de obras hidráulicas, com a finalidade de retenção temporária do escoamento e ainda podem promover o tratamento da água (PROSAB, 2009).

As técnicas utilizadas nas medidas não estruturais de controle na fonte englobam: regulação do solo, participação da comunidade, planejamento e manejo da água, uso de produto alternativo não poluente, limpeza das estruturas de retenção de resíduos sólidos, controle de conexão ilegal de esgoto e reúso da água pluvial. Dentre as técnicas estruturais de controle na fonte destacam-se telhado verde, poço de infiltração, trincheira de infiltração, vala de detenção, pavimento permeável. Existe ainda medidas de controle centralizado, como: bacia de detenção ou retenção, áreas úmidas artificiais, bacias de detenção e infiltração e dentre outras (PROSAB, 2009).

O controle de escoamento na fonte consiste em reservatório de menor porte próximo aos locais de geração do escoamento, como sugere Miguez et. al (2016), sendo então uma solução mais dispersa. Essa alternativa conta com dispositivos no local que realizam o controle dos picos de vazão, os dispositivos de controle na entrada, que realizam a captação da água podendo esse volume retornar ao sistema de drenagem ou não e detenção in-situ, esse dispositivo realiza o controle da vazão em condomínios como leis internas dos condomínios para que aumentem a vazão de infiltração e não impactem tanto no sistema de drenagem. Esse controle em condomínios não é tão aplicado ao município de Tucano, visto que essa não é a realidade do município, porém pode ser aplicada em povoados ou comunidades rurais.

A contenção de jusante como o nome insinua é feita a jusante da fonte geradora de escoamento sendo feita por reservatórios de maior porte. Essa é considerada uma medida corretiva. Como exemplos dessa alternativa têm-se: bacia de retenção, que podem ser integradas ao ambiente como lagos, bacias de detenção, que possuem água apenas quando entram em operação e bacias de sedimentação, que são dimensionadas para reter os sólidos em suspensão.

Entretanto, a solução como reservatórios individuais nos lotes para contenção (in-situ) apresenta-se como uma solução indicada devido ao período de estiagem. Porém uma desvantagem desse método é a obrigação dos proprietários que demanda conscientização da população, como afirma Miguez et. al (2016). O mesmo autor apresenta algumas vantagens para a utilização desse método a

resolução dos problemas na origem e possibilidade de controle da qualidade da água.

Além das estruturas ditas anteriormente, existem outras soluções estruturais que podem ser adotadas, como: biorretenção, valas de infiltração, trincheiras de infiltração, pavimentos permeáveis, telhados verdes, entre outros. Essas soluções de drenagem podem ser implantadas em diversas etapas do escoamento superficial, como é mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Tecnologias de drenagem em cada etapa do escoamento



A seguir são citadas algumas medidas de manejo de águas pluviais que poderiam ser implantadas no município. Cabe ressaltar que a escolha das técnicas a serem adotadas no manejo de águas pluviais deve levar em consideração os fatores urbanísticos, econômicos, ambientais e sociais bem como, critérios físicos (topografias e condutividade hidráulica), critérios de infraestrutura e critérios sanitários em acordo com a realidade local (PROSAB, 2011). Sendo assim, para determinar as técnicas a serem usadas no município serão necessários estudos mais aprofundados. Neste contexto, a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbano- PDDU auxiliaria nas tomadas de decisão no que tange a drenagem e manejo de águas pluviais no município.

Todavia, técnicas que diminuem o deflúvio, a exemplo de pavimentos permeáveis, principalmente em estacionamentos e calçadas, bem como o aproveitamento da água de chuva são medidas que já podem ser empregadas.

- Bacias de Detenção;
- Bacias de Retenção;
- Canais Verdes;
- Sistemas de Biorretenção;
- Pavimento Permeável;
- Bacias de Infiltração;
- Vala de Infiltração;
- Aproveitamento da Água Pluvial ;
- Filtro Biológico;
- Telhados Verdes;

### **7.3.3.3 Diretrizes para o tratamento de fundo de vale**

A ação da urbanização gera impactos nos corpos hídricos, no trecho urbano e em toda rede de drenagem da bacia hidrográfica, cujas constatações podem ser verificadas na dinâmica da área urbana e dos rios (VIEIRA, 2003).

Righetto (2009) relata no produto da pesquisa sobre desenvolvimento de sistemas de manejo das águas pluviais urbanas:

Quanto às pesquisas em gestão das águas pluviais urbanas, há um imenso campo de trabalho a ser realizado para as condições atuais dos sistemas de drenagem das cidades do Brasil. Pouco se realiza em operação, manutenção e otimização de regras operacionais dos sistemas estruturais de drenagem. Tampouco as regulamentações e as fiscalizações são cumpridas e realizadas por meio de mecanismos de educação ambiental, de sanções as infrações e de avaliações sistemáticas do desenvolvimento de áreas urbanizadas e do impacto sobre a drenagem.



Todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem, direta ou indiretamente, nos rios. (...) O estudo e a análise dos cursos de água só podem ser realizados em função da perspectiva global do sistema hidrográfico (Christofolletti, 1980). Os equipamentos de drenagem e de tratamento de esgotos devem caracterizar os sistemas de saneamento como parte integrante da organização dos espaços urbanos que valoriza os cursos d'água, preservando-os e até recuperando-os (Silveira, 2002).

Dessa forma seguem recomendadas as diretrizes a serem aplicadas:

- ✓ Canalização em concreto com seção aberta;
- ✓ Construção de reservatórios de retenção para controle de inundações;
- ✓ Construção de prédios para reassentamento de famílias em área de risco;
- ✓ Conformação de taludes e implantação de contenções necessárias no trecho;
- ✓ Conformação do córrego/curso d'água com utilização de enrocamento;
- ✓ Demolição e limpeza das estruturas a serem removidas/desapropriadas para implantação da faixa de preservação;
- ✓ Implantação do sistema separador adotando o sistema convencional de esgotamento sanitário, interceptores para transporte dos esgotos gerados devem ser constituídos margeando os cursos d'água, de forma a evitar o lançamento nos corpos hídricos;
- ✓ Legislação para programa de tratamento do fundo de vale;
- ✓ Preservação das margens do corpo hídrico com área verde ao longo do córrego;
- ✓ Preservação natural das margens do curso d'água com matas ciliares;
- ✓ Tratamento de pontos erosivos ao longo das margens do curso d'água;
- ✓ Tratamento com revegetação das áreas remanescentes e plantio de indivíduos arbóreos nativos.

A implantação da infraestrutura verde atende aos objetivos acima, e compõem uma política pública estratégica no tratamento dos fundos de vale, pois

segundo Cardoso (2009) a concepção adotada deve buscar a conservação, a preservação e a renaturalização dos cursos d'água, na perspectiva de recuperação das condições naturais da morfologia e do leito do curso d'água.

## **7.4 Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos**

### **7.4.1 Estimativas anuais dos volumes de produção de resíduos sólidos ao longo de 20 anos**

Através das informações coletadas do município, no que se refere à limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, foi possível elaborar uma planilha com informações da população urbana, geral e total, geração per capita dessa forma chegando ao valor da geração diária e anuais de resíduos ao longo dos 20 anos.

Segundo informações do SNIS, os resíduos sólidos domésticos podem atingir 77% dos resíduos totais. Na Bahia em 2012, 150 municípios forneceram informações ao sistema, o que se permitiu estabelecer um indicador de massa coletados para a Bahia de 0,97 kg/hab.dia.

Tabela 7 - Volume de resíduos sólidos produzidos

ANO	Geração per capita de resíduos sólidos (kg/hab/dia)	População Total (hab)	População Urbana (hab)	População Rural (hab)	Geração anual de resíduos sólidos (ton/dia)	Geração diária de resíduos sólidos (ton/ano)	Geração diária de resíduos sólidos - ZONA URBANA (ton/dia)	Geração anual de resíduos sólidos - ZONA URBANA (ton/ano)	Geração diária de resíduos sólidos - ZONA RURAL (ton/dia)	Geração anual de resíduos sólidos - ZONA RURAL (ton/ano)
2021	0,97	10973	4754	6220	10,64	3885,1	4,61	1221,9	6,03	2202,1
2022	0,92	10816	4812	6004	9,95	3632,0	4,43	1173,2	5,52	2016,1
2023	0,9	10667	4872	5796	9,60	3504,2	4,38	1161,9	5,22	1903,9
2024	0,85	10526	4932	5595	8,95	3265,8	4,19	1110,8	4,76	1735,8
2025	0,8	10393	4992	5401	8,31	3034,9	3,99	1058,4	4,32	1577,1
2026	0,75	10268	5054	5214	7,70	2810,8	3,79	1004,5	3,91	1427,3
2027	0,72	10150	5116	5033	7,31	2667,3	3,68	976,2	3,62	1322,8
2028	0,7	10038	5179	4859	7,03	2564,8	3,63	960,7	3,40	1241,5
2029	0,69	9934	5243	4691	6,85	2501,9	3,62	958,6	3,24	1181,5
2030	0,68	9836	5307	4529	6,69	2441,4	3,61	956,4	3,08	1124,1
2031	0,65	9745	5372	4373	6,33	2312,0	3,49	925,4	2,84	1037,4
2032	0,63	9660	5438	4222	6,09	2221,3	3,43	908,0	2,66	970,8
2033	0,58	9581	5505	4076	5,56	2028,3	3,19	846,2	2,36	862,9
2034	0,55	9508	5573	3935	5,23	1908,7	3,07	812,2	2,16	790,0
2035	0,52	9441	5641	3800	4,91	1791,9	2,93	777,4	1,98	721,2
2036	0,48	9379	5710	3669	4,50	1643,2	2,74	726,3	1,76	642,7
2037	0,46	9323	5780	3542	4,29	1565,3	2,66	704,6	1,63	594,7
2038	0,44	9271	5851	3420	4,08	1489,0	2,57	682,2	1,50	549,3
2039	0,42	9225	5923	3303	3,87	1414,2	2,49	659,2	1,39	506,3
2040	0,4	9184	5995	3189	3,67	1340,9	2,40	635,5	1,28	465,6

Ao analisar a Tabela 7, verificou-se que a população urbana é responsável pela maior parte do volume de resíduos gerados no final do horizonte de planejamento.

Observa-se que em 2042 a zona urbana é capaz de produzir **2,4 ton/dia** de resíduos, enquanto que a zona rural produz **1,28ton/dia**. Essa projeção foi realizada baseando-se na geração *per capita* de resíduos, dessa forma entende-se que pode haver divergências quanto ao volume gerado por cada uma das partes, urbana e rural. Contudo a zona rural apresentará uma maior capacidade de aproveitamento do material orgânico.

## 7.4.2 Objetivos, metas e prioridades

Quadro 21 - Objetivos, metas e prioridades – Manejo dos Resíduos Sólidos

Zona	Cenário Atual	Cenário Futuro		
		Objetivos	Metas	Prioridade
Urbano	Parte da população não contribui com a coleta, visto que faz a disposição dos resíduos em horário inadequado.	Implantação de programa de educação ambiental e avisos quanto ao dia e horário de coleta no bairro	Imediatas ou Emergenciais	Alta
	Disposição inadequada dos resíduos da construção civil	Os resíduos da construção civil devem ser separados de acordo com suas classes para que sejam encaminhados para aterro ou reciclagem.	Curto Prazo	Média
		Criação de programa de educação ambiental visando à informação quanto aos tipos de resíduos da construção civil para facilitar o aproveitamento dos mesmos	Imediatas ou Emergenciais	Média

Disposição inadequada dos resíduos de varrição, capina, poda e roçagem	Os resíduos acumulados no processo de poda, roçagem e capina podem ser aproveitados para a compostagem enquanto que os de varrição devem ser encaminhados para o aterro ou para reciclagem quando a varrição envolver a coleta de latas, copos etc.	Médio Prazo	Alta
	Aumentar a quantidade de lixeiras dispostas nas praças, vias e logradouros	Curto Prazo	Alta
	Programa de educação para que a população realize a separação dos resíduos	Imediatas ou Emergenciais	Alta
	Programa de educação e capacitação para os funcionários que realizam a varrição	Imediatas ou Emergenciais	Alta
	Revisar periodicamente a quantidade e qualidade dos equipamentos utilizados	Imediatas ou Emergenciais	Alta
No município existem alguns pontos de disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos que ficam localizados em vias mais afastadas do centro da cidade, onde circulam animais e estes acabam comendo os resíduos sólidos.	Campanha para extinção de pontos de disposição inadequada de resíduos, associada com aumento da frequência da coleta	Curto Prazo	Alta
	Elaboração de um roteiro de coleta de resíduos domiciliares e sua revisão periódica	Imediatas ou Emergenciais	Alta

Zona	Cenário Atual	Cenário Futuro		
		Objetivos	Metas	Prioridade
Rural	Parte da zona rural não possui coleta de resíduos sólidos domésticos	Implantação da coleta regular na zona rural	Curto Prazo	Alta
		Implantação da coleta seletiva na zona rural	Médio Prazo	Alta
		Utilizar alternativas de armazenamento e coleta de resíduos nas localidades da zona rural	Curto Prazo	Alta
		Elaboração de um roteiro de coleta de resíduos domiciliares	Imediatas ou Emergenciais	Alta
	A população tem a prática de usar os resíduos sólidos orgânicos como ração animal, alimentando os animais de estimação e criação, como: galinhas, cachorros e porcos	Implantação de programa de educação ambiental que estimule o tratamento (enterramento, compostagem, entre outros) dos resíduos orgânicos	Curto Prazo	Alta
	Já os resíduos de vidro, os moradores costumam enterrar e os outros que são plásticos e de papel, são queimados.	Implantação de programa de educação ambiental para que os resíduos não sejam queimados.	Imediatas ou Emergenciais	Alta
		Ampliação da coleta no município para evitar que a população queime os resíduos.	Imediatas ou Emergenciais	Alta

<b>Coleta e destinação de resíduos</b>	Todos os resíduos coletados seguem para o lixão	Implantação de usina de triagem e compostagem	Curto Prazo	Alta
		Programa de educação ambiental para estimular a separação dos resíduos	Imediatas ou Emergenciais	Alta
		Implantação da coleta dos resíduos com frequência que atenda a demanda da população	Imediatas ou Emergenciais	Alta
		Aproveitamento dos catadores do município para atuarem na coleta seletiva do município	Curto Prazo	Alta
		Utilização do composto em jardins ou hortas urbanas	Curto Prazo	Alta
		Disposição ambientalmente adequada dos rejeitos	Médio Prazo	
<b>Zona</b>	<b>Cenário Atual</b>	<b>Cenário Futuro</b>		
		<b>Objetivos</b>	<b>Metas</b>	<b>Prioridade</b>
	Todos os resíduos coletados seguem para o lixão	Encerramento de lixão e elaboração de projeto para recuperação da área degradada	Imediatas ou Emergenciais	Alta
		Disposição ambientalmente adequada dos rejeitos	Curto Prazo	Alta

	Os coletores de resíduos não recebem equipamentos de proteção individual (EPI): como: fardamento, luvas, máscaras, botas, bonés, entre outros.	Os funcionários devem receber treinamento para que usem os EPI coniventes com as tarefas que são executadas	Imediatas ou Emergenciais	Alta
		Fornecimento dos EPI necessários para a realização do serviço pelo prestador do serviço	Imediatas ou Emergenciais	Alta
		Programa de educação ambiental para capacitação e treinamento dos funcionários de limpeza urbana	Curto Prazo	Alta
Resíduos cemiteriais	Os resíduos cemiteriais são incinerados no próprio cemitério	Criação de Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para o cemitério	Curto Prazo	Alta
		Encaminhamento do necrochorume para tratamento para que não contamine as águas subterrâneas	Longo Prazo	Alta
		É necessário criar um espaço propriamente dito para incinerar os resíduos, de acordo com as normas vigentes	Longo Prazo	Alta
Logística reversa	Todos os resíduos passíveis pelo processo de logística reversa, não possuem coleta diferenciada, sendo todos dispostos juntamente com a coleta de resíduos domésticos, construção civil e volumosos e dispostos no vazadouro à céu aberto	Regulamentação e implantação da logística reversa no município	Imediatas ou Emergenciais	Alta

Resíduos Perigosos	É comum a descaracterização de resíduos perigosos, de modo que resíduos que deveriam ser destinado à logística reversa são comercializados indevidamente, a exemplo temos as embalagens de agrotóxico (tonéis) que são destinados para armazenar água.	Campanhas de educação ambiental quanto à logística reversa e quanto aos riscos de utilização de materiais contaminados por resíduos perigosos	Imediatas ou Emergenciais	Alta
Grandes Geradoras	A coleta da zona urbana recolhe os resíduos de todos os pontos	Regulamentação da cobrança do PGRS de grandes geradores	Curto Prazo	Alta

Além das propostas apresentadas no quadro explicitado acima, existem outras soluções que devem ser implantadas a fim de manter o funcionamento do manejo de resíduos sólidos no município de maneira sanitariamente adequada, assim deve ser introduzido no município: cadastro das unidades geradoras de resíduos dos serviços de saúde e plano de coleta desses resíduos no município, criação da lei municipal específica sobre os resíduos especiais, realização de reuniões com entidades representativas dos setores envolvidos na cadeia da logística reversa para discutir, esclarecer e encontrar soluções, fiscalizar o cumprimento das disposições legais, inserir os aspectos relacionados a logística reversa nos procedimentos e licenciamento ambiental municipal, plano de encerramento do aterro a ser implantado e plano de recuperação das áreas degradadas.

### **7.4.3 Prospectivas técnicas**

#### **7.4.3.1 Custos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos**

Os serviços de limpeza urbana, que englobam coleta, varrição, capina, poda, desobstrução do sistema de águas pluviais, raspagem, lavagem de feiras, disposição final e tratamento dos resíduos, são de responsabilidade do poder público municipal que pode executá-los diretamente ou por meio de terceiros mediante licitação e contrato de prestação de serviços.

Os serviços de limpeza urbana deverão ser custeados por receitas do município como: transferências do governo federal (exemplo: FPM – Fundo de Participação do Município); repasse do governo estadual (exemplo: ICMS - Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre prestações de Serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação); ou recursos municipais arrecadados por meio de impostos (exemplo: IPTU - Imposto sobre a Propriedade predial e Territorial Urbana).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2013), no caso das pequenas cidades brasileiras, municípios com até 20 mil habitantes, recomenda-se adotar a cobrança da seguinte forma:



- Taxas: coleta e destinação final para os domicílios e pequenos comércios que gerem resíduos que se caracterizam como domiciliares;
- Preços públicos ou tarifas: para grandes geradores (exemplo: economias que geram acima de 2.500 litros ou 500 kg de resíduos por mês) ou geradores de resíduos industriais, comerciais, de serviços de saúde, da construção civil, agrossilvopastoris ou de mineração, que utilizam o serviço público de manejo de resíduos sólidos.

A cobrança da taxa de resíduos sólidos domiciliares poderá estar anexa a boletos de outros serviços, como por exemplo conta de água, por meio de taxas mensais, bimensais, trimestrais, semestrais ou anuais, ou junto com o IPTU - Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbana.

Conforme Lei nº 11.445/2007, artigo 29, poderão ser adotados subsídios tarifários e não tarifários para os usuários e localidades que não tenham capacidade de pagamento ou escala econômica suficiente para cobrir o custo integral dos serviços.

Caso a Prefeitura opte pela adoção de subsídio tarifário, o déficit originado deverá ser coberto por receitas extra tarifárias, receitas alternativas, subsídios orçamentários, subsídios cruzados intrasetoriais e Inter setoriais provenientes de outras categorias de beneficiários dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos, dentre outras fontes, instituídos pelo poder público.

Recomenda-se que a prefeitura reavalie os valores das taxas e tarifas praticados a cada ano e faça o reajuste observando o intervalo mínimo de doze meses, conforme prevê o Decreto nº 7.217/2010 que regulamenta a Lei nº 11.445/2007.



A seguir é apresentado o método simplificado para cálculo da taxa de resíduos sólidos urbanos, de acordo com as recomendações do MMA (2011):

**Passo 1:** levantamento de dados básicos do município:

- ✓ População: número de habitantes;
- ✓ Economias: número de domicílios, terrenos vazios e estabelecimentos atendidos pelo serviço público; e
- ✓ Geração de resíduos sólidos domésticos: massa por pessoa por dia.

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

- ✓ Coleta Convencional: veículos coletores, garagem etc.;
- ✓ Coleta Seletiva e tratamento: veículos, PEV Central etc.;
- ✓ Disposição Final: projetos, licenças, obras e equipamentos do Aterro Sanitário; e
- ✓ Repasses não onerosos da União ou Estado.

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

- ✓ Coleta Convencional: combustíveis, mão-de-obra, EPIs etc.;
- ✓ Coleta Seletiva e tratamento: combustíveis, mão-de-obra, EPIs, materiais etc.; e
- ✓ Disposição Final: combustíveis, mão-de-obra, EPIs, energia elétrica, materiais, análises laboratoriais etc.

**Passo 4:** parâmetros para financiamento:

- ✓ Porcentagem Resíduos na Coleta Convencional;
- ✓ Porcentagem Resíduos na Coleta Seletiva;
- ✓ Prazo de pagamento; e
- ✓ Taxa de financiamento dos investimentos (inclui juros e inflação).



**Passo 5:** cálculo da Taxa. A seguir exemplo de simulação:



Quadro 22 – Exemplo de Cálculo para taxa de resíduos sólidos urbanos

A	População (hab) :	15.000	
B	Economias:	3.000	
C	Geração de resíduos domésticos (kg/hab.dia)	0,90	
D	<b>Geração da cidade (ton/mês)</b>	<b>405,00</b>	$D = A.C. \frac{30}{1.000}$
E	Invest. coleta convencional (R\$):	520.000,00	
F	Invest. coleta seletiva e tratamento (R\$):	600.000,00	
G	Invest. disposição final (R\$):	1.000.000,00	
H	Repasse não oneroso da União ou Estado para Resíduos Sólidos (R\$)	1.200.000,00	
I	<b>Valor total do investimento (R\$):</b>	<b>920.000,00</b>	$I = E + F + G - H$
J	Operação da coleta convencional (R\$/mês):	16.000,00	
K	Operação da coleta seletiva e tratamento (R\$/mês):	2.000,00	
L	Operação da disposição final (R\$/mês):	25.000,00	
M	Resíduos da coleta convencional (%)	90%	
N	Resíduos da coleta seletiva (%)	10%	
O	<b>Operação da coleta convencional (R\$/ton):</b>	<b>43,90</b>	$O = \frac{J}{D.M}$
P	<b>Operação da coleta seletiva e tratamento (R\$/ton):</b>	<b>49,38</b>	$P = \frac{K}{D.N}$
Q	<b>Operação da disposição final (R\$/ton):</b>	<b>68,59</b>	$Q = \frac{L}{D.M}$
R	<b>Custo operacional total (R\$/mês)</b>	<b>43.000,00</b>	$R = J + K + L$
S	Prazo de pagamento (anos)	15	
T	Taxa de financiamento dos investimentos (mensal - %)	0,9%	
U	<b>Pagamento do financiamento - investimentos (R\$/mês)</b>	<b>10.341,44</b>	$U = \frac{I.T}{1 - \frac{1}{(1+T)^{12.S}}}$
V	<b>Valor da taxa (R\$/economia.mês)</b>	<b>17,78</b>	$V = \frac{R+U}{B}$
X	<b>Faturamento (R\$/mês)</b>	<b>53.341,44</b>	$X = V.B$

Fonte: MMA (2013)

De modo geral, na definição de custos de coleta de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU, podemos adotar a seguinte subdivisão:

- Custos variáveis: considerados como aqueles que mudam em função da quilometragem percorrida pela frota de veículos, sendo subdivididos em combustíveis, lubrificantes, rodagem (quilometragem) e peças (acessórios).
- Custos fixos: considerados como aqueles gastos que independem da quilometragem percorrida, em seu cálculo estão incluídos os custos do capital (depreciação e remuneração). Despesas com pessoal e as administrativas também devem ser consideradas.

No caso de terceirização dos serviços, para determinação dos preços há necessidade do cálculo dos custos diretos, acrescentando a taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) cuja taxa tem o objetivo de cobrir as despesas indiretas que tem o construtor, mais o risco do empreendimento, as despesas financeiras incorridas, os tributos incidentes na operação, eventuais despesas de comercialização e o lucro do empreendedor. O seu resultado é fruto de uma operação matemática baseados em dados objetivos envolvidos em cada obra, que varia entre 25% a 30%. (PMGIRS-RS, 2012).

#### **7.4.3.2 Gerenciamento de Resíduos Sólidos**

A Lei 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que é um marco regulatório completo para o setor, e se harmoniza com diversas outras leis, compondo a estrutura legal de influência na postura dos agentes envolvidos no ciclo de vida dos materiais presentes nas atividades econômicas.

Esta Lei está fortemente relacionada com a Lei Federal de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007), com a Lei de Consórcios Públicos (Lei 11.107/2005) e ainda com a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81) e de Educação Ambiental (Lei 9.795/1999), entre outros documentos importantes (SRHU/MMA, 2011).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, as responsabilidades dos geradores, do poder público, e dos consumidores, bem como os instrumentos econômicos aplicáveis. Ela consagra um longo processo de amadurecimento de conceitos: princípios como o da prevenção e precaução, do poluidor-pagador, da ecoeficiência, da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, do reconhecimento do resíduo como bem econômico e de valor social, do direito à informação e ao controle social, entre outros.

O princípio da responsabilidade compartilhada responsabiliza os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos pelo ciclo de vida dos produtos. A lei visa melhorar a gestão dos

resíduos sólidos com base na divisão das responsabilidades entre a sociedade, o poder público e a iniciativa privada (SRHU/MMA, 2011).

Ressalta-se que todos têm responsabilidades segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS): o poder público deve apresentar planos para o manejo correto dos materiais (com adoção de processos participativos na sua elaboração e adoção de tecnologias apropriadas); às empresas compete o recolhimento dos produtos após o uso e, à sociedade cabe participar dos programas de coleta seletiva (acondicionando os resíduos adequadamente e de forma diferenciada) e incorporar mudanças de hábitos para reduzir o consumo e a conseqüente geração.

É importante destacar que os Governos Federal e Estadual também têm um papel importante a cumprir, como auxiliar o Município, estabelecendo as normas gerais que serão adotadas como princípios orientadores, além disso, tornar acessíveis os programas de financiamento para serviços de limpeza urbana, como para implantação de coleta seletiva aliada a incorporação do controle social através dos conselhos e movimentos sociais e a inclusão e envolvimento de catadores.

A limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos considerados na PNRS como serviços públicos são compostos pelas etapas de: coleta, transbordo e transporte dos resíduos; triagem para fins de reuso ou reciclagem; tratamento, incluindo compostagem, e disposição final dos resíduos.

Neste contexto serão apresentadas regras para algumas dessas etapas do gerenciamento dos principais resíduos produzidos no município de Tucano, que são domiciliares, públicos, construção civil e de serviços de saúde.

### **Resíduos domiciliares**

Os resíduos domiciliares são aqueles oriundos das residências, cuja composição é na sua maioria de resíduos orgânicos, possuindo um montante menor de plástico, papel, metal e vidro.

A qualidade da operação de coleta e transporte de resíduos sólidos depende da forma adequada do seu acondicionamento, armazenamento e da



disposição dos recipientes no local, dia e horários estabelecidos pelo órgão de limpeza urbana. A população tem, portanto, participação decisiva nesta operação. A importância do acondicionamento adequado está em:

- ✓ Evitar acidentes;
- ✓ Evitar a proliferação de vetores;
- ✓ Minimizar o impacto visual e olfativo;
- ✓ Facilitar a realização da etapa da coleta;
- ✓ Reduzir a heterogeneidade dos resíduos (no caso de haver coleta seletiva).

A escolha do tipo de recipiente mais adequado deve ser orientada em função: das características dos resíduos, da geração, da frequência da coleta, do tipo de edificação e do preço do recipiente. Os recipientes adequados para acondicionar o lixo domiciliar devem ter as seguintes características:

- ✓ Peso máximo de 30kg, incluindo a carga, se a coleta for manual;
- ✓ Dispositivos que facilitem seu deslocamento no imóvel até o local de coleta;
- ✓ Serem herméticos, para evitar derramamento ou exposição dos resíduos;
- ✓ Serem seguros, para evitar que os resíduos cortantes ou perfurantes possam acidentar os usuários ou os trabalhadores da coleta;
- ✓ Serem econômicos, de maneira que possam ser adquiridos pela população;
- ✓ Não produzir ruídos excessivos ao serem manejados;
- ✓ Possam ser esvaziados facilmente sem deixar resíduos no fundo.

Entre os recipientes, os considerados mais adequados para acondicionamento de resíduos domiciliares são: sacos plásticos, contêineres de plástico e contêineres metálicos.

Um sistema de coleta de resíduos domiciliares eficiente necessita estabelecer um recolhimento com dias e horários determinados, de pleno conhecimento da população, através de comunicações individuais a cada responsável pelo imóvel e de placas indicativas nas ruas. A população deve prestar sua colaboração, colocando lixo em locais próprios para este fim, acondicionando e posicionando embalagens adequadas, nos dias e horários marcados, com grandes benefícios para a higiene ambiental, a saúde pública, a limpeza e o bom aspecto dos logradouros públicos.

Com relação ao transporte dos resíduos sólidos domiciliares, existem diferentes tipos de veículos, desde os de tração animal até os dotados de dispositivos compactadores. Para escolha de veículo coletor, devem ser levados em consideração:

- ✓ Tipo e quantidade de resíduos sólidos gerados;
- ✓ Custos dos equipamentos;
- ✓ Condições e custos de operação e manutenção;
- ✓ Outras condições locais, tais como mão de obra, características das vias, densidades populacionais e tráfego.

Os principais equipamentos coletores para os resíduos domiciliares são:

- ✓ Reboque puxado por trator: indicado para a coleta de resíduos sólidos em cidades pequenas;
- ✓ Caminhão tipo baú: estes dispõem de caçamba basculante, com cobertura. Indicado para pequenos e médios núcleos urbanos ou para periferia de cidade grande. Utilizado também para a coleta seletiva, por não compactar os materiais que se destinam à reciclagem;
- ✓ Caminhão compactador: realiza a compactação dos resíduos, tendo assim, maior capacidade de transportar o lixo, indicado para coleta em áreas de maior densidade populacional.

A implementação de um centro de triagem dos resíduos e compostagem dos resíduos orgânicos, são medidas que devem ser priorizadas no município, uma vez que podem contribuir para a redução dos custos com o transporte dos resíduos/rejeitos, além de trazer outros benefícios, tais como:

- ✓ Geração de emprego e renda no próprio município;
- ✓ Reintegração de catadores na sociedade;
- ✓ A redução de custos com a coleta;
- ✓ Minimização de gastos para compra de caminhões adicionais.

A responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos domésticos é do titular, portanto a implementação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos deve estar dentro das suas prioridades.

O município de Tucano apresenta duas realidades, a urbana e a rural. A realidade urbana comporta o sistema de coleta de resíduos porta a porta, enquanto que na zona rural os domicílios são espaçados o que aumentaria o custo com o transporte. Para a realidade rural podem ser criados pontos coletores, nesses pontos os resíduos dos diversos municípios são aglomerados



e num período pré-determinado um caminhão coletor recolhe esses resíduos. A localização desse ponto deve ser escolhida levando em consideração a localização das residências, para que tenha a menor distância dos domicílios.

### **Resíduos Públicos**

Os resíduos considerados públicos são aqueles gerados pelas diversas atividades de limpeza urbana, realizadas pelas Prefeituras Municipais, como poda, capina e roçagem, varrição e outros serviços. O transporte desses resíduos públicos ao destino final geralmente é feito com os seguintes equipamentos: poliguindaste para operação de caçambas estacionárias, caminhão basculante, caminhão *roll-on/roll-off*, carreta e pá carregadeira (PMGIRS- Fortaleza, 2012).

Na realização do serviço os procedimentos e regras listas a seguir, deverão ser observadas:

- ✓ O serviço deverá ser realizado com todo o material necessário: vassouras, sacos de lixo e recipiente adequado para o lixo coletado nas varrições;
- ✓ A varrição deverá ser realizada diariamente, de segunda a sexta;
- ✓ Todos os resíduos gerados deverão ser recolhidos;
- ✓ Em caso de urgência, o serviço deverá ser realizado em qualquer hora ou dia;
- ✓ Os empregados deverão estar devidamente uniformizados e com equipamentos de segurança individuais e coletivos;
- ✓ Os resíduos orgânicos avindos do serviço de limpeza urbana, se possível e preferencialmente, deverão ser beneficiados por meio do processo de compostagem;
- ✓ Em caso da inexistência do processo de compostagem (resíduos orgânicos), a disposição final dos resíduos (varrição, poda e roçagem) deverá ser realizada em aterro sanitário de resíduos não perigosos (Classe II A), devidamente licenciado aos órgãos ambientais competentes.

### **Resíduos da construção civil**

A indústria da construção civil é a indústria que mais explora recursos naturais e a que mais gera resíduos sólidos também. No Brasil, a tecnologia construtiva aplicada favorece o desperdício na execução das novas edificações. Enquanto em países desenvolvidos a média de resíduos proveniente de novas edificações encontra-se abaixo de 100 kg/m<sup>2</sup>, no Brasil este índice gira em torno de 300kg/m<sup>2</sup> edificado.



Por causa de seu elevado peso específico aparente, o entulho de obras é acondicionado, normalmente, em contêineres metálicos estacionários de 4 ou 5m<sup>3</sup>, similares aos utilizados no acondicionamento dos resíduos público.

O grande problema do entulho está relacionado ao seu acondicionamento, pois os contêineres metálicos utilizados atrapalham a passagem de pedestres e/ou o trânsito, bem como o estacionamento de veículos. Além disso, o entulho de obra também consome muito espaço nos aterros, espaço este que poderia estar sendo utilizado para a destinação de outros tipos de resíduos não passíveis de reciclagem.

Dentro da concepção de desenvolvimento sustentável estabelecida pela Agenda 21, reduzir e utilizar os resíduos e subprodutos aparecem como tarefas fundamentais à sociedade atual. No caso do entulho de obra, os maiores desafios seriam:

- ✓ Reduzir o volume de entulho gerado, evitando a utilização dos escassos locais para sua disposição;
- ✓ Beneficiar a quantidade de entulho gerado, reutilizando-o no ciclo produtivo, diminuindo o consumo de energia e de recursos naturais.

Os resíduos da construção civil (RCC) devem ser segregados na fonte, obedecendo a Resolução CONAMA 307/02 e suas alterações (CONAMA 431/2011 e 448/2012) que os classificam em:

**Classe A** - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

**Classe B** - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e gesso ;

**Classe C** - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação;



**Classe D** - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Para o município de Tucano, uma alternativa é a criação de uma unidade de reciclagem de resíduo de construção civil, constituídas basicamente por um espaço para deposição do resíduo, uma linha de separação (onde a fração não mineral é separada), um britador, que processa o resíduo na granulometria desejada e um local de armazenamento, onde o entulho já processado aguarda para ser utilizado.

Esta unidade receberá os resíduos da construção civil segregados pelo gerador, exceto os de classe D, que devem ser retornados para o vendedor para que este encaminhe para o fabricante, definida pela PNRS como logística reversa.

Para bom funcionamento desta unidade é necessário à participação da comunidade segregando o resíduo e transportando até este local. Vale ressaltar que o Poder Público municipal pode se responsabilizar pelo transporte dos resíduos do pequeno gerador, criando pontos de entrega voluntária (PEVs) em locais estratégicos da cidade, a fim de garantir a coleta de RCC nos geradores mais distantes, evitando o descarte em locais inadequados e criação de pontos de entulho. Em relação ao grande gerador, este se responsabilizará pelo transporte e destinação adequada do resíduo.

Os resíduos Classe A deverão receber beneficiamento mínimo a fim de adquirir características que viabilizem a sua utilização em obras públicas, a exemplo de sub-base de pavimentação, recuperação de estradas vicinais, blocos de concreto e brita para a pavimentação de ruas, entre outros. O beneficiamento pode ser realizado através de utilização de equipamento móvel que realize a trituração desses resíduos, o qual pode ser adquirido por meio de consórcios entre municípios vizinhos.

Caso a geração futura de resíduos Classe A, ultrapasse a demanda das obras públicas, os resíduos podem ser enviados ao aterro de resíduos inertes com construção prevista pelo Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para o Estado da Bahia, elaborado pela Sedur. Estes

resíduos deverão ser dispostos de modo a permitir sua utilização, reciclagem futura ou futura utilização da área. Está previsto também por esse memorial a construção de uma PEV central de RCC.

Os resíduos Classe B deverão ser encaminhados junto aos resíduos domésticos passíveis de reciclagem para o centro de triagem. Os resíduos de Classe C serão armazenados em bobonas nos galpões previamente construídos na área de transbordo, transportados e destinados adequadamente. Em relação aos resíduos de Classe D, o gerador se responsabilizará pela destinação adequada do resíduo por meio de logística reversa.

Resolver a questão do RCC em Tucano é fundamental, já que o município possui pontos de descarte inadequado em diferentes pontos, principalmente na sede municipal.

### **Resíduos dos serviços de saúde**

Os resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são classificados pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 306, de 07 de dezembro de 2004 da Vigilância Sanitária, como:

**Grupo A** - Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção;

**Grupo B** - Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade;

**Grupo D** - Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares;

**Grupo E** - Materiais perfurocortantes ou escarificantes.

Ressalta-se que todas as unidades geradoras de RSS devem possuir um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), baseado nas características dos resíduos gerados, estabelecendo todas as diretrizes de manejo dos RSS. Para tanto é necessário definir as responsabilidades dos órgãos quanto à sua implantação e operacionalização.

É de responsabilidade da Prefeitura Municipal através das Secretarias de Saúde e do Meio Ambiente:



- ✓ A definição do PGRSS referente às unidades de saúde existentes no município, obedecendo a critérios técnicos, legislação ambiental e outras orientações regulamentares;
- ✓ A designação de profissional, para exercer a função de responsável pela implantação e fiscalização do PGRSS em todas as unidades de saúde;
- ✓ A capacitação, o treinamento e a manutenção de programa de educação continuada para o pessoal envolvido em todas as unidades de saúde na gestão e manejo dos resíduos;
- ✓ Fazer constar nos termos de licitação e de contratação sobre os serviços de coleta e destinação de resíduos de saúde, as exigências de comprovação de capacitação e treinamento dos funcionários das firmas prestadoras de serviço de limpeza e conservação que pretendam atuar no transporte, tratamento e destinação final destes resíduos;
- ✓ Requerer das empresas prestadoras de serviços terceirizados de coleta, transporte ou destinação final dos resíduos de serviços de saúde, a documentação definida no Regulamento Técnico da RDC 306 da ANVISA (licenças);
- ✓ Manter registro de operação de venda ou de doação dos resíduos destinados à reciclagem ou compostagem, obedecendo também o Regulamento Técnico da RDC 306 da ANVISA.
- ✓ Manter cópia do PGRSS disponível em cada unidade de saúde para consulta sob solicitação da autoridade sanitária ou ambiental competente, dos funcionários, dos pacientes e do público em geral.
- ✓ Os serviços novos ou submetidos a reformas ou ampliação devem encaminhar o PGRSS juntamente com o Projeto Básico de Arquitetura para a vigilância sanitária local, quando da solicitação do alvará sanitário;
- ✓ A responsabilidade, por parte dos detentores de registro de produto que gere resíduo classificado no Grupo B, de fornecer informações documentadas referentes ao risco inerente do manejo e disposição final do produto ou do resíduo. Estas informações devem acompanhar o produto até o gerador do resíduo (PGIRS - Rio Negro/PR, 2008).

É de responsabilidade dos órgãos públicos responsáveis pelo gerenciamento de resíduos, a apresentação de documento aos geradores de resíduos de serviços de saúde, certificando a responsabilidade pela coleta, transporte e destinação final dos resíduos de serviços de saúde, de acordo com as orientações dos órgãos de fiscalização ambiental.

É de responsabilidade das empresas prestadoras de serviços terceirizados a apresentação de licença ambiental para as operações de coleta, transporte ou destinação final dos resíduos de serviços de saúde, ou de licença de operação fornecida pelo órgão público responsável pela limpeza urbana para os casos de operação exclusiva de coleta.



É de responsabilidade do fabricante e do importador de produto que gere resíduo classificado fornecer informação documentada referente ao risco inerente ao manejo e destinação final do produto ou do resíduo. Estas informações devem acompanhar o produto até o gerador do resíduo.

O armazenamento dos resíduos é uma etapa importante na implantação do gerenciamento do RSS. Segundo Penido (2001), é recomendada as seguintes regras para o armazenamento dos resíduos de serviços de saúde:

- ✓ Todo resíduo infectante, no momento de sua geração, tem que ser disposto em recipiente próximo ao local que foi gerado;
- ✓ Os resíduos infectantes devem ser acondicionados em sacos plásticos brancos leitosos, em conformidade com as normas técnicas da ABNT, devidamente fechados;
- ✓ Os resíduos perfurocortantes (agulhas, vidros etc.) devem ser acondicionados em recipientes especiais para este fim;
- ✓ Os resíduos procedentes de análises clínicas, hemoterapia e pesquisa microbiológica têm que ser submetidos à esterilização no próprio local de geração.

Os resíduos infectantes e especiais devem ser coletados separadamente dos resíduos comuns. Os resíduos radioativos devem ser gerenciados em concordância com resoluções da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Após o acondicionamento, os resíduos deverão ser armazenados em área autorizada pelo órgão de controle ambiental, à espera do tratamento ou disposição final adequada, desde que atenda às condições básicas de segurança. Os empregados deverão utilizar todos os equipamentos de proteção individual necessários para realização do serviço.

Quanto à coleta e transporte, recomenda-se observar os seguintes procedimentos:

- ✓ A coleta deverá ser realizada no mínimo 2 vezes por semana;



- ✓ A empresa e/ou municipalidade responsável pela coleta externa dos resíduos de serviços de saúde devem possuir um serviço de apoio que proporcione higienização e manutenção dos veículos, lavagem e desinfecção dos EPI, e higienização corporal;
- ✓ O veículo coletor deve atender aos parâmetros estabelecidos pela NBR 12.810, item 5.2.3.1;
- ✓ Os resíduos comuns podem ser coletados e transportados em veículos de coleta domiciliar;
- ✓ Em caso de acidente de pequenas proporções, a própria guarnição deve retirar os resíduos do local atingido, efetuando a limpeza e desinfecção simultânea, mediante o uso dos equipamentos auxiliares mencionados no item 5.2.3. da NBR 12.810;
- ✓ Em caso de acidente de grandes proporções, a administração responsável pela execução da coleta externa deverá notificar imediatamente os órgãos municipais e estaduais de controle ambiental e de saúde pública.

O tratamento deverá ser realizado conforme cada grupo de resíduo. Os resíduos grupo E (perfuro cortantes) deverão ser realizados processos, físico (autoclavagem ou micro-ondas) ou outros processos que vierem a ser validados para a obtenção de redução ou eliminação da carga microbiana. Os resíduos grupo B (sólidos com características de periculosidade), se possível e preferencialmente, os resíduos químicos no estado sólido que apresentam risco à saúde ou ao meio ambiente devem ser tratados (tratamento térmico) ou atender aos parâmetros estabelecidos no processo para a destinação final. Os resíduos biológicos devem receber tratamento prévio de esterilização e desinfecção.

Quanto à destinação final, os resíduos grupo B caso não sejam encaminhados à reutilização ou reciclagem, eles deverão ser dispostos em aterro sanitário de resíduos perigosos (Classe I). Os resíduos do grupo D, se possível e preferencialmente, devem ser beneficiados pelos processos de reutilização e reciclagem, porém em caso da inutilização dos processos

descritos anteriormente, deverão ser encaminhados ao aterro sanitário (Classe II A), juntamente com os resíduos biológicos.

### **Resíduos Agrosilvopastoris**

Os resíduos agrosilvopastoris são aqueles gerados nas atividades de agropecuária e silvicultura, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades. Em Tucano, são realizadas atividades de pecuária, da qual são originados resíduos característicos à atividade.

Estes resíduos são classificados em orgânico e inorgânico. Os orgânicos são aqueles originados dos dejetos pelos animais e das indústrias ligadas à pecuária como abatedouro e laticínio. Dentre os inorgânicos destacam-se os insumos veterinários da pecuária.

Os geradores desse tipo de resíduo estão sujeitos à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305) e Política Estadual de Resíduos Sólidos da Bahia (Lei nº 12.932).

Os resíduos gerados nessas atividades podem ser reaproveitados quando possível, como por exemplo, a utilização de produtos agrícolas que não estão no padrão do mercado na alimentação animal ou como fonte de nutrientes para a agricultura. As embalagens de fertilizantes podem ser reutilizadas também, para ensacar esterco, pedras, serragem, calcário ou terra, como evidenciado por ROSSETO e SAMBUICHE (2011).

Se não for possível realizar o reaproveitamento o resíduo deve ser encaminhado à reciclagem, se não for possível realizar a reciclagem os resíduos devem ser encaminhados ao aterro, porém precedido de tratamento adequado.

Os resíduos gerados na atividade de pecuária como os insumos veterinários, devem ter o mesmo destino que os resíduos de serviço de saúde sendo encaminhados para empresa responsável pelo manejo desses resíduos.

#### **7.4.3.3 Critérios para implantação de pontos de apoio ao sistema de limpeza**



A garantia da qualidade e cobertura dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos depende diretamente da capacidade de atuação da administração pública ou de empresa terceirizada, além de ser reflexo do correto dimensionamento de recursos humanos, equipamentos e unidades operacionais (PMSB Matinhos - PR, 2014).

No sistema de limpeza, os pontos de apoio estão incluídos nas unidades operacionais, e podem ser classificados como aqueles destinados ao apoio à varrição e outros destinados à coleta.

### **Micropontos de apoio à varrição**

Segundo BARROS (2012) os pontos de apoio à varrição são instalações que contenham espaço para refeitório, vestuário, garagem, oficina mecânica entre outros, a escolha da localização desses pontos depende do tamanho do município. Deste modo, o ponto de apoio está relacionado com a eficiência do trabalho de varrição e a escolha de sua localização deverá garantir uma melhor condição de trabalho.

A definição da quantidade de pontos de apoio deverá levar em consideração o tempo gasto com o deslocamento, como foi apontado por Barros (2012). Uma forma de otimização é a implantação de micropontos, que deverão conter: cozinha, sanitário, espaço para armazenar os equipamentos desde as ferramentas até os cartazes de educação ambiental.

A distribuição dos pontos deve obedecer a distribuição dos varredores nas ruas, procurando sempre estar localizados próximo das áreas de varrição ou pontos de encontro das áreas de atuação dos varredores, diminuindo o tempo de deslocamento.

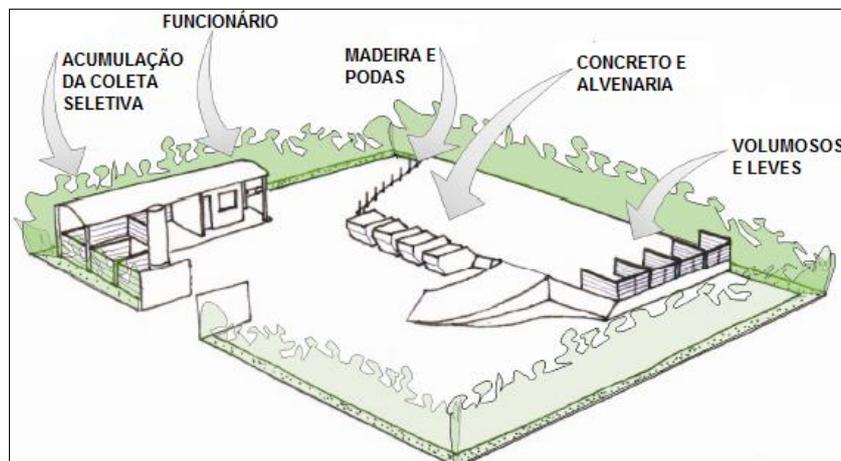
Já os pontos de apoio à coleta são unidades instaladas no sentido de encontrar alternativas para evitar a recorrência de problemas que influenciam diretamente na qualidade dos serviços de limpeza urbana, como acúmulo de resíduos por falta de coleta, resíduos da construção civil e podas abandonados em terrenos baldios ou usados para aterramento, além de viabilizar a implantação da coleta seletiva e apoio às campanhas de educativas.

Deste modo, destacam-se os Pontos de Entrega Voluntária (PEV) ou ecopontos, e Locais de Entrega Voluntária (LEV), cujos critérios de implantação e operação serão elencados a seguir.

### **Ponto de Entrega Voluntária (PEV)**

De maneira geral, tanto os PEVs quanto os LEVs deverão estar situados em locais de fácil acesso. Os PEV recebem resíduos da construção civil, dessa forma o ponto deve apresentar uma grande área para disposição, podendo ter caçambas (contêineres) para acumular os resíduos e facilitar a retirada. Esse ponto será responsável por receber resíduos apenas de pequenos geradores. Os PVEs ainda podem conter área reservada para resíduos volumosos como móveis usados, madeira, poda de árvore, materiais da coleta seletiva e local de apoio para os funcionários (Figura 6).

*Figura 6 – Croqui do PEV*



*Fonte: PMSB Matinhos - PR, 2014*

Geralmente a utilização de áreas públicas já degradadas por descarte irregular de resíduos sólidos é preferida, em virtude de fazer parte do hábito da população residente ao redor e auxiliar no processo educativo e de conscientização da comunidade sobre melhores práticas em gestão e manejo dos resíduos sólidos.

Segundo a NBR 15.112/2004, alguns critérios e aspectos técnicos devem ser observados na implantação de PEVs, tais como:



- ✓ Isolamento da área através de cercamento do perímetro da área de operação, de maneira a controlar a entrada de pessoas e animais;
- ✓ Identificação visível e descritiva das atividades desenvolvidas;
- ✓ Equipamentos de proteção individual, proteção contra descargas atmosféricas e de combate a incêndio;
- ✓ Sistemas de proteção ambiental, como forma de controlar a poeira, ruídos;
- ✓ Sistemas de drenagem superficial e revestimento primário do piso das áreas de acesso, operação e estocagem, utilizável em qualquer condição climática.

A quantificação mensal e acumulada de cada tipo de resíduo recebido e a quantidade e destinação dos resíduos triados são importantes condicionantes para operação e funcionamento apresentadas para um PEV pela NBR 15.112/2004, destacam-se, ainda, as seguintes diretrizes de operação:

- ✓ Restrição de recebimento de cargas de resíduos da construção civil constituídas predominantemente por resíduos de classe D;
- ✓ Triagem, classificação e acondicionamento em locais diferenciados de todo o resíduo recebido;
- ✓ Destinação adequada dos rejeitos;
- ✓ Evitar o acúmulo de material não triado;
- ✓ Resíduos volumosos devem ter como destino a reutilização, reciclagem, armazenamento ou disposição final.

Outros critérios e fatores podem ser elencados como forma de aumentar a eficiência dos PEV, tais como o constante incentivo à entrega voluntária dos resíduos pelos geradores e coletores de pequenos volumes; o agrupamento dos pequenos coletores (carrinheiros e autônomos) próximo aos locais de entrega e a promoção da participação de instituições locais, tais como escolas e associações de moradores, contribuindo com a educação ambiental (PMSB Matinhos - PR, 2014).

## Local de Entrega Voluntária (LEV)

Os LEVs são caçambas, contêineres ou conjunto de recipientes devidamente identificados para o depósito de resíduos recicláveis segregados pelos próprios geradores. Devem estar localizados em pontos de fácil acesso à população tendo uma quantidade mínima por cidade e situados em pontos estratégicos para ter a maior área de abrangência e auxiliar nas campanhas de conscientização e educação ambiental.

Estas unidades de pequeno porte devem ser instaladas em pontos estratégicos do município, em geral locais com grande fluxo de pessoas e de fácil acesso para carga ou descarga. A Resolução CONAMA 275/2001 apresenta padrões para identificação destes recipientes, conforme apresenta o Quadro 23.

Quadro 23 – Padrão de cores para os diferentes tipos de resíduos recicláveis

Tipo de resíduos recicláveis	Cor
Papel e papelão	Azul
Plástico	Vermelho
Vidro	Verde
Metal	Amarelo
Madeira	Preto

Fonte: CONAMA 275/2001

Para um bom dimensionamento físico dos LEVs devem ser considerados fatores como os principais tipos de resíduos gerados na área de abrangência e a disponibilidade e frequência com que se realizará a coleta. Com vistas à facilidade de manutenção e conservação da unidade, recomenda-se que a unidade seja protegida da chuva. Na Figura 7 os recipientes apresentam geometria e tamanhos distintos, influenciado pelo tipo de resíduo e a quantidade gerada.

Figura 7 – LEV implantado em Belo Horizonte - MG



*Fonte: PBH/Assessoria de Comunicação, 2015*

Outro aspecto técnico a ser observado é referente às aberturas para deposição dos resíduos, que devem estar a uma altura compatível com o público alvo da localidade instalada. Em situações onde o público alvo é predominantemente infantil (em escolas, por exemplo), estas aberturas devem estar a uma altura.

*Figura 8 – LEV implantado em Cotia - SP*



*Fonte: Camil, 2015*

As estruturas dos LEVs (Figura 8) podem ser exploradas para a publicidade e educação ambiental, estimulando a coleta seletiva e despertando a conscientização ambiental. Entretanto, o sucesso de seu funcionamento está diretamente ligado à efetividade de tais ações de estímulo à adesão ao programa local de coleta seletiva.

Descrição das formas e dos limites de participação do poder público local na coleta seletiva e logística reversa

## **Coleta Seletiva**



Segundo a Lei nº 12.305/2010, a coleta seletiva consiste na coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição. O Decreto nº 7.404/2010, no seu artigo 9, § 1º diz que a implantação do sistema de coleta seletiva é instrumento essencial para se atingir a meta de disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, conforme disposto no art. 54 da Lei nº 12.305, de 2010. As vantagens desse processo estão descritas a seguir:

- ✓ Diminui a quantidade final de resíduos destinados ao aterro, aumentando a vida útil deles;
- ✓ Diminui os gastos com os resíduos;
- ✓ Reduz o desperdício de energia e de recursos extraídos da natureza;
- ✓ Diminui a poluição do solo, da água, do ar e evita o desmatamento;
- ✓ Gera trabalhos para comunidade;
- ✓ Melhora a qualidade de vida da população.
- ✓ O modelo de coleta seletiva proposto para o município de (NOME DO MUNICÍPIO), é aquele que a população separa os resíduos domésticos em três grupos:
  - ✓ Materiais orgânicos (úmidos): compostos por restos de alimentos, podas;
  - ✓ Rejeitos: composto por fraldas descartáveis, resíduos de banheiro;
  - ✓ Materiais recicláveis (secos): composto por papéis, metais, vidros e plásticos.

Após a separação a população deve dispor os resíduos nos dias e horários previamente definidos em recipientes que impeçam a ação de animais como cachorros, para serem coletados. Os tipos de coleta seletiva exclusiva de resíduos recicláveis são:

- ✓ “Coleta Porta a Porta”: a mais comum e adotada, tendo apenas por barreira a questão de custos, considerando-se que há gastos exclusivos



de transporte. Contudo este tipo de coleta cada vez mais ganha calendários semanais por bairro numa forma correta que as administrações municipais vêm agindo visando economias em longo prazo;

- ✓ Pontos de Entrega Voluntária: Consiste na instalação de contêineres ou recipientes em locais públicos para que a população, voluntariamente, possa fazer o descarte dos materiais separados em suas residências;
- ✓ Pontos de Entrega Voluntários associados com a Logística Reversa: a coleta efetuada nestes pontos de entrega abrange os resíduos especificados em lei, contemplados na Logística Reversa. Não necessariamente os custos desta coleta são de responsabilidade da administração pública.

Para o município propõe-se a coleta porta a porta na sede municipal e para as residências dispersas na zona rural é sugerida a criação de pontos de entrega voluntária, devido a distância significativa entre as residências, a fim de facilitar o trabalho.

Após a coleta, os resíduos orgânicos domésticos deverão ser encaminhados, juntamente com os resíduos públicos (podas e capina de árvores) para pátio de compostagem, os resíduos recicláveis (secos) para um galpão de triagem, equipada com mesas de catação, para que seja feita uma separação mais criteriosa dos materiais visando à comercialização dos mesmos. E os rejeitos advindos das residências, assim como os provenientes da triagem devem ser transportados até a unidade de destinação final adequada, um aterro sanitário.

Entretanto, cabe ressaltar que o Programa de Coleta Seletiva pra Tucano deve ser realizado englobando as etapas de planejamento, implantação e manutenção, onde se deve conhecer quem realizará a coleta seletiva, o que será produzido, qual será o uso e/ou para quem serão vendidos esses materiais.

Portanto, para viabilizar a coleta seletiva, estimular a geração de emprego e renda, e oferecer melhores condições de trabalho aos catadores de



recicláveis que atuam no lixão, recomenda-se o fortalecimento da cooperativa de reciclagem, convocando preferencialmente estes profissionais que já atuam na coleta, de maneira a fortalecer seu vínculo com o poder público. A Prefeitura poderá apoiar com a disponibilização de terreno para a implantação do galpão, veículos de coleta, poderá adquirir equipamentos e/ou capacitação junto aos governos estadual e federal, ou apoiar com fardamentos e EPIs, entre outras iniciativas.

Em prazo emergencial, o titular poderá optar em contratar cooperativas e associações de catadores de resíduos sólidos para a prestação dos serviços de coleta, triagem, beneficiamento e comercialização de resíduos sólidos recicláveis e reutilizáveis e orgânicos.

Para a obtenção do sucesso desse programa, será necessário promover a sensibilização ambiental dos diferentes públicos como a população, para que a mesma separe os resíduos e disponham no local e horário adequados, para os produtores de mercadorias, para as empresas e cooperativas recicladoras e o próprio poder público.

### **Logística reversa**

Conceitualmente, logística reversa é o planejamento, a operação e o controle do fluxo das mercadorias produzidas e vendidas, ficando assim o produtor responsável por dar uma destinação a produtos já consumidos e que podem voltar a sua origem para serem armazenados, reutilizados e reciclados, ou que necessitam ser depositados em locais adequados (CUNHA e FREITAS, 2013).

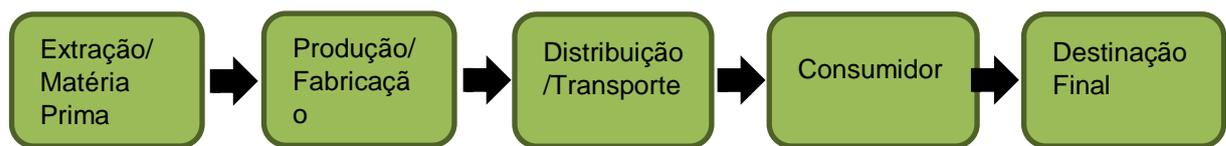
A logística reversa vem sendo cada vez mais exigida pela legislação, uma vez que é um instrumento capaz de diminuir a extração de matérias primas, diminuir a geração de passivos ambientais e garantir a destinação ambientalmente correta dos resíduos.

Para a sua implantação é necessária à participação dos diversos elos da cadeia produtiva: consumidores, distribuidores, produtores e o poder público. Cada um dos agentes com papel fundamental para o sucesso do processo. Entre os agentes privados em potencial que poderão participar da logística

reversa em Tucano, estão: mercadinhos, supermercados, lojas de eletrônico e/ou eletrodoméstico, posto de combustíveis, oficinas mecânicas, entre outros.

Para o entendimento da logística reversa, faz-se necessário avaliar o ciclo de vida dos materiais, e como esses se tornam um resíduo. Resumidamente, o ciclo inicia-se como matéria-prima (extração), passando pela indústria, onde ocorre sua produção, pela rede de distribuição, pelo consumidor e por fim para sua destinação final como resíduo (Figura 9).

*Figura 9 - Ciclo de vida dos materiais*



Por se tratar de um ciclo aberto, onde no final o material é descartado, muitas vezes de forma incorreta em lixões ou aterros impróprios, ocupando espaço dos aterros sanitários existentes e gerando um grande impacto ambiental, alguns resíduos foram enquadrados como de logística reversa evitando assim que as empresas produtoras fiquem apenas com o lucro das mercadorias e passem a compartilhar com a sociedade a responsabilidade pelos impactos desses produtos no ambiente.

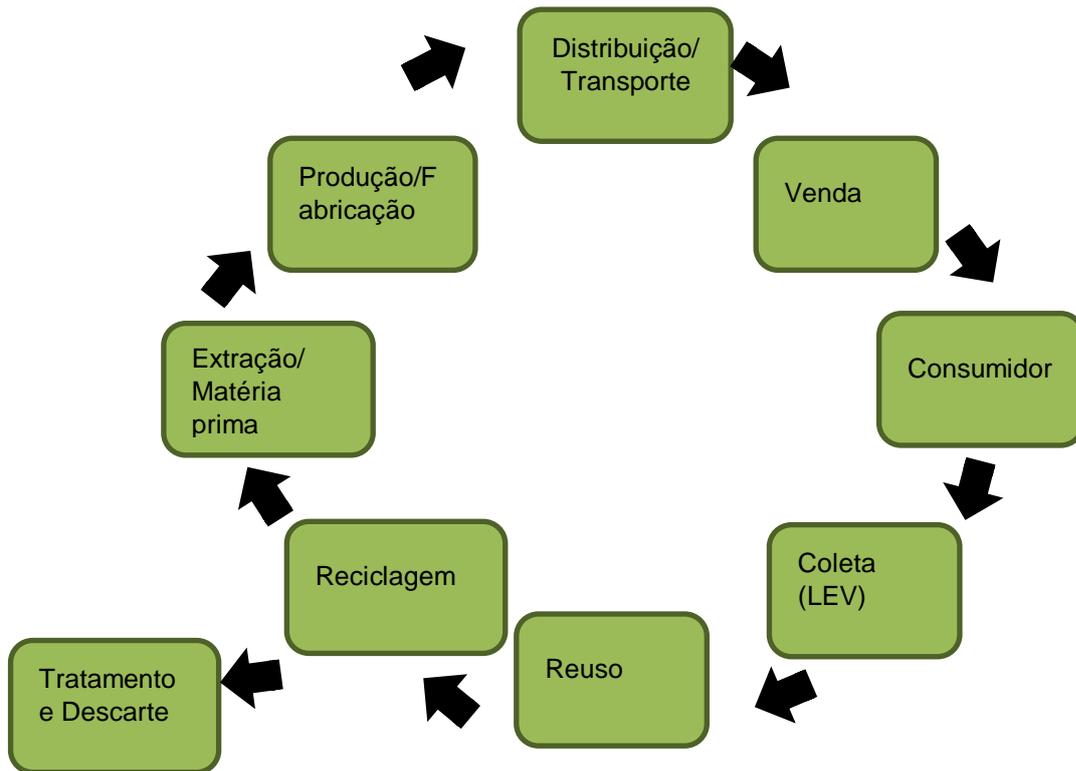
Assim, a PNRS coloca o sistema de logística reversa como um instrumento dependente da responsabilidade compartilhada dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes pelo ciclo de vida dos produtos, sendo esses responsáveis pelo retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e pelo manejo dos resíduos sólidos.

Os materiais sujeitos a esse instrumento são: agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, e lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, produtos eletroeletrônicos e seus componentes, assim como resíduos, embalagens e outros produtos, que após o uso constituem resíduos perigosos.

O Decreto Federal nº. 7.404/2010 veio regulamentar a PNRS com a mesma definição para logística reversa no artigo 13, onde diz que a logística reversa é o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado pelo conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Com tais medidas, o ciclo de vida dos materiais passa a receber um novo delineamento, deixando de ser aberto, onde o resíduo gerado após o uso da mercadoria pelo consumidor é encaminhado para a disposição final, passando a ser um ciclo fechado como indicado na Figura 10. Neste novo conceito, o material encaminhado para disposição final após tratamento deverá ser o mínimo possível.

Figura 10 – Novo ciclo de vida dos materiais proposto pela logística reversa



O Poder Público local pode fazer a destinação adequada de uma pequena parte de materiais que não fazem parte da Logística Reversa, entretanto, em contrapartida, deve negociar com as empresas para que esta política seja implementada de maneira eficiente, as cadeias da política de logística reversa já foram definidas pelo CONAMA.

Este instrumento legal define que a logística reversa será executada e operacionalizada através de acordos setoriais, normas expedidas pelo Poder Público local ou termos de compromisso (Confederação Nacional dos Municípios, 2013).

Os acordos setoriais serão estabelecidos entre a Prefeitura e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes para a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, podendo ser iniciado por qualquer um dos agentes com a abertura de editais de chamamento ou apresentação de proposta formal.

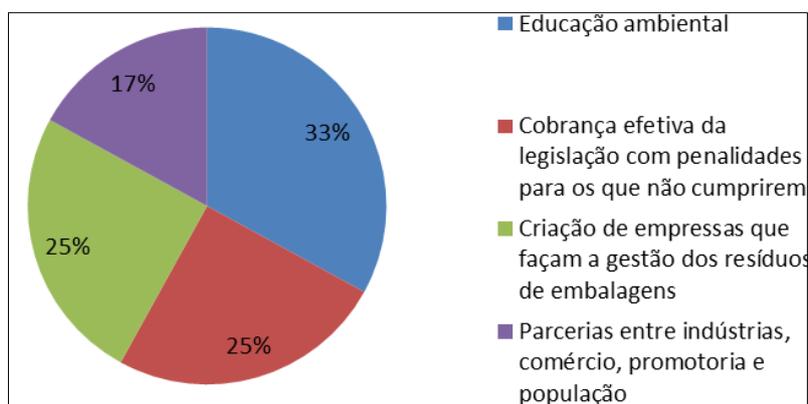
Os regulamentos serão divulgados por decreto publicado pela Prefeitura, antecedidos de consulta pública para implantação direta da Logística Reversa (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS, 2013).

Os termos de compromisso serão efetivados pelo Poder Público com os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, devendo ser confirmados oficialmente pelo órgão ambiental competente. Estes termos visam o estabelecimento da Logística Reversa quando não houver um acordo setorial ou regulamento específico ou para a fixação de compromissos e metas mais exigentes que o previsto em acordo setorial ou regulamento.

A logística reversa é dever do gerador do passivo, isto é, seu fabricante. Porém na prática essa cadeia depende de todos os agentes envolvidos, sendo de papel fundamental a educação ambiental como processo contínuo, para atingir os usuários finais dos produtos.

Segundo pesquisa realizada por Marchese (2013), os fatores mais importantes para a implantação da logística reversa são a educação ambiental, a aplicação da legislação, a existência das empresas desse serviço e os acordos setoriais, como é demonstrado na Figura 11.

Figura 11 - Gráfico das questões importantes para a Logística Reversa



Fonte: MARCHESE, 2013

Além disso, é importante investir em pesquisa e na estruturação desse novo mercado, já que a logística reversa, e conseqüentemente, a reutilização e reciclagem dos materiais geram benefícios ambientais, diminui a quantidade de lixo levada para aterros sanitários, diminui custos associados aos processos e ainda gera emprego e renda para a população envolvida.



É papel da Prefeitura, fiscalizar o funcionamento do sistema de destinação final, licenciar o funcionamento das Unidades de Recebimento de acordo com os órgãos competentes do Estado da Bahia e Resolução CONAMA 334/2003, apoiar os esforços de educação e a conscientização do produtor do resíduo quanto às suas responsabilidades dentro do processo em conjunto com fabricantes e comerciantes.

O papel do poder público se mostra fundamental para todo processo, sendo que este deve realizar o licenciamento e fiscalização, além de incentivar as campanhas de conscientização, que não seria efetiva apenas com os esforços dos fabricantes.

#### **7.4.4 Definição das responsabilidades no serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos**

Para que haja um bom funcionamento dos serviços públicos de limpeza urbana é de fundamental importância que em toda a estrutura de gestão sejam indicados claramente os responsáveis por cada atividade. O Ministério do Meio Ambiente (2013) por meio do Curso de Elaboração de Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos define essas responsabilidades:

##### **Responsabilidade dos cidadãos**

- ✓ Estando o munícipe domiciliado na área de abrangência da coleta seletiva, ele será obrigado a separar os resíduos sólidos, no mínimo, em orgânicos, recicláveis e rejeitos, sendo que, observadas as metas estabelecidas neste plano e as orientações da Prefeitura, a separação dos resíduos sólidos recicláveis poderá se estender a parcelas específicas;
- ✓ O munícipe residente em áreas rurais que não for atendido pela coleta direta deverá dispor seus resíduos nos contentores públicos estrategicamente disponibilizados pela prefeitura;
- ✓ O munícipe providenciará a correta e adequada embalagem de materiais pontiagudos, perfurantes, perfurocortantes e escarificantes utilizados na residência, de modo a prevenir acidentes;



- ✓ Os resíduos perigosos ou aqueles de que trata o artigo 33 da Lei nº 12.305/2010 deverão ser devolvidos/descartados em PEVs, LEVs ou outros locais disponibilizados pelo setor privado ou pelo poder público especificamente para este fim (lâmpadas, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, óleos comestíveis etc.);
- ✓ Os resíduos da construção civil (RCC) provenientes de pequenos geradores (até 1m³) – e, portanto, passíveis de serem coletados pela prefeitura – deverão estar acondicionados em separado de qualquer outro resíduo, consoante Resoluções CONAMA nº 307/2002 e nº448/2012.

Em caso de descumprimento de suas obrigações o munícipe pode ficar sujeito ao pagamento de multas, a serem definidas em lei específica, estabelecendo forma de fiscalização e cobrança.

### **Responsabilidade do Poder Público**

- ✓ Proceder à coleta convencional dos rejeitos em frequência não inferior a:

I - 1 vez por semana nos domicílios localizados em áreas urbanas (sistema porta a porta – coleta direta). Entretanto o Plansab considera atendimento adequado aquele realizado todos os dias ou pelo menos em dias alternados;

II - 1 vez por semana nos contentores públicos localizados em áreas rurais (sistema ponto a ponto – coleta indireta);

- ✓ Caberá à Prefeitura dimensionar equipes e equipamentos necessários, definir setores e roteiros de coleta, e demais procedimentos operacionais específicos;
- ✓ Proceder à coleta seletiva dos resíduos sólidos (recicláveis e orgânicos) em frequência não inferior a:

I - 2 vezes por semana nos domicílios localizados em áreas urbanas (sistema porta a porta – coleta direta);



II - 2 vezes por semana nos contentores públicos localizados em áreas rurais (sistema ponto a ponto – coleta indireta);

III - 2 vezes por semana nos PEVs, LEVs e outros locais definidos para receber os materiais recicláveis (mercearias e supermercados, postos de combustíveis, lojas de material de construção, escolas etc.).

- ✓ Estimular a formação e a capacitação de cooperativas e associações de catadores de resíduos sólidos recicláveis, contribuindo para a sua instalação com a adequada infraestrutura, veículos e equipamentos;
- ✓ Contratar cooperativas e associações de catadores de resíduos sólidos para a prestação dos serviços de coleta, triagem, beneficiamento e comercialização de resíduos sólidos recicláveis, reutilizáveis e orgânicos, mediante permissão total ou parcial da atividade;
- ✓ Garantir, mediante prestação direta ou terceirização, o serviço de disposição ambientalmente adequada dos rejeitos em aterro sanitário dotado de licença ambiental válida, cujo projeto e operação estejam de acordo com as normas técnicas ABNT NBR 8419/1992 e NBR 13896/1997.

I - Também será considerada unidade de disposição ambientalmente adequada o aterro sanitário de pequeno porte de que trata a norma técnica ABNT NBR 15.849/2010 e a resolução CONAMA nº 404/2008, desde que observada a manutenção das suas licenças ambientais;

II - a Prefeitura deverá apresentar anualmente ao órgão ambiental do município o Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) do aterro sanitário, a ser aferido por meio da metodologia proposta pela CETESB (2012), cujo limite deverá ser maior ou igual a 7,0.

- ✓ Desenvolver modelagem econômico financeira dos programas e ações relacionadas à educação ambiental, garantindo assim a sua implementação e, conseqüentemente, a sensibilização e participação efetiva da população na gestão dos resíduos sólidos;



- ✓ Executar os serviços de limpeza urbana, observando os critérios de qualidade;
- ✓ Elaborar e manter atualizado o cadastro único de empreendimentos e atividades com geração diferenciada de resíduos sólidos de que trata o artigo 20 da Lei nº 12.305/2010, bem como exigir os seus devidos Planos de Gerenciamento;
- ✓ Conduzir, junto às entidades responsáveis, negociação para a implementação da logística reversa das cadeias já definidas por acordo setorial ou regulamento (Leis ou resoluções CONAMA).
- ✓ Providenciar alternativas para a comercialização do material proveniente da coleta seletiva;
- ✓ Cumprir obrigações estabelecidas em contrato de consórcio, se houver;
- ✓ Caberá ao município a elaboração e revisão do Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde (PGRSS) das unidades públicas de saúde existentes;
- ✓ A gestão dos Resíduos dos Serviços de Saúde provenientes de unidades públicas de saúde observará as Resoluções RDC ANVISA nº 306/2004 e CONAMA nº 358/2005 e a Norma CNENNE-6.05, quando couber, sendo fixados os seguintes procedimentos operacionais: manejo, segregação, acondicionamento, identificação, transporte interno, armazenamento intermediário, tratamento, armazenamento externo, coleta e transporte externos;
- ✓ Promover evento anual para colher as percepções da população sobre os serviços prestados e para debater assuntos relativos à cobrança dos serviços, ao desenvolvimento de novas ações e programas, entre outros;
- ✓ Dispor e divulgar um canal de contato (telefone 0800), ou site, por meio do qual o munícipe requererá algum serviço (coleta de volumosos) ou fará críticas, denúncias e sugestões sobre o serviço prestado;



### Responsabilidade do setor privado

- ✓ Os geradores de resíduos sólidos enquadrados no artigo 20 da Lei nº 12.305/2010 deverão elaborar os seus respectivos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS);
- ✓ Providenciar a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos provenientes dos seus processos produtivos ou decorrentes dos seus serviços, consoante legislação aplicável;
- ✓ Participar dos acordos setoriais para implementação das cadeias da logística reversa, esses acordos devem ser feitos para que o art. 33 da Lei nº 12.305 de 2010 seja atendido;
- ✓ Consoante à Resolução CONAMA nº 416/2009, os estabelecimentos de comercialização de pneus são obrigados, no ato da troca de um pneu usado por um pneu novo ou reformado, a receber e armazenar temporariamente os pneus usados entregues pelo consumidor, sem qualquer tipo de ônus para este, adotando procedimentos de controle que identifiquem a sua origem e destino.
- ✓ Pagar pelos serviços executados pela Prefeitura, quando couber.

### Critérios de escolha da área para aterro dos resíduos inertes

Segundo SCHNEIDER *et.al.* (2013), a Resolução CONAMA 307/02 atribuiu às administrações locais, desde 2004, a responsabilidade da implantação de Planos Integrados de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, com o objetivo de disciplinar as atividades de manejo de resíduos da construção e demolição (RCD) dos agentes públicos e privados. O Plano deverá atender, no mínimo, aos seguintes aspectos:

- ✓ Os geradores, públicos ou privados, são responsáveis pela destinação correta desses resíduos. Proíbe a deposição de resíduos da construção civil e demolição em bota-foras e aterros sanitários;
- ✓ Os RCC e inertes deverão ser destinados a Pontos de Entrega de Pequenos Volumes (PEV), Áreas de Transbordo e Triagem (ATT), áreas



de reciclagem ou aterros de resíduos da construção civil. Um conjunto de Normas Técnicas Brasileiras, NBRs 15.112, 15.113 e 15.114, 15.115 e 15.116, especificam os procedimentos necessários para a realização das atividades de projeto, implantação e operação das unidades de manejo, reaproveitamento e disposição final desses resíduos.

Segundo a NBR 15.113/2004 o local destinado à implantação de aterros de resíduos da construção civil Classe A, entendidos como aqueles resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados e resíduos inertes, deve ser selecionado segundo alguns critérios básicos:

- ✓ Minimizar os impactos gerados, nos diversos compartimentos ambientais (físico, biótico e social);
- ✓ Obter a aceitação da instalação pela população;
- ✓ Estar de acordo com a legislação de uso do solo e com a legislação ambiental.

Vale lembrar que segundo a Resolução CONAMA 448/2012 que altera a Resolução CONAMA 307/2002, os aterros de resíduos Classe A são locais destinados à reservação de material para uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confina-los ao menor volume possível sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente. Para a avaliação da adequabilidade de um local a estes critérios, os seguintes aspectos devem ser observados:

- ✓ Geologia e tipos de solos existentes: solos mais espessos, declividade apropriada;
- ✓ Hidrologia: fora de áreas inundáveis, alagáveis, distância de cursos d'água e lençol freático profundo;
- ✓ Passivo ambiental;
- ✓ Vegetação: deve estar fora de áreas de restrição ambiental e menor influência com a fauna e flora;



- ✓ Disponibilidade de vias de acesso;
- ✓ Área e volume disponíveis e vida útil;
- ✓ Distância de núcleos populacionais: baixa influência à rotina da população.

Como condições mínimas para funcionamento, o aterro de resíduos inertes e aqueles da construção civil Classe A, deve conter:

- ✓ Acessos: internos e externos protegidos, executados e mantidos de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas;
- ✓ Isolamento: cercamento no perímetro da área em operação, construído de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas e animais; portão junto ao qual seja estabelecida uma forma de controle de acesso ao local; anteparo para proteção quanto aos aspectos relativos à vizinhança, ventos dominantes e estética, como, por exemplo, cerca viva arbustiva ou arbórea no perímetro da instalação;
- ✓ Sinalização: na(s) entrada(s) e na(s) cerca(s) que identifique(m) o empreendimento;
- ✓ Iluminação e energia: o local deve dispor de iluminação e energia que permitam uma ação de emergência, a qualquer tempo, e o uso imediato dos diversos equipamentos (bombas, compressores, etc.).
- ✓ Comunicação: o local deve possuir sistema de comunicação para utilização em ações de emergência.
- ✓ Análise de resíduos: nenhum resíduo pode ser disposto no aterro sem que seja conhecida sua procedência e composição.
- ✓ Treinamento: os responsáveis pelo aterro devem fornecer treinamento adequado aos seus funcionários, incluindo pelo menos a forma de operação do aterro, dando-se ênfase à atividade específica a ser desenvolvida pelo indivíduo, e os procedimentos a serem adotados em casos de emergência.



- ✓ Proteção das águas subterrâneas e superficiais: aterro deve prever sistema de monitoramento das águas subterrâneas, no aquífero mais próximo à superfície, podendo esse sistema ser dispensado, a critério do órgão ambiental competente, em função da condição hidrogeológica local.

#### Identificação de áreas favoráveis para instalação de aterro sanitário

A Lei nº 12.305/10 apresenta distinção entre destinação e disposição final ambientalmente adequada de resíduos sólidos. Segundo a norma, a disposição final corresponde à distribuição dos rejeitos em aterros sanitários. Ou seja, a disposição no aterro sanitário somente se dará quando não há mais possibilidade de reutilização, reciclagem ou tratamento daquele resíduo que, nesta circunstância, torna-se rejeito.

Dentre os mais diversos tipos de unidades e infraestruturas para a destinação final de resíduos, pode-se citar:

- ✓ LEV – Locais de Entrega Voluntária para Resíduos Recicláveis. Dispositivos de recebimento de recicláveis, como contêineres ou outros;
- ✓ PEV – Pontos de Entrega Voluntária para RCC e Resíduos Volumosos, para acumulação temporária de resíduos da coleta seletiva e resíduos com logística reversa (NBR 15.112/2004);
- ✓ Galpão de triagem de recicláveis secos;
- ✓ Unidades de valorização de orgânicos (compostagem e biodigestão);
- ✓ ATT – Áreas de Triagem, Reciclagem e Transbordo de RCC, Volumosos e resíduos com logística reversa;
- ✓ Aterros sanitários (NBR 13.896/1997) como soluções individualizadas ou compartilhada;
- ✓ ASPP - Aterro Sanitário de Pequeno Porte (NBR 15.849/2010);
- ✓ Aterros de RCC Classe A (NBR 15.113/2004).

Durante a escolha do local de implantação do aterro sanitário devem ser adotados critérios para indicação das áreas favoráveis. A seguir são apresentados alguns critérios, segundo o Guia para Elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos:

- ✓ Redução de custos associados à logística de transporte dos resíduos;
- ✓ Distância de cursos d'água;
- ✓ Distância de áreas densamente habitadas;
- ✓ Relativa proximidade da fonte geradora;
- ✓ Lençol freático profundo;
- ✓ Preferência por subsolo com alto teor de argila;
- ✓ Preferência por solo com baixa declividade;
- ✓ Área não sujeita a inundações;
- ✓ Exclusão de APP's (Áreas de Preservação Permanente) e UC (Unidades de Conservação).

Segundo Barros (2012), para elaboração do projeto executivo do Aterro Sanitário devem-se realizar estudos específicos nas áreas pretendentes à instalação da unidade de disposição adequada de rejeitos. O Quadro 24 apresenta variáveis importantes, e sua condição mais vantajosa na seleção do local para execução de aterro.

*Quadro 24 – Variáveis importantes na seleção do local para execução de aterro*

<b>Variáveis</b>	<b>Condição mais vantajosa</b>
Distância ao centro de produção (Km) (o tempo é mais importante que a distância)	< 30 min, ida e volta
Acessibilidade ao local (distância a via de acesso em Km)	Entrada fácil e rápida até a (s) frente(s) de trabalho, durante todo o ano
Condições de acesso durante o ano	Acesso permanente
Área do terreno (ha)	Proporcional a quantidade de RS

Variáveis	Condição mais vantajosa
Propriedade do terreno	Municipal, comunal
Uso atual do terreno	Nenhum
Direção do vento	Sentido contrário a (s) população (ões)
Disponibilidade de material de cobertura	Local, quantidade suficiente, argiloso
Distância horizontal aos corpos d'água	> 200 m
Permeabilidade (cm/s)	<10 <sup>-7</sup>
Profundidade do nível freático	>2 m abaixo da base do terreno
Declividade do terreno	>2%
Densidade populacional da zona (hab/ha)	Tendendo a zero
Uso futuro do local	Área verde, parque, viveiro
Impacto do trânsito veicular sobre a comunidade	Nenhum
Congestionamento de tráfego veicular	Nenhum
Utilização do aterro por outra comunidade	Possibilidade de reter custos
Opinião pública	Favorável

*Fonte: BARROS, 2012*

#### 7.4.5 Procedimentos operacionais para o manejo de resíduos sólidos

As etapas de seleção e treinamento dos profissionais envolvidos são de extrema importância, tendo em vista que atuarão diretamente em todas as etapas do processo, de modo que o bom desempenho está diretamente relacionado à competência técnica de cada um deles. Deste modo, o treinamento básico para o pessoal envolvido com o manuseio dos resíduos, segundo o Manual de Gerenciamento de Resíduos do Sebrae (2006), deve conter no mínimo:

- ✓ Informações quanto às características e os riscos inerentes ao trato de cada tipo de resíduo;
- ✓ Orientação quanto à execução das tarefas de coleta, transporte e armazenamento;
- ✓ Utilização adequada de equipamentos de proteção individual (EPIs) necessários às suas atividades; e
- ✓ Procedimentos de emergência em caso de contato ou contaminação com o resíduo, tanto individual quanto ambiental.

O manuseio e o acondicionamento realizados corretamente concorrem para uma boa operação dos serviços de limpeza pública, assim como possibilitará a maximização das oportunidades com a reutilização e a reciclagem, já que determinados resíduos podem ficar irrecuperáveis no caso de serem acondicionados de forma incorreta;

- ✓ A separação correta e criteriosa permite o tratamento diferenciado, a racionalização de recursos despendidos e facilita a reciclagem;
- ✓ Caso haja mistura de resíduos de classes diferentes, um resíduo não perigoso pode ser contaminado e tornar-se perigoso, dificultando seu gerenciamento e aumentando os custos a ele associados.
- ✓ Redução de riscos de contaminação do meio ambiente, do trabalhador e da comunidade. É certamente menos oneroso manusear e acondicionar resíduos de forma adequada do que a recuperação de recursos naturais



contaminados, bem como o tratamento de saúde do pessoal envolvido com os resíduos. (SEBRAE-RJ, 2006).

Entretanto, para que se possa proceder com manuseio e acondicionamento adequados, se faz necessário realizar uma separação adequada dos resíduos. A seguir serão apresentados alguns cuidados mínimos que deverão ser adotados durante a separação dos resíduos:

- ✓ A separação deve ser realizada no local de origem;
- ✓ Devem ser separados os resíduos que possam gerar condições perigosas quando combinados; e
- ✓ Deve-se evitar a mistura de resíduos de classes distintas de periculosidade ou incompatíveis entre si (SEBRAE-RJ, 2006).

Durante a coleta o veículo deve esgotar sua capacidade de carga no percurso antes de se dirigir ao local de transbordo, tratamento ou disposição final. Na triagem, os resíduos secos deverão ser pesados e enfardados para comercialização junto às indústrias de reciclagem dos distintos materiais (papel, plástico, metal).

Quanto ao serviço de limpeza de logradouros, a varrição pode ser realizada manualmente, deve ser ofertada nas regiões mais populosas, deve-se prever minimamente: vassouras, pá, carrinho, sacos plásticos, equipamentos de proteção do trabalhador (luvas, chapéu ou boné, calças, sapato fechado, protetor solar, etc.). Na capina e raspagem normalmente utiliza-se enxadas, pás, raspadores e pás para o acabamento. Já nas feiras livres recomenda-se colocar caçambas moveis e encaminhar para compostagem (PMSB Matinhos - PR, 2014).

A destinação final escolhida dependerá de cada tipo de resíduo e deverá ser considerada como uma opção de referência ambiental. Além disso, poderá ser realizada uma análise de custo/benefício dentro de todas as possibilidades viáveis. As variáveis comumente avaliadas na definição da destinação final de resíduos são as seguintes:

- ✓ Tipo de resíduo;
- ✓ Classificação do resíduo;

- ✓ Quantidade do resíduo;
- ✓ Métodos e técnicas e ambientalmente viáveis de tratamento ou disposição;
- ✓ Disponibilidade dos métodos de tratamento ou disposição;
- ✓ Resultados de longo prazo dos métodos de tratamento ou disposição;
- ✓ Custos dos métodos de tratamento ou disposição (SEBRAE-RJ, 2006).

#### **7.4.6 Fechamento de um aterro e remediação da área degradada**

Os aterros constituem obras complexas que exigem acompanhamento durante anos após a saturação de sua capacidade volumétrica. Ao final de sua vida útil esta área deverá ser recomposta, pois mesmo após o encerramento das atividades os maciços do aterro apresentam deformações horizontais e verticais, geram percolados e gases devido às reações bioquímicas do processo de decomposição de sua fração orgânica, com potencial de constituir situação de risco (BARROS, 2012).

Na elaboração do projeto de aterro sanitário deve estar incluído o plano de encerramento das atividades, definindo procedimentos para sua conservação e manutenção, articulados a um programa de monitoramento geotécnico e ambiental. Portanto, na desativação do local utilizado como aterro sanitário deve-se atentar para os aspectos listados a seguir:

- ✓ O projeto paisagístico e de uso futuro da área;
- ✓ As condições de cobertura final, com uma eventual camada vegetal e com arborização;
- ✓ Tratamento dos gases percolados que continuam a ser gerados anos depois do encerramento do aterro;
- ✓ Inspeções periódicas de campo.

Estes locais podem ser aproveitados na criação de zonas de preservação, parques, estacionamentos, estruturas leves, uma vez que continuam ocorrendo recalques diferenciais devido à degradação dos resíduos sólidos orgânicos aterrados. Outra possibilidade é usar parte desta área para outras etapas da gestão

de resíduos, como estação de transbordo, unidade de recuperação de materiais como inclusive entulho.

Em se tratando de lixões, é importante destacar que um passo indispensável para a correta gestão dos resíduos sólidos é a remediação da área degradada, onde foram depositados os resíduos sem critérios. Em termos gerais, a presença destas instalações deprecia os imóveis nas suas proximidades.

Segundo Barros (2012) o grau de contaminação local, do solo ou do lençol freático geralmente não justifica os gastos para restaurar condições prevalentes antes da descarga do lixo. Normalmente o que se faz é uma cobertura compacta (uma camada selante de argila ou material assemelhado, que pode chegar a 1,0 m de espessura), como camada impermeável que impeça a entrada de água de chuva, e com uma capa de solo fértil que sirva de suporte para a vegetação.

Obras leves ou utilização da área que não implique em cargas pesadas (estabelecimento de parques, viveiros, estacionamentos etc.) são indicadas para esta situação. Barros (2012) ressalta que como o processo de degradação da matéria orgânica continua por anos lentamente, os recalques diferenciais no solo poderão ser compensados com as conformações que se queira.

O Quadro 25 relaciona itens para um estudo sobre a remediação de lixões, visando utilizar a área com a segurança indicada, de modo a limitar o comprometimento ambiental do seu entorno.

*Quadro 25 – Dados indispensáveis para ação corretiva em lixões*

<b>Itens</b>	<b>Informações a serem observadas</b>
Localização da área	Relevo
	Proximidade de centros habitados
	Proximidade de corpos de água superficial
	Acesso ao local
	Tamanho da área
	Áreas de contaminação



Clima	Precipitação: máxima, mínima, média, frequência, intensidade
	Temperaturas: máxima, mínima, média.
	Dados de evaporação
Geologia, Geoquímica e Hidrológica	Entorno geológico e perfis do solo
	Características físicas e químicas do solo
	Profundidade do leito de rocha
	Profundidade das águas subterrâneas e do aquífero
	Existência de zonas perigosas
	Padrões de fluxo e volume das águas subterrâneas
	Localização dos poços de controle existentes e procedimentos de instalação
Resultado das análises de qualidade das águas subterrâneas e frequência das análises	
Caracterização dos resíduos sólidos e das práticas de disposição	Tipos, características e quantidade de RS presentes
	Variação de resíduos sólidos no local
	Métodos de aterramento
	Espessura do aterro
	Materiais de cobertura e vegetação
	Período de atividade do local
Período desde que a última carga de resíduos foi disposta	
Informação Adicional	Definição da contaminação atual: águas subterrâneas, superficiais, produção de chorume, contaminação do solo, migração do gás
	Tipos de estudos realizados (por quem, quando)
	Medidas corretiva anteriores (se existentes, datas)

O fechamento do lixão deve ser planejado, anunciado através de meios de comunicação e discutido antecipadamente com os moradores do município, principalmente os que residem próximo a ele. Para isso, deve-se realizar a

delimitação e o cercamento da área, bem como a conformação de platô e taludes laterais, uma cobertura da pilha do lixo exposto com solos disponíveis no entorno imediato do local da intervenção, e a recuperação da área adjacente ao depósito de lixo, reconformando-a fisicamente e revegetando-a, tendo como referência a paisagem natural do entorno, plano de exterminação de artrópodes e roedores, entre outras ações (SCHNEIDER *et.al.*, 2013).

## **8. ARTICULAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO**

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 30, institui competência para organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local dos municípios, assegurando sua autonomia administrativa. Assim sendo, o serviço público de saneamento básico é claramente atribuído aos municípios, sendo este ente federado competente para prestá-lo e organizá-lo conforme interesse local ou predominantemente local destes serviços.

O município é o responsável pela prestação dos serviços de saneamento, assim como às políticas públicas inerentes à melhoria desses serviços. A Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007 em seu capítulo II dispõe a respeito do exercício da titularidade dos serviços de saneamento e prevê que o município, deverá formular a política de saneamento básico, devendo para tanto, assumir alguns itens, previstos no art. 9º, como: elaborar os planos de saneamento básico; prestar diretamente ou autorizar delegação dos serviços; definir ente responsável pela regulação e fiscalização dos serviços; adotar parâmetros para garantia do atendimento essencial à saúde pública; fixar direitos e deveres dos usuários; estabelecer mecanismos de controle social; estabelecer sistema de informações sobre os serviços.

“Art. 9º O titular dos serviços formulará a respectiva política pública de saneamento básico, devendo, para tanto:

I – elaborar os planos de saneamento básico, nos termos desta Lei;

II – prestar diretamente ou autorizar a delegação dos serviços e definir o ente responsável pela sua regulação e fiscalização, bem como os procedimentos de sua atuação;

III – adotar parâmetros para a garantia do atendimento essencial à saúde pública, inclusive quanto ao volume mínimo per capita de água para abastecimento público, observada as normas nacionais relativas à potabilidade da água;

IV – fixar os direitos e os deveres dos usuários;

V – estabelecer mecanismos de controle social, nos termos do inciso IV do caput do art. 3º desta Lei;

VI – estabelecer sistema de informações sobre os serviços, articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento;

VII – intervir e retomar a operação dos serviços delegados, por indicação da entidade reguladora, nos casos e condições previstos em Lei e nos documentos contratuais.” (Brasil, 2007)

Apesar da titularidade municipal na prestação dos serviços de saneamento básico, o Art. 8º da referida Lei estabelece que: “Os titulares dos serviços públicos de saneamento básico poderão delegar a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação desses serviços, nos termos do Art. 241 da Constituição Federal e da Lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005”.

“A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão por meio de Lei os consórcios públicos e os convênios de cooperação entre federados, autorizando a gestão associada de serviços públicos, bem como a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos.”

E da Lei nº 11.107, de 06 de abril de 2005, que dispõe das normas para consórcios públicos ou por convênio de cooperação, através de uma gestão associada dos serviços entre municípios é uma boa opção para execução dos serviços públicos.

No que se refere à titularidade dos resíduos sólidos a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, preconiza que o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é responsável pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços, devendo ser formulada uma política pública de saneamento básico.

Segundo a Lei Federal nº 11.445, a gestão dos serviços de saneamento básico no Brasil deve envolver cinco elementos fundamentais, a saber: o planejamento, a regulação, a fiscalização, a prestação dos serviços e o controle social, conforme demonstrado na Figura 12 abaixo.

Perante as exigências legais supracitadas é indispensável apresentar alternativas institucionais para o exercício das atividades de planejamento, regulação, fiscalização e prestação de serviços, assim como a formulação de

estratégias, políticas e diretrizes para alcançar os objetivos e metas do Plano Municipal de Saneamento Básico, incluindo a criação ou adequação de órgãos municipais de prestação de serviço e de assistência técnica.

Figura 12 - Elementos da gestão dos serviços de saneamento



Fonte: ReCESA, 2008

### 8.1 Planejamento dos serviços públicos de saneamento básico

O Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010 que regulamenta a Lei nº 11.445/2007 define o planejamento como:

“as atividades atinentes à identificação, qualificação, quantificação, organização e orientação de todas as ações, públicas e privadas, por meio das quais o serviço público deve ser prestado ou colocado à disposição de forma adequada”.

Ainda de acordo com o decreto, em seu capítulo II Art. 24, que dispõe sobre a questão do planejamento e envolve vários requisitos para organização dos serviços públicos do setor de saneamento, como a elaboração dos planos de saneamento básico pelo titular. A elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB pela União e a realização dos planos regionais elaborados pela União.

O início do planejamento para as questões do saneamento básico por um município está na elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, que além de estar de acordo com o disposto no art. 19 da Lei Federal nº 11.445/ 2007 deverá conter um diagnóstico da situação e avaliação de seus impactos nas condições de

vida da população, a definição de objetivos e metas para a universalização do serviço, o estabelecimento de programas e projetos, a definição de ações para emergências e contingências e o desenvolvimento de mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas, devendo contar com a participação e o controle social.

O Plano Municipal de Saneamento Básico deve abranger os componentes do saneamento básico: serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais e limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos.

O PMSB deverá ser revisto periodicamente a cada quatro anos, antes da elaboração do Plano Plurianual, devendo englobar integralmente o território do ente da Federação que o elaborou, exceto quando o mesmo for regional.

Cabe à entidade reguladora e fiscalizadora dos serviços a responsabilidade de verificar o cumprimento dos planos de saneamento básico por parte dos prestadores de serviços, na forma das disposições legais, regulamentares e contratuais.

Por fim, os planos de saneamento passam a ser instrumento importante não só para o planejamento e avaliação da prestação dos serviços como também para obtenção de financiamentos. Isso porque, segundo a Lei Federal nº 11.445/2007, a alocação de recursos públicos federais será feita em conformidade com as diretrizes e objetivos da Política Federal de Saneamento Básico Art. 48 e 49, e com os planos de saneamento, ou seja, os planos passam a ser referencial para a obtenção de recursos.

## **8.2 Regulação e fiscalização dos serviços públicos de saneamento básico**

Para melhor entender qual a função da regulação e fiscalização, o Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010 em seu Art. 2º, I e II, define esses dois itens como:

“Regulação: Todo e qualquer ato que discipline ou organize determinado serviço público, incluindo suas características, padrões de qualidade, impacto socioambiental, direitos e obrigações dos usuários e dos

responsáveis por sua oferta ou prestação e fixação e revisão do valor de tarifas e outros preços públicos, para atingir os objetivos do Art. 27”.

“Fiscalização: Atividades de acompanhamento, monitoramento, controle ou avaliação, no sentido de garantir o cumprimento de normas e regulamentos editados pelo poder público e a utilização, efetiva ou potencial, do serviço público”.

É de competência do município (titular) a regulação e a fiscalização da prestação dos serviços de saneamento, podendo tais atividades serem exercidas pelo próprio município ou ainda ser autorizada a sua delegação a qualquer entidade reguladora constituída dentro dos limites do respectivo Estado, conforme disposto na Lei Federal nº11.445/2007.

Ainda de acordo com a Lei Federal nº11.445/2007, em seus Art. 14 e 15, na prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico, aquela em que há um único prestador para vários municípios e uniformidade de fiscalização e regulação dos serviços, a regulação e a fiscalização poderá ser exercida por órgão ou entidade da Federação, com delegação através de convênio de cooperação entre os entes ou ainda, por consórcio de direito público integrado pelos titulares.

Dessa forma, fica a critério do titular exercer a regulação e a fiscalização diretamente ou delegar tais atividades a uma entidade reguladora estadual ou consorciada.

Na Bahia, a regulação dos serviços de saneamento é realizada pela Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia – AGERSA, Autarquia em Regime Especial vinculada a Secretaria de Desenvolvimento Urbano – SEDUR, criada pela Lei Estadual nº12.602 de 29 de novembro de 2012.

A AGERSA, que tem a competência de exercer as atividades de regulação e fiscalização dos serviços públicos de saneamento básico, mediante delegação enquanto não houver ente regulador criado pelo Município, ou agrupamento dos Municípios, por meio de cooperação ou coordenação federativa.

Embora a AGERSA tenha as atribuições para fiscalizar e dar providências quanto à regulação nas tarifas, o município pode optar em realizar a sua própria legislação e criação de agência reguladora própria ou de forma consorciada, tendo plenos poderes para atuar junto à concessionária dos serviços.

### 8.3 Prestação dos serviços públicos de saneamento básico

De acordo com o Decreto Federal nº 7.217/2010 a prestação de serviço público de saneamento básico é definida em seu Art. 2º como:

“Atividade, acompanhada ou não de execução de obra, com o objetivo de permitir aos usuários acesso a serviço público de saneamento básico com características e padrões de qualidade determinados pela legislação, planejamento ou regulação”.

Conforme previsto na Lei Federal nº11.445/2007, existem três modalidades de prestação dos serviços de saneamento básico, que são: a prestação direta, a prestação indireta e a gestão associada.

#### 8.3.1 Prestação direta

A Lei Federal nº11.445/2007 prevê que o Município preste diretamente os serviços públicos de saneamento básico, onde a prestação pode ocorrer via administração central ou descentralizada, através de outorga. A Figura 13 a seguir apresenta um quadro com as disposições.

- ✓ **Prestação centralizada:** Ocorre quando a execução do serviço público for realizada pela administração direta, isto é, pelo próprio titular do serviço público.
- ✓ **Prestação descentralizada:** Por autarquia, empresa pública, sociedade de economia mista e fundação.

Figura 13 - Características Gerais da Administração Descentralizada

Prestadores de Serviços Públicos	Pessoas Jurídicas	Conceito / Definição	Regime Jurídico	Fins	Prerrogativas	Responsabilidade sobre o serviço
Administração Direta	Órgãos da Administração Direta	Órgãos e repartições da Adm. Pública Regime estatal desconcentrado	Direito Público	Organização, exploração e concessão do serviço	Titularidade do serviço, em nome da Administração	Confunde-se com a da Administração Pública
Administração Descentralizada	Autarquia Fundação Pública – Direito Público	Órgãos autônomos criados por lei	Direito Público	Organização, exploração e concessão do serviço	Titularidade do serviço transferida pela Administração	Transferida da Administração
Entidades Governamentais de Direito Privado	Empresa Pública Sociedade de Economia Mista	Sociedades mercantil-industriais para cumprir função pública relevante	Direito Privado	Exploração do serviço	Titularidade não transferida. Prerrogativas estabelecidas no ato de criação	Direta sobre a prestação – transferida do poder concedente
	Fundação Pública – Direito Privado	Entidade sem fins lucrativos, destinada a cumprir serviço de interesse público		Prestação do serviço sem obtenção de lucro		
Entidades Privadas	Empresa Privada	Sociedade mercantil-industrial de prestação de serviço	Direito Privado	Exploração do serviço	Titularidade não transferida. Prerrogativas inerentes ao serviço	Direta sobre a prestação – transferida do poder concedente
	Fundação Privada	Entidades sem fins lucrativos, destinadas a cumprir serviço de interesse público		Serviço ou atividades auxiliares sem obtenção de lucro		
	Sociedade Civil sem Fins Lucrativos					Do poder concedente – não é transferida

Fonte: ReCESA, 2008

### 8.3.2 Prestação indireta

No caso da prestação indireta, o Poder Público Municipal, titular dos serviços públicos de saneamento básico, pode delegar a prestação dos serviços para terceiros, sempre por meio de licitação, na forma de concessão, permissão, autorização ou terceirização, no Art. 38 do Decreto Federal nº 7.217/2010 dispõe:

“Indiretamente mediante concessão ou permissão, sempre precedida de licitação na modalidade de concorrência pública, no regime da Lei nº 8.987/1995”.

Existem três alternativas de delegação que são consideradas viáveis para o setor: as concessões comuns, a parceria público-privada e os contratos de terceirização.

- ✓ **Concessão Comum:** A administração pública delega a prestação das atividades para uma empresa privada ou estatal que deverá atender a legislação e regulação do titular, às normas gerais da Lei nº 8.984/1995, que dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos. Nesta modalidade, a poder concedente não paga ao particular pelos serviços públicos, pois há uma relação direta entre a concessionária e o usuário, ou seja, não há despesa pública envolvida, o usuário é quem paga.
- ✓ **Parceria público-privada (PPP):** A concessão administrativa visa justamente o oposto da concessão comum, ou seja, a Administração Pública assume o papel de usuário, e paga pelo serviço em seu lugar. É necessário investimento mínimo do particular de 20 milhões, e prazo contratual de, no mínimo cinco anos, conforme dispõe a Lei nº 11.079/2004.
- ✓ **Contratos de terceirização:** Consiste basicamente em terceirizar a execução dos serviços públicos por meio de contratos de colaboração firmados com um ente particular. Não se exige investimento mínimo do particular, nem se vincula a remuneração ao desempenho.

Ressalta-se, ainda, que a Lei nº 11.445/2007 prevê a prestação dos serviços públicos de saneamento básico por meio de autorização pelo Poder Público, que são os casos de usuários organizados em cooperativas ou associações, desde que se limite a: determinado condomínio e localidade de pequeno porte, predominantemente ocupada por população de baixa renda, onde outras formas de prestação apresentem custos de operação e manutenção incompatíveis com a capacidade de pagamento dos usuários.

### 8.3.3 Gestão associada

Segundo definições da Lei Federal nº 11.445/2007 e seu Decreto 6.017/2007, gestão associada:

“É a associação voluntária de entes federados, por convênio de cooperação ou consórcio público, para o exercício das atividades de planejamento, regulação ou fiscalização de serviços públicos, mediante um contrato de programa que traga a constituição e a regulação das obrigações entre os entes federados conveniados ou consorciados”.

O supracitado dispositivo demanda que a prestação de serviços de saneamento básico por terceiro não integrante da Administração Pública do Município (titular) ocorra por intermédio de contrato, vedando-se expressamente a utilização de instrumentos jurídicos, como convênio.

Neste caso, é recomendável a utilização do mecanismo de **Consórcio Público Intermunicipal**, o qual se apresenta como espécie de consórcio público com personalidade jurídica de direito público, de natureza autárquica, regidas pela Lei Federal nº 11.107/2005, onde sobressai como um acordo contratual entre municípios com o objetivo de alcançar metas comuns previamente constituídas. Através de gestão autônoma de cada município integrante, as contribuições poderão ser igualitárias entre os municípios, tornando os custos menos onerosos, podendo ainda variar conforme a receita de cada um.

#### **8.4 Controle social dos serviços de saneamento básico**

O Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010 em seu Art. 2º, VI, define controle social como:

“Conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participação nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico”.

Segundo o Decreto mencionado acima, o controle social dos serviços de saneamento pode ser instituído mediante adoção de mecanismos, tais como:

- I – Debates e audiências públicas;
- II – Consultas públicas;
- III – Conferências das cidades ou;
- IV – Participação de órgãos colegiados de caráter consultivo na formulação da política de saneamento básico bem como no seu planejamento e avaliação.

No caso de órgãos colegiados mencionados acima é assegurada pelo Decreto a participação de representantes:

- I – Dos titulares dos serviços;

- II – De órgãos governamentais relacionados ao setor de saneamento;
- III – Dos prestadores de serviços públicos de saneamento;
- IV – Dos usuários de serviços de saneamento básico e;
- V – Entidades técnicas, organizações da sociedade civil e de defesa do consumidor relacionados ao setor de saneamento básico.

A Lei Federal nº11.445/2007 trouxe como exigência a adoção de mecanismo de Participação e Controle Social na elaboração do Plano Municipal de Saneamento, o que recomenda como melhor adoção a criação do Conselho Municipal de Saneamento Básico, definido como um fórum de discussão permanente, no qual seria estimulado o debate e o fortalecimento da participação da sociedade. O mesmo deve ser criado por Lei Municipal e a participação da população se dá pela representação de segmentos organizados da sociedade, como sindicatos, associação de moradores e de classes, entre outros, de forma paritária com o Poder Público.

Além dos Conselhos Municipais, as Conferências Municipais de Saneamento são outro exemplo de mecanismo com metodologia específica de implantação e forma distinta de incorporação da participação da população. As conferências são fóruns temáticos, periódicos, nas quais os principais problemas do município serão debatidos de forma organizada, delegada e deliberativa, para que possam ser estabelecidas diretrizes gerais para resolução das demandas levantadas nesses fóruns.

De acordo com o Decreto nº 7.217/2010 o titular dos serviços de saneamento básico, deve garantir o estabelecimento de mecanismos de participação e controle social, tendo isso como uma diretriz dentro de uma Política de Saneamento Básico.

O exercício de controle social através dos conselhos municipais se concretizará pela participação da sociedade no planejamento, acompanhamento, fiscalização e avaliação da gestão das políticas públicas, visando potencializar seus resultados e a ampliação dos serviços oferecidos à população.

Além disso, o controle social, através de um órgão colegiado específico, é critério básico para o acesso a recursos federais destinados a saneamento básico,

assim como a elaboração do Plano de Saneamento Básico, cujo prazo atual é definido até 31 de dezembro de 2017, conforme Decreto nº 8.211/2014.

### **8.5 Vantagens e desvantagens dos modelos de gestão de serviços de saneamento**

Cada modelo de gestão de serviços de saneamento possui suas características e peculiaridades, as quais podem trazer maior ou menor viabilidade em determinados aspectos, como organizacionais, gerenciais e operacionais. A Figura 14 a seguir, apresenta um resumo das principais vantagens e desvantagens de cada um deles.

Figura 14 - Vantagens e desvantagens de cada um dos modelos de gestão de serviços de saneamento

Modelo de Gestão	Prestação do Serviço	Vantagens	Desvantagens
<b>Municipal</b>	Diretamente pelo município através da administração direta, autarquia ou empresa municipal.	Viabilidade de tarifas e de recursos orçamentários compatíveis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• regulação através de lei municipal;</li> <li>• escala para ratear os custos administrativos, comerciais, de engenharia, técnicos, para controles sanitários e ambientais;</li> <li>• dificuldades: acesso a financiamentos; manutenção de tarifas realistas; reciclagem tecnológica do parque produtivo; continuidade técnica e administrativa.</li> </ul>
<b>Empresas privadas</b>	Empresa privada, para um ou vários municípios.	Viabilidade de tarifas, financiamentos, municípios ou regiões de alto consumo, poder aquisitivo alto e/ou sistemas com baixa necessidade de investimentos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• regulação específica;</li> <li>• tarifas mais elevadas para garantir a rentabilidade;</li> <li>• restrição de mercado;</li> <li>• baixa aceitação da população.</li> </ul>
<b>Sistema misto público-privado</b>	Em parceria pelo poder público (municipal ou estadual) e por empresas privadas; geralmente, parte do sistema é construído e operado pelo setor privado por um período e, posteriormente, transferido para o setor público.	Tarifas específicas para os serviços prestados, financiamentos, orçamento, viável em sistemas com problemas específicos (ETAs, ETEs, poços).	<p>Maiores dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rejeição cultural;</li> <li>• regulação;</li> <li>• sistematização do mercado;</li> <li>• financiamentos específicos.</li> </ul>
<b>Empresa estadual</b>	Empresa estatal estadual.	Tarifas, financiamentos, economia de escala, recursos orçamentários, evolução tecnológica, participação dos poderes concedentes na gestão e audiências públicas.	<p>Maiores dificuldades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• construção de agente regulador único ou regional;</li> <li>• atender simultaneamente as demandas de todos os municípios;</li> <li>• repasse de todos os custos para as tarifas.</li> </ul>
<b>Empresas Regionais (CONSÓRCIOS)</b>	Empresa de um conjunto de municípios.	Tarifas, financiamentos, economia de escala, recursos orçamentários, evolução tecnológica, participação dos poderes concedentes na gestão e conselhos do cidadão.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• municípios vizinhos heterogêneos;</li> <li>• construção de agente regulador regional;</li> <li>• critérios para indicação dos gestores;</li> <li>• continuidade administrativa com mudanças dos executivos municipais;</li> <li>• repasse de todos os custos para as tarifas.</li> </ul>

Fonte: ReCESA, 2008

## **8.6 Modelos de gestão dos serviços de saneamento básico**

### **8.6.1 Modelo de gestão de abastecimento de água**

Para o município de Tucano o responsável pelo planejamento do abastecimento de água é o próprio município, que é o titular do serviço. Entretanto os serviços de regulação, fiscalização e prestação do serviço pode ser feito por outro ente.

A prestação do serviço de abastecimento de água no município foi concedido à Embasa, personalidade jurídica de sociedade de economia mista. Essa concessão do serviço de abastecimento de água se deu devido ao município não apresentar corpo técnico o suficiente para operar um sistema de abastecimento de água. Dessa forma, deve-se exigir que a empresa prestadora do serviço garanta a maior cobertura de atendimento com qualidade.

Mas, caso o município não esteja satisfeito com o serviço prestado pela Embasa existem outras opções, como por exemplo, a contratação de uma autarquia municipal ou mesmo criar uma autarquia municipal. As autarquias ou Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), visto que essas podem oferecer os dois tipos de serviços. A vantagem de uso desse tipo de gestão, segundo PMSB Planalto (2015), está nos índices operacionais devido à proximidade entre os usuários e a administração local, redução na inadimplência, redução das perdas no sistema, planejamento técnico e integrado às ações, integração à políticas do município, tarifas mais baixas, integração à nível regional via consórcios e controle eficiente das despesas e receitas.

Outra possibilidade é que a população local realize a prestação do serviço através da autogestão. Nesse caso há uma organização da comunidade e da concessionária para que uma população de baixa renda consiga ter o serviço de abastecimento de água mesmo que os custos de operação e manutenção do sistema não apresente viabilidade frente à capacidade de pagamento da população. Dessa forma, é criada a Central de Associações Comunitárias para Manutenção dos Sistemas de Saneamento, conhecidas como CENTRAL. Essa forma de gestão apresenta-se segundo PMSB Planalto (2015):

A CENTRAL é uma associação civil de direito privado, sem fins lucrativos, com personalidade jurídica, patrimônio e administração própria, atua na manutenção, preventiva e corretiva, de sistemas de abastecimento de água e possui equipe administrativa, financeira e técnica.

Antes da implantação desse tipo de gestão é necessário que a comunidade se organize de forma que o controle social se faça presente para que a sociedade compreenda o valor da tarifa a ser paga para manter o funcionamento do serviço.

Contudo a CENTRAL é utilizada para aglomerados, para a população rural dispersa essa alternativa não é indicada. O Quadro 26 mostra algumas vantagens e responsabilidades desse modelo de gestão.

*Quadro 26 - Vantagens e responsabilidades do modelo de autogestão*

<b>VANTAGENS</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>
Uso racional da água	Pagar mensalmente a concessionária que fornece água
Reconhecimento do sistema como patrimônio público	Operar e manter o sistema de rede de distribuição
Acompanhamento e controle dos consumos pelas próprias famílias	Cortar o fornecimento dos consumidores que não efetuarem o pagamento devido
Participação de todos os moradores no processo	Fiscalizar e tomar providências para possíveis irregularidades
Escolha democrática do operador pela própria comunidade	Consultar previamente a concessionária para que seja verificada a viabilidade técnica para que seja efetuada qualquer expansão na rede.

*Fonte: PMSB (2022)*

A regulação desse serviço prestado pode ser feita pela Agência Reguladora de Saneamento Básico do Estado da Bahia (AGERSA), uma autarquia sob regime especial. Essa agência regula os serviços de saneamento prestados no estado, como a Embasa por exemplo. Além dessa forma a regulação pode ser feita pelo próprio município quando esse apresentar corpo técnico suficiente para tal, assim é criado um órgão ou ente regulador. Caso não seja possível ainda existe a possibilidade de regulação por consórcio.



Para a fiscalização dos serviços prestados o titular pode delegar essa função ao conselho municipal, ente ou órgão regulador municipal ou estadual e ao consórcio. Dessa forma, a AGERSA que realiza a regulação dos serviços prestados pela Embasa no município também é capaz de fiscalizar. Porém, o município pode optar por ter um comitê de regulação.

### **8.6.2 Modelo de gestão esgotamento sanitário**

Na sede do município de Tucano, tanto o serviço de abastecimento de água quanto o de esgotamento sanitário são gerenciados pela Embasa. As tarifas cobradas pelo prestador do serviço devem ser compatíveis com o poder aquisitivo da população além de ser realizada campanha para que as pessoas realizem a ligação quando a rede de coleta de esgoto estiver disponível.

Além dessa alternativa, caso o município considere que a empresa não será capaz de atender ao município com qualidade visto que o serviço de abastecimento de água não agrada a população rural pode ser por consórcio público ou de ente da Federação com que o titular celebrou convênio de cooperação, desde que delegada a prestação por meio de contrato de programa. Essa alternativa pode ser adotada quando o município considera que não é possível implantar a rede e operá-la utilizando o corpo técnico do município, assim os municípios na mesma situação podem se juntar para prestação do serviço. Em longo prazo o município de Tucano pode criar uma autarquia municipal para prestar o serviço de coleta de esgoto, caso se tenha corpo técnico o suficiente para executar tal serviço, visto que dentre todas as alternativas de gestão a qualidade de prestação do serviço deve ser adequada.

Na Zona Rural do município, em localidades que exista aglomerados é indicado que sejam utilizados sistemas coletivos descentralizados, uma vez implantados esses sistemas demandarão operação e manutenção que devem ser efetivos para manter a desempenho do tratamento. Para essa alternativa existe a possibilidade desse sistema ser assumido pela Embasa após a construção ou que o titular do serviço utilizar sua equipe para realizar a manutenção e operação do sistema, podendo os próprios moradores serem recrutados para compor a equipe de trabalho, desde que seja feita a capacitação técnica dos mesmos, assim poderá gerar emprego e renda, segundo PMSB Planalto (2015).

Além dos modelos já citados pode ser adotada a autogestão através da CENTRAL, que tem o mesmo funcionamento desse tipo de gestão para abastecimento de água.

Para a Zona Rural em que não exista aglomerado, apenas população dispersa, o indicado é que sejam utilizadas soluções individuais, entretanto para o funcionamento dessa tecnologia a fiscalização é essencial para que as tecnologias utilizadas sejam instaladas seguindo as normas de construção além de considerar os serviços de limpeza e desobstrução no caso da utilização das fossas. Esses serviços citados podem ser executados pela administração municipal ou por empresa privada especializada.

A administração pública deve capacitar a população para utilização dessas soluções individuais, como afirma PMSB Planalto (2015):

Para a população dispersa pode-se optar em adotar soluções que se mostram como uma oportunidade de promover esgotamento sanitário capaz de alcançar, tanto sua função saneadora quanto de sustentabilidade dos recursos hídricos, quando adotadas na perspectiva de reuso das águas na agricultura, devendo o gestor, por meio de seu corpo técnico, implementar capacitações voltadas para o uso tecnicamente adequado dessas tecnologias e o seu acompanhamento ao longo dos anos. Para tal, é necessário adotar um modelo de prestação compartilhada entre os usuários e o gestor, oferecendo respaldo técnico para a utilização destes tipos de soluções individuais.

Para a Zona Rural ainda é possível realizar o reuso de água para a agricultura, para tal pode-se por meio de corpo técnico especializado, realizar capacitações para o uso adequado dessa alternativa e acompanhamento ao longo dos anos, para se viabilizar esta opção é necessário que exista uma forma de prestação compartilhada entre os usuários e o gestor, com o oferecimento de respaldo técnico. Para a Zona Urbana o reuso dessa água também é possível para poupar o uso do recurso hídrico, os usos que podem ser dados a essas águas na Zona Urbana referem-se à limpeza de piso e rega de jardim e outros usos que demanda uma água de qualidade inferior.

A regulação do serviço prestado pode ser feita pelo titular ou pode se delegado para ente, órgão regulador municipal ou estadual ou a consórcio. Como ente regulador a nível estadual tem-se a AGERSA que realiza a regulação e fiscalização dos serviços de abastecimento de água no estado da Bahia. Porém entende-se que devido a proximidade o município pode escolher um ente ou órgão regulador municipal e caso esse não exista pode-se optar pela solução por consórcio.

### **8.6.3 Modelo de gestão de drenagem urbana e manejo de águas pluviais**

No município de Tucano o serviço de drenagem é prestado pelo titular do serviço. Foi observado que existem demandas quanto à prestação desse serviço e dessa forma a administração municipal deve desempenhar uma gestão que atenda às carências dessa vertente. Essa carência pode ser suprida com a atuação de profissionais capacitados para que seja feito estudo e posteriormente projeto de melhorias nessa vertente. Esse projeto deve estar em consonância com as outras vertentes do saneamento, principalmente esgoto e resíduos sólidos, os quais sendo geridos de forma inadequada podem contribuir para o mau funcionamento do sistema de drenagem, em alguns aspectos.

Para garantir a sustentabilidade financeira, deve-se assegurar repasse de recursos para tais atividades, podendo ser incluído no orçamento municipal (Plano Plurianual) ou poderá ser originado de impostos municipais (IPTU, ICMS) (PMSB Planalto, 2015).

### **8.6.4 Modelo de gestão de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos**

A prestação do serviço de gestão de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é realizada pela administração municipal de Tucano. Entretanto esse serviço não alcançou o proposto pela Política Nacional de Saneamento Básico e pela de Política Nacional de Resíduos Sólidos que seria a universalização do serviço de limpeza urbana e coleta de resíduos por coleta convencional e seletiva.

Por esse motivo é essencial que o município defina uma alternativa de gestão que seja capaz de alcançar ao proposto pela legislação considerando as peculiaridades da região. Dentre as alternativas possíveis para a prestação do serviço o titular pode continuar realizando, entretanto deve existir o

comprometimento para que a coleta de resíduos seja ampliada especialmente para a Zona Rural do município e organização do serviço de forma a atender a demanda da população rural e urbana. Outra opção, segundo PMSB Planalto (2015) é o município prestar o serviço por autarquia, empresa pública, fundação ou sociedade de economia mista.

Outra alternativa é a prestação regionalizada via consórcio público por meio de convênio de cooperação entre entes federados. Segundo PMSB Planalto (2015), o titular poderá optar, no âmbito da prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos, por diferentes prestadores para diferentes atividades e para os diferentes tipos de resíduos sólidos.

A regulação no município poderá ser feita pelo próprio titular, ou esse pode delegar a regulação ao ente ou órgão regulador municipal ou estadual, além do uso do consórcio público quando possível.

Para a fiscalização além das alternativas de gestão propostas para a regulação pode ser utilizado o conselho municipal.

## **9. REVISÃO DE EMERGÊNCIAS E CONTIGÊNCIAS**

De acordo Lei Federal nº 11.445/07, está previsto ações de emergências e contingências nos planos de saneamento básico, inclusive o racionamento. Neste aspecto, as ações de emergência e contingência versarão nos quatro eixos do saneamento básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. De acordo com o Art. 40º desta Lei, os serviços poderão ser interrompidos pelo prestador em situações de emergência que atinjam a segurança das pessoas e bens.

Segundo o Plano de Saneamento Básico – Módulo Limpeza Urbana e Manejo e Resíduos Sólidos da cidade de Maringá – PR, basicamente, emergência trata-se de situação crítica, acontecimento perigoso ou fortuito, incidente, caso de urgência, situação mórbida inesperada e que requer tratamento imediato; e contingência trata-se da qualidade do que é contingente, ou seja, que pode ou não suceder, eventual incerto; incerteza sobre se uma coisa acontecerá ou não.

O planejamento minucioso deve ser trabalhado com os órgãos públicos envolvidos e com a população afetada, e todos os acidentes devem ser registrados

e documentados para análise de todos os eventos históricos e concepção de um plano de atendimento adequado, além do cadastro do sistema, possibilitando verificação das condições operacionais, mas considerando as possíveis ocorrências relacionadas às condicionantes geológicas e ambientais.

Diante do exposto, um plano de ação de emergência é um documento que tem a finalidade de prover concomitante diretrizes, dados e informações no que tange a respeito de medidas a serem adotadas em situações emergenciais, caracterizando-se como uma série de procedimentos necessários para sanar possíveis eventos críticos, que possam causar danos a população e ao meio ambiente. Assim, as ações de contingência, apresentam-se fundamentais nesse contexto, de modo a evitar o desencadeamento de consequências negativas.

A seguir, serão apresentadas as ações de emergências e contingências que poderão ser adotadas para os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e resíduos sólidos.

### **9.1 Abastecimento de água potável**

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico do Rio de Janeiro – PMSB/RJ (2010) os principais problemas relativos à distribuição e consumo de água podem acontecer em qualquer uma das etapas do processo: captação e adução, tratamento e distribuição. Eventuais faltas de água e interrupções no abastecimento podem ocorrer, por manutenção do sistema, eventualidades, problemas de contaminação, falhas no sistema, dentre outros.

Dependendo de quão crítica é a situação de escassez ou da abrangência da contaminação de recursos hídricos, pode ser necessária à adoção de racionamento, declarada pela autoridade gestora de recursos hídricos. Segundo o Art. 46 da Lei 11.445/2007, o ente regulador poderá adotar mecanismos tarifários de contingência, com objetivo de cobrir custos adicionais decorrentes, garantindo o equilíbrio financeiro da prestação do serviço e a gestão da demanda. Para suprir a população da quantidade mínima necessária de água, deve-se fazer um abastecimento emergencial (PMSB/RJ, 2010).

Conforme a Secretaria Nacional de Defesa Civil, os sistemas de captação, tratamento, adução, distribuição e consumo de água potável são vulneráveis às

contaminações acidentais ou mesmo intencionais, que podem ocorrer de forma súbita ou gradual, e colocar em risco a saúde e o bem-estar das populações abastecidas. Não existem redes de distribuição absolutamente estanques, os riscos de contágio da água encanada, pela água existente no lençol freático, estão sempre presentes. (PMSB/RJ, 2010)

A vigilância epidemiológica permite caracterizar o surgimento de um surto epidêmico de doenças veiculadas pela água. A partir da constatação do surto, a investigação epidemiológica minuciosa permite definir as principais causas do problema, assim como os reservatórios de agentes infecciosos, os hospedeiros, as fontes de infecção e os mecanismos de transmissão. O controle de qualidade da água é da competência dos órgãos de vigilância sanitária, enquanto que os poluentes químicos e radioativos são controlados pela vigilância ambiental (PMSB/RJ, 2010)

Quando a falta de água é consequência de falta de energia elétrica, sistemas de geração autônoma de energia em elevatórias estratégicas podem solucionar o problema (PMSB/ RJ, 2010).

O Quadro 27 abaixo mostra de forma resumida a origem, ocorrência e plano de contingência para o serviço de abastecimento de água.

Quadro 27 - Emergência e contingência para o serviço de abastecimento de água

OCORRÊNCIA	ORIGEM	PLANO DE CONTINGÊNCIA
Falta d'água generalizada	Inundação das captações de água com danificação de equipamentos eletromecânicos/ estruturas	Verificação e adequação de plano de ação às características da ocorrência
	Deslizamento de encostas, movimentação do solo ou solapamento de apoios de estruturas com arrebitamento da adução de água bruta	Comunicação à população, instituições, autoridade e defesa civil
	Interrupção prolongada no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água	Deslocamento de caminhão pipa
	Vazamento de cloro nas instalações de tratamento de água	Controle da água disponível em reservatórios
	Qualidade inadequada da água dos mananciais	Reparo das instalações danificadas
	Ações de vandalismo	Comunicação à polícia
Falta d'água parcial ou localizada	Deficiências de águas nos mananciais em períodos de estiagem	Verificação e adequação de plano de ação às características da ocorrência
	Interrupção temporária no fornecimento de energia elétrica nas instalações de produção de água	Comunicação à população, instituições, autoridade e defesa civil



	Danificação de equipamentos de estações elevatórias de água tratada	Deslocamento de caminhão pipa
	Danificação de estruturas de reservatórios e elevatórias de água tratada	Reparo das instalações danificadas
	Rompimento de redes e linhas adutoras de água tratada	Transferência de água entre setores de abastecimento
	Ações de vandalismo	Comunicação à polícia
Contaminação da água	Contato da água com produtos químicos tóxicos	Comunicar à população, instituições e autoridades
	Presença de microorganismos patogênicos devido à falta de eficiência no tratamento de esgoto	Deslocamento de caminhão pipa
	Contato com contaminantes físicos	Controle do nível de água nos reservatórios Eficiência no tratamento de esgoto Proteção dos mananciais

Fonte: Planalto (2011) e Cajamar (2011), modificado

## 9.2 Esgotamento sanitário

O principal motivo de interrupção dos serviços é o vazamento, que pode ocorrer, entre outras razões, por paralisação de elevatórias e entupimentos (PMSB/RJ, 2010).

De forma análoga à água, quando a paralisação da elevatória é consequência de falta de energia elétrica, sistemas de geração autônoma de energia podem solucioná-lo. Os procedimentos a serem adotados em caso de acidente são os seguintes:

- Identificar áreas com estrutura danificada;
- Identificar abrangência da área afetada;
- Identificar se há casos de contaminação; em caso afirmativo, encaminhar para órgão de saúde, para os procedimentos indicados. (PMSB/RJ, 2010)

O Quadro 28 abaixo mostra de forma resumida a origem, ocorrência e plano de contingência para o serviço de esgotamento sanitário.



Quadro 28 - Emergência e contingência para os serviços de esgotamento sanitário

OCORRÊNCIA	ORIGEM	PLANO DE CONTINGÊNCIA
Paralisação da estação de tratamento de esgoto	Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de tratamento  Danificação de equipamentos eletromecânicos / estruturas  Ações de vandalismo	Comunicação à concessionária de energia elétrica  Comunicação aos órgãos de controle ambiental  Comunicação à polícia  Instalação de equipamentos reserva  Reparo das instalações danificadas
Extravasamento de esgotos em estações elevatórias	Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento  Danificação de equipamentos eletromecânicos / estruturas  Ações de vandalismo	Comunicação à concessionária de energia elétrica  Acionar gerador alternativo de energia  Comunicação aos órgãos de controle ambiental os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência e paralisação das unidades de tratamento  Instalar tanque de acumulação para esgoto extravasado com o objetivo de evitar contaminação do solo e água  Comunicação à polícia  Instalação de equipamentos reserva  Reparo das instalações danificadas



Rompimento de linhas de recalque, coletores-tronco, interceptores e emissários	Desmoronamento de taludes e paredes de canais	Comunicação aos órgãos de controle ambiental  Reparo das instalações danificadas
	Erosão de fundo de vale	
	Rompimento de travessia	
Ocorrência de retorno de esgoto e imóveis	Lançamento indevido de águas pluviais em redes coletoras de esgoto  Obstrução em coletores de esgoto	Comunicação à vigilância sanitária  Ampliar a fiscalização e o monitoramento das redes de esgoto e de captação das águas pluviais com o objetivo de identificar ligações clandestinas, regularizar a situação e implantar sistema de cobrança de multas e punição para reincidentes  Execução dos trabalhos de limpeza e desobstrução  Reparo das instalações danificadas  Isolar o trecho danificado do restante da rede com o objetivo de atendimento das áreas não afetadas pelo rompimento
Vazamentos e contaminação de solo, curso hídrico ou lençol freático por fossa	Rompimento, extravasamento, vazamento e/ou infiltração de esgoto por ineficiência de fossas  Construção de fossas inadequadas e ineficientes  Inexistência ou ineficiência do monitoramento das fossas (construção, gerenciamento, etc)	Promover o isolamento da área e contenção do resíduo com o objetivo de reduzir a contaminação  Conter o vazamento e promover a limpeza da área com caminhão limpa fossa, encaminhando o resíduo para a estação de tratamento de esgoto  Exigir a substituição das fossas negras por fossas sépticas e sumidouros ou ligação do esgoto residencial à rede pública nas áreas onde existe esse sistema



		Ampliar o monitoramento e fiscalização desses equipamentos na área urbana e na zona rural, principalmente nas fossas localizadas próximas aos cursos hídricos e pontos de captação subterrânea de água para consumo humano
Rompimento de interceptores, coletores, emissários	Desmoronamento de taludes ou paredes de canais	Executar reparo da área danificada com urgência  Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes
	Erosão de fundo de vale	Comunicar aos órgãos de controle ambiental sobre o rompimento em alguma parte do sistema de coleta de esgoto  Executar reparo da área danificada com urgência
	Rompimento de pontos para travessia de veículos	Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes  Comunicar ao órgão de controle ambiental sobre o rompimento em alguma parte do sistema de coleta de esgoto  Comunicar às autoridades de trânsito sobre o rompimento da travessia  Sinalizar e isolar a área como meio de evitar acidentes  Executar reparo da área danificada com urgência

Fonte: Planalto (2011) e Cajamar (2011), modificado

### **9.3 Drenagem e manejo de águas pluviais**

A falta de planejamento e a própria ocupação desordenada influenciam diretamente na composição do território e sua dinâmica. Normalmente a ocupação de áreas de riscos ocorre principalmente por população de baixa renda, a qual fica mais exposta aos eventos indesejados. Dentre eles estão os deslizamentos de terra, alagamentos, enchentes, inundações, entre outros.

É de conhecimento que desde o início da humanidade, o aspecto físico do saneamento é uma luta do homem com o ambiente, ocorrendo desenvolvimento com a evolução das civilizações, ou retrocedendo com o fim das mesmas e surgimento de novas, mas a importância do saneamento para saúde remonta às antigas culturas (ROSEN, 1999).

O Quadro 29 abaixo mostra de forma resumida a origem, ocorrência e plano de contingência para o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais.

Quadro 29 - Emergências e Contingências para o serviço de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

OCORRÊNCIA	ORIGEM	PLANO DE CONTINGÊNCIA
Inundação de áreas planas	<p>Precipitação de intensidade acima da capacidade de escoamento do sistema e grande contribuição de montante, tendo em vista a área da bacia</p> <p>Quebra de equipamentos eletromecânicos por fadiga ou falta de manutenção</p> <p>Mau funcionamento do sistema por presença de resíduos e entulhos, comprometendo a capacidade de escoamento</p> <p>Ações de vandalismo</p>	<p>Comunicação à população, instituições, autoridade e defesa civil</p> <p>Reparo das instalações danificadas</p> <p>Limpeza frequente dos dispositivos de micro e macrodrenagem</p> <p>Comunicação à polícia</p>
Enxurradas nas áreas dos morros	<p>Precipitação de significativa intensidade em períodos intercalados com precipitações de menor intensidade, e prolongados</p> <p>Desmoronamento de taludes e paredes de canais</p> <p>Erosão de fundo de vale</p> <p>Rompimento de travessia</p>	<p>Comunicação à população, instituições, autoridade e defesa civil</p> <p>Reparo das instalações danificadas</p> <p>Comunicação à polícia</p> <p>Criação de plano de evacuação das áreas críticas</p> <p>Implantação de fundo de seguro para</p>



	<p>Cortes em taludes sem critério</p> <p>Acúmulo de resíduos</p> <p>Lançamento de esgoto a céu aberto</p> <p>Retirada da vegetação</p> <p>Ocupação desordenada em áreas consideradas de risco ou vulneráveis</p>	<p>ressarcimento de prejuízos e danos causados</p>
<p>Erosão de estradas vicinais</p>	<p>Remoção da proteção vegetal dos terrenos</p>	<p>Obras de drenagem urbana em conformidade com as políticas de desenvolvimento urbano e de uso e ocupação do solo</p>
<p>Alagamento, inundações e enchentes.</p>	<p>Remoção da proteção vegetal dos terrenos</p>	<p>Zoneamento das áreas de inundação com mapeamento das áreas suscetíveis a alagamentos/inundações</p> <p>Serviço de previsão e alerta contra cheias</p> <p>Gerenciamento dos recursos hídricos</p>

Fonte: Planalto (2011) e Cajamar (2011), modificado

#### **9.4 Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos**

Segundo o Plano de Saneamento Básico – Módulo Limpeza Urbana e Manejo e Resíduos Sólidos da cidade de Maringá – PR, no setor de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos, considera-se que a paralisação dos serviços de coleta de resíduos e limpeza pública, a ineficiência da coleta seletiva e a inexistência de sistema de compostagem poderão gerar incômodos à população e comprometimento da saúde pública e ambiental. A limpeza das vias através da varrição trata-se de serviço primordial para a manutenção de uma cidade limpa e salubre. A paralisação dos serviços de destinação de resíduos ao aterro interfere no manejo destes resíduos, provoca mau cheiro, formação excessiva de chorume, aparecimento de vetores transmissores de doenças e compromete a saúde pública. Diante disso, medidas de contingência devem ser adotadas para casos de eventos emergenciais de paralisação dos serviços relacionados à limpeza pública, coleta e destinação de resíduos.

O Quadro 30 abaixo mostra de forma resumida a origem, ocorrência e plano de contingência para o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Quadro 30 - Emergências e Contingências para o serviço de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

OCORRÊNCIA	ORIGEM	PLANO DE CONTINGÊNCIA
Quebra de equipamento coletor de resíduos	Falha, defeito mecânico ou acidente no trânsito da cidade	<p>Providenciar veículo reboque</p> <p>Comunicar a ocorrência ao Departamento de Trânsito</p> <p>Providenciar veículo equivalente para conclusão da coleta na rota prevista e atendimento nos dias seguintes</p> <p>Verificar os trâmites legais e operacionais da PM da Bahia</p>
Impedimento de acesso ao Aterro Sanitário	Greve de funcionários, ação pública de impedimento ao acesso de veículos coletores	<p>Mobilizar os poderes constituídos para desobstrução do acesso</p> <p>Transferir os resíduos, diretamente pelos veículos coletores, a outros aterros sanitários licenciados na região</p>
Impedimento para disposição final no aterro sanitário	<p>Greve de funcionários, ação pública de impedimento ao acesso de veículos coletores</p> <p>Impedimento do acesso por chuva intensa</p>	Os resíduos deverão ser transportados e dispostos em outros aterros devidamente licenciados, em caráter emergencial, em cidades vizinhas



<p>Paralisação do Sistema de varrição, capina, roçagem e coleta dos resíduos</p>	<p>Greve dos funcionários da empresa</p>	<p>Celebrar contrato emergencial com empresas licenciadas e especializadas na coleta</p> <p>Acionar os funcionários da empresa pública responsável pela infra estrutura da cidade, para efetuarem a limpeza dos pontos mais críticos e centrais da cidade</p>
--	--	---

*Fonte: Planalto (2011) e Cajamar(2011), modificado*

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 1004 – Resíduos sólidos – Classificação**. 71 p. Rio de Janeiro: Brasil 2004.

ABNT – NBR 13.969. **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT – NBR 7.299. **Projeto, construção e operação de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, 1993.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 9.781. Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio**. 2013

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113. Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: Brasil, 2004.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112: **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Áreas de Transbordo e Triagem de RCD**. Rio de Janeiro: Brasil, 2004.

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.;CORDEIRO, J. S. **Resíduos de estações de tratamento de água e a ISSO 24512: desafio do saneamento brasileiro**. ENg. Sani. Ambient. Rio de Janeiro, v.18,n.2, p. 115-122, abri./jun.2013.

ADASA – Agencia Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Drenagem de Águas Pluviais**. Disponível em: <<http://www.adasa.df.gov.br>>, acesso: 21 de março de 2016.

AGRA, S. G. (Abril de 2001). **Estudo experimental de microrreservatórios para controle do escoamento superficial**. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000335279&loc=2005&l=8b17271cf472307c> . Acesso em: 09 de ago. 2017.

ALP AMBIENTAL. **Conheça a função do aterro sanitário**. 2014. Disponível em: <<http://alpambiental.com.br/conheca-a-funcao-do-aterro-sanitario/>>. Acesso em 25 de jul. de 2021.

ARAUJO, Felipe. **Quarenta e cinco comunidades rurais adotam autogestão no abastecimento de água no estado**. AESB – RN. Disponível em: <http://www.aesbe.org.br/conteudo/impresao/5169>. Acesso em: 08 de agosto de 2021.

ARAÚJO, Paulo Roberto de; TUCCI, Carlos E. M.; GOLDENFUM, Joel A. (2000). **Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Funcoes-dos-Telhados-Verdes-no-Meio-Urbano.pdf>> Acesso em: 14 de julho de 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. Programa Soluções para Cidades. **Projeto Técnico: Reservatórios de Detenção**. Disponível em: <<http://solucoesparacidades.com.br/saneamento/reservatorios-de-detencao/>>. Acesso: 05 de maio de 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10157 - Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro – RJ, 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15133 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro – RJ, 16p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15849 - resíduos sólidos urbanos – aterros sanitários de pequeno porte – diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento: procedimento.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15849 – Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.** Rio de Janeiro – RJ, 24p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.** Rio de Janeiro – RJ, 7p.

ATIBAIA. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Atibaia – SP** (2014 – 2015), Disponível em: [http://www.saaeatibaia.com.br/downloads\\_residuos/PROPOSICOES\\_PMGIRS.pdf](http://www.saaeatibaia.com.br/downloads_residuos/PROPOSICOES_PMGIRS.pdf). Acesso em 26 de julho de 2021

BAHIA. **Lei 12.932, 08 de janeiro 2014.** Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências, 2014.

BAHIA. Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado da Bahia e Elaboração do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para os Municípios da Bacia do Rio São Francisco – Relatório 2. PLANO DE REGIONALIZAÇÃO DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA O ESTADO DA BAHIA. VOL 1 – MEMORIAL DESCRITIVO. 2012.

BALDESSAR, S. M. N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada.** 2012. Disponível em: <[www.prppg.ufpr.br/ppgecc/wp-content/uploads/2016/files/dissertacoes/d0168.pdf](http://www.prppg.ufpr.br/ppgecc/wp-content/uploads/2016/files/dissertacoes/d0168.pdf)>. Acesso em: 28 de jul. de 2017.

BARROS, R. T. de V. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos.** Belo Horizonte: Tessitura, 424p. 2012.

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, 5 de outubro de 1988. 390 BRASIL, **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010.** Regulamenta a Lei nº 11.445. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL, **Decreto nº 8.211, de 21 de março de 2014.** Altera o Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

BRASIL, **Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005.** Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Brasília, 2005.

BRASIL, **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007** que institui a Política Nacional de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Plano Municipal de Saneamento Básico: guia profissional em treinamento: nível 2/ Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org).** Salvador: ReCESA, 2008.99 p.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Aproveitamento energético do biogás de aterro sanitário: A geração de biogás nos aterros sanitários.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos->

solidos/aproveitamento-energetico-do-biogas-de-aterro-sanitario>. Acesso em: 04 de Julho de 2021.

BRASIL, **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação**. Brasília, 156p. 2012

BRASIL. **Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007**. Regulamenta a Lei nº 11.107. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL. **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2007**. Regulamente a Lei nº 11.445, de 05 de Janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.

BRASIL. **Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde**. Editora Anvisa, 2006. Disponível em:<  
[http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/manual\\_gerenciamento\\_residuos.pdf](http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/manual_gerenciamento_residuos.pdf)>. Acesso em: 04 de Julho de 2021.

BRASIL. **Lei Federal Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRASIL. **Lei Federal Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em:<  
<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 02 agosto de 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004**. Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública. Brasília (DF): Câmara dos Deputados, 2004.

BRASIL. **Lei Nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007.

BRASIL. LEI Nº 11.445, DE 05 DE JANEIRO DE 2007. **Estabelece Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico**. Brasília, DF, 186º da Independência e 119º da República. 2007.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política Federal de Saneamento Básico (DF): Diário Oficial União, 2007.

BRASIL. LEI Nº 12.305, DE 02 DE AGOSTO DE 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF, págs. 01-72, 02. Ed. 2010.

BRASIL. Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 22 set. 2010.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997. Política Nacional dos Recursos Hídricos. Diário Oficial da união, Brasília, 1997.

BRASIL. Lei nº 9.605. Lei da Vida – A lei dos Crimes Ambientais. Diário Oficial da União, Brasília, 1998.

BRASIL. Lei nº 9.974, de 06 de junho de 2000. Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o

transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a exportação, o destino final dos resíduos, o controle, a inspeção e a fiscalização e dá outras providências. Brasília, 2000.

BRASIL. Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, IBAM, 200p. 2001.

BRASIL. Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, IBAM, 200p. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde/Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 182 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Módulo 1- O **Saneamento Básico no Brasil**: Aspectos Fundamentais. Disponível em: <[http://ead.capacidades.gov.br/pluginfile.php/76703/mod\\_resource/content/2/MOD%2001.pdf](http://ead.capacidades.gov.br/pluginfile.php/76703/mod_resource/content/2/MOD%2001.pdf)> . Acesso em: 25 mar. 2021.

BRASIL. Ministério das Cidades. Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB. Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério do meio Ambiente. Orientações para elaboração de plano simplificado de gestão integrada de resíduos sólidos para municípios com população inferior a 20 mil habitantes. **Material de apoio ao curso a distância**. Brasília, 2013.

BRASIL. NR Nº 588, DE 30 DE JANEIRO DE 2017. Limpeza Urbana. 2017.

BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002. Publicada no DOU nº 136, de 17/07/2002, págs. 95-96. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. 2002.

CAJAMAR. Plano Municipal de Saneamento Ambiental do Município de Cajamar - SP. 2011. Disponível em: <<http://www.cajamar.sp.gov.br/v2/arquivos/sabesp/Anexo%20V%20-%20PMS%20-%20CAJ.pdf>>. Acesso em: 02 de agosto de 2021

CAMPOS, J.R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 1999. Projeto PROSAB

CAPITAL TERESINA. **Notícias Sobre Telhado Verde e Seus Benefícios para a Cidade**. Disponível em: < <http://www.capitalteresina.com.br/noticias/comportamento/telhado-verde-diminui-temperatura-e-reduz-impacto-do-calor-em-regioes-urbanas-4597.html>>, acesso: 05 de maio de 2016, as 11h20min.

CARDOSO, F. J. **Análise, concepção e intervenções nos fundos de vale da cidade de Alfenas [MG]**. Labor & Engenho, Campinas [SP], Brasil, 2009. Disponível em: < [http://www.conpadre.org/L&E/L&E\\_v3\\_n1\\_2009/01\\_p1-20.pdf](http://www.conpadre.org/L&E/L&E_v3_n1_2009/01_p1-20.pdf)>. Acesso em: 30 de juho 2021.

CEARÁ. Governo do Estado. **PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO ESTADO DO CEARÁ**: Mecanismos de Cobrança dos Serviços de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos. , 2014. 55 p. Disponível em: <[http://www.sema.ce.gov.br/attachments/article/44259/Caderno Temático Mecanismos de Cobrança .pdf](http://www.sema.ce.gov.br/attachments/article/44259/Caderno_Temático_Mecanismos_de_Cobrança.pdf)>. Acesso em: 30 julho 2021.

CERVI, R. G. Avaliação econômica do aproveitamento do biogás e biofertilizante produzido por biodigestão anaeróbia: estudo de caso em unidade biointegrada. 2009. Disponível em: < [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90632/cervi\\_rg\\_me\\_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90632/cervi_rg_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> . Acesso em: 26 de jul. de 2017.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Norma Técnica L1.040. Implantação de cemitérios. 6 p. Janeiro, 1999.

CHERNICHARO, C.A.L. (Coord.). **Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios**. 1ª Edição. Belo Horizonte: [s.n.], 2001. Projeto PROSAB.

CHERNICHARO, C.A.L. **Reatores Anaeróbios**. 2ª edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; v.5).CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo, 1980: Edgard Blücher. 2ª edição. p. 103 – 127.

CIMENTO.ORG: O MUNDO DO CIMENTO. **Norma de Pavimento Permeável de Concreto e Aprovada**. Disponível em: <<http://cimento.org/norma-de-pavimento-permeavel-de-concreto-e-aprovada/>>, acesso: 05 de maio de 2016, as 11h32min.

CONAMA, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Estabelece critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento. Brasília, 2006.

CONAMA. **Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Alterada pelas Resoluções nsº 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015. 17 de jul, 2002.

Confira os procedimentos para a coleta e transporte de resíduos para tratamento. Disponível: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/confira-os-procedimentos-para-a-coleta-e-transporte-de-residuos-para-tratamento>>. Acesso em 24/07/2021.

CRITES, R.; TCHOBANOGLIOUS, G. **Smalland Decentralized Wastewater Management systems**. Singapore: Mc Graw Hill InternationalEditions, 1998. 1084p

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. (Coord.). Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 2ª Ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370p.

DAVID, A. C.; SANTOS, C. M. Secagem de lodo da ETA Taiaçupeba disposto na forma de leira em pátio coberto. IN: XV Encontro Técnico AESABESP, Ago., 2004, São Paulo.

**Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. 23 de dez , 2010.

Diário Oficial de União, nº 101, de 28 de maio de 2003, Seção 1, páginas 98-99. Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação. Brasília. 156 p. 2012.

DOMINCIANO, C. F. Classificação, disposição e tratamento de resíduos sólidos hospitalares. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2014.

ECOTÉCNICA, 2008. Plano Municipal de Saneamento Básico. Campina Grande do Sul – Paraná, 2008. Disponível em: [http://www.campinagrandedosul.pr.gov.br/site/downloads/PMSB\\_CGS\\_Prognostico\\_Versao\\_Final.pdf](http://www.campinagrandedosul.pr.gov.br/site/downloads/PMSB_CGS_Prognostico_Versao_Final.pdf). Acesso em 05 de agosto de 2017.

ELEUTÉRIO, J. P. L.; HAMADA, J.; PADIM, A. F. Gerenciamento eficaz no tratamento dos resíduos de serviços de saúde - estudo de duas tecnologias térmicas. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, 2008.

FINOTTI, A. R.; SCHNEIDER, V. E.; CAGLIARI, J. Capacitação de gestores em saneamento ambiental. 1. ed. Caxias do Sul: Recesa, 2009.

FREITAS, Dalila da Graça Sepúlveda Mesquita de. **IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEM PAY AS YOU THROW – PAYT NO CENTRO HISTÓRICO DE GUIMARÃES E ZONA ENVOLVENTE**. 2013. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia e Gestão Ambiental, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2013

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 5ª edição. Ministério da Saúde. Brasília. 2015.

GODOY, J. C. Compostagem. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/compostagem.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf)>. Acesso em: Julho de 2021.

<http://www.maringa.pr.gov.br/saneamento/pmsb3.pdf> - jogar na net p pegar autores e ano

IBAM. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos; 15 ed. Rio de Janeiro, RJ, 2001.

IWAI, C. K. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas e do solo em áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte: aterro sanitário em valas. 2012. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde.../Tese\\_Cristiano\\_Kenji\\_Iwai.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde.../Tese_Cristiano_Kenji_Iwai.pdf)>. Acesso em: 24 de jul. de 2021.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142011000100010](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142011000100010)>. Acesso em: 04 abr. 2016.

JARDIM ACAPULCO. **A compostagem no Jardim Acapulco**. 2016.. Disponível em: <<http://www.jardimacapulco.com.br/compostagem.php>>. Acesso em: Julho de 2021

LEITE, Jurandyr Carvalho Ferrari; Souza, Kamille Leão de. (2012). O Novo Perfil do Nordeste Brasileiro no Censo. O Novo Perfil do Nordeste Brasileiro no Censo – Versão Preliminar; normalização e diagramação em execução. Fortaleza, Ceará, Brasil: Banco do Nordeste do Brasil

MACHADO, G. B. Tratamento de resíduos de serviços de saúde. 2015. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/tratamento-de-residuos-de-servicos-de-saude/>>. Acesso em: 26 de jul. de 2021.

Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos / José Henrique Penido Monteiro ...[et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.; 21,0 x 29,7cm Patrocínio: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. 1 - Resíduos sólidos. I - Monteiro, José Henrique Penido, II - Zveibil, Victor Zular (coord.). III – Instituto Brasileiro de Administração Municipal.

**Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos** / José Henrique Penido Monteiro ...[et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

Martini, A. A. Estudo de Alternativa de Valorização de Resíduos de Serviço de Saúde advindos de Processos de Desinfecção por Desativação eletrotérmica (ETD). 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-06012017-110356/es.php>>. Acesso em: 26 de jul. de 2021

METCALF& EDDY INC. **Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse**. 4. Ed. NewYork, McGraw - Hill Book, 1334 p., 2004.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 335, em 28 de maio de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Departamento de Ambiente Urbano. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu\\_urbano/\\_arquivos/folder\\_pnrs\\_125.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/folder_pnrs_125.pdf). Acesso em: 07 de jul de 2017.

MONTEIRO, José H. P. et al. Manual Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Rio de Janeiro. IBAM, 2001.

MUCELIN, C. A. CUNHA, K. C e Pereira, J.O. Sistema de gerenciamento de resíduos sólidos para pequenas comunidades. Sanare Revista Técnica da Sanepar, 2000.

NAIME, Roberto; RAMALHO, Ana Helena Pinho. Avaliação do Sistema de Gestãodos Resíduos Sólidos do Hospital das Clínicas de Porto Alegre. Revista espaço paraa saúde, Londrina, v.9, n.1, p.1-17, dez. 2008.

NAN, N. H. **Decentralized wastewater treatment and Reclamation using membrane bioreactor.**Asian Institute of Technology.Tailândia, 2006.

NOVAK, F. R. Autoclavagem. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biossegurancahospitalar/dados/material13.htm>. Acesso em: Julho de 2017.

NOVI, J. C. Avaliação legal, ambiental e econômico-financeira da implantação de sistema próprio de tratamento de resíduos de serviços de saúde no HC-FMRP-USP para geração de energia. 2011. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-01032012-135400/pt-br.php> >. Acesso em: 26 de jul. de 2021

NUCASE. Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. Saúde e Segurança do Trabalho Aplicados ao Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos. Nível 1; Belo Horizonte, BH, 2008.

NURENE. Núcleo Regional Nordeste. Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – Guia do profissional em treinamento; Nível 2; Salvador, BA, 2008. 18p.

O que é resíduo industrial e quais são as suas classificações. Disponível em <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/o-que-e-/residuo-industrial-e-quais-sao-suas-classificacoes>>. Acesso em 25 de julho de 2021

OLIVEIRA, A. M. G. AQUINO, A. M. MANOEL, T. C. N. Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico. 2005. EMBRAPA - Circular técnica. Cruz das Almas – BA.

OMS. **Minimum water quantity needed for domestic uses.** 2005. Disponível em:<[http://ec.europa.eu/echo/files/evaluation/watsan2005/annex\\_files/WHO/WHO5%20%20Minimum%20water%20quantity%20needed%20for%20domestic%20use.pdf](http://ec.europa.eu/echo/files/evaluation/watsan2005/annex_files/WHO/WHO5%20%20Minimum%20water%20quantity%20needed%20for%20domestic%20use.pdf)>. Acesso em: 19 de jun de 2021.

Os resíduos gerados em cemitérios na ótica dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/280386066\\_Os\\_residuos\\_gerados\\_em\\_cemiterios\\_na\\_otica\\_dos\\_Planos\\_Municipais\\_de\\_Gestao\\_Integrada\\_de\\_Residuos\\_SolidoS](https://www.researchgate.net/publication/280386066_Os_residuos_gerados_em_cemiterios_na_otica_dos_Planos_Municipais_de_Gestao_Integrada_de_Residuos_SolidoS). Acesso em : 20 de julho de 2021.

PACHECO, A. Meio ambiente e cemitérios. São Paulo: Editora SENAC São Paulo. 192 p. 2012.

PATERN, S. M. **Planing and installing sustainable onsite wastewater systems.**Ed. McGraw-hill, 2010.

Plano Estadual de Resíduos Sólidos – Considerações Gerais – 2011 – Ministerio de Meio Ambiente

Plano Municipal de Santa Bárbara – Portal do Sertão – 2016

PRANDINI, Luiz Fernando et al. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 1995. 278 P.

PRGIRS – **Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos do Estado da Bahia e Elaboração do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para os Municípios da Bacia do Rio São Francisco**. Volume 1 – Memorial Descritivo. Bahia, 2012.

PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO; Antônio Marozzi Righetto. (2009). **Manejo de águas pluviais urbanas. Manejo de águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil; ABES.

RIGHETTO, A. M. *et al.* **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

RIO DE JANEIRO, **Plano Municipal de Saneamento Básico do Rio de Janeiro – RJ. 2010**. Disponível em: < <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/126674/DLFE-210110.pdf/1.0>>. Acesso em: 04 de agosto de 2021

ROCHA, L. F. L. **Análise comparativa das tecnologias empregadas para o tratamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil**. 2012. Disponível em: < [http://bdm.unb.br/bitstream/10483/4086/1/2012\\_LuisFelipeLinoRocha.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/4086/1/2012_LuisFelipeLinoRocha.pdf) >. Acesso em: 26 de jul. de 2021.

ROSEN, G. **Uma história da saúde pública**. São Paulo: Hucitec, Editora Unesp, Abrasco, 1994.

ROSSETO, R.,SAMBUISHI, R.H.R. **Caderno de diagnóstico – Resíduos Agrossilvopastoris I – Resíduos orgânicos**. Versão preliminar, 2011. Disponível em:[http://www.cnrh.gov.br/projetos/pnrs/documentos/cadernos/08\\_CADDIAG\\_Res\\_Agrosilvopastoril\\_Org.pdf](http://www.cnrh.gov.br/projetos/pnrs/documentos/cadernos/08_CADDIAG_Res_Agrosilvopastoril_Org.pdf). Acesso e 26 de julho de 2021.

RSS. **UTR - Unidade de Tratamento de Resíduos e ou/ Lixo Hospitalar** .2017. Disponível em:

<[http://residuosdeservicosdesaude.com.br/site\\_grupo\\_detalhe.php?ID\\_area=rss&ID\\_categoria=34&ID\\_registro=264&titulo=Lixo%20Hospitalar%20%20Tratamento%20por%20Desativa%20C3%A7%C3%A3o%20EI%C3%A9trotermica](http://residuosdeservicosdesaude.com.br/site_grupo_detalhe.php?ID_area=rss&ID_categoria=34&ID_registro=264&titulo=Lixo%20Hospitalar%20%20Tratamento%20por%20Desativa%20C3%A7%C3%A3o%20EI%C3%A9trotermica)>. Acesso em 25 de jul. de 2021

SANEANDO, 2015. **Plano Municipal de Saneamento Básico. Planalto** – Bahia, 2015.

SANETECH. Sanetech **Engenharia e Meio Ambiente Ltda. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Pitangueira**; Relatório 03 – Criação e Responsabilidades, Rev. 01, Ribeirão Preto, SP, Agosto, 2013.

SANTIAGO, A. D. (S.D). **Aula Saneamento Urbano**. Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

SÃO PAULO. **Procedimento para implantação de aterro sanitário em vala**. Governo do Estado de São Paulo e Secretaria do Estado de Meio Ambiente. 2005. Disponível em: <<http://www.unipacvaleadoaco.com.br/ArquivosDiversos/Manual%20de%20aterros%20em%20ovalas%20CETESB.pdf>>. Acesso em: 24 de jul. de 2017.

SÃO PAULO. **Programa Composta São Paulo**. 2014. Disponível em: < <https://compostasaopaulo.moradadafloresta.eco.br/>>. Acesso em: 03 de ago. de 2021

SCHNEIDER, D. M; RIBEIRO, W. A; SALOMONI, D. **Orientações Básicas Para A Gestão Consorciada de Resíduos Sólidos**. Editora IABS. Brasília. 2013.

SEBRAE. **Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: guia de procedimento passo a passo**. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ, 2006.

SEBRAE. **Sustentabilidade nos Pequenos Negócios - Gestão de Resíduos Sólidos**. 2ª ed. Cuiabá, 2015.

SHINOTSUKA, L. Y.; NAKAGAWA, M. I. **Avaliação do Ciclo de Vida da Incineração de um Resíduo Sólido Urbano**. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Química de Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

SILVA K. T. **Projeto de um Aterro Sanitário de Pequeno Porte – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica**, 2016. IV, 81 p. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015922.pdf>>. Acesso em: 24 de jul. de 2021

SILVA, C. A. e ANDREOLI, C. V. **Compostagem como alternativa a disposição final dos resíduos sólidos gerados na Ceasa Curitiba/PR**. 2010. Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=1091&artid=411&mode=pdf>>. Acesso em: 26 de jul. de 2021.

SILVEIRA, A. L. L. da. **Drenagem Urbana - Aspectos da Gestão: Gestores Regionais de Recursos Hídricos**. Curso preparado por : Instituto de Pesquisas Hidráulicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul Fundo Setorial de Recursos Hídricos (CNPq). 1ª Edição. 2002. Disponível em: <<ftp://ftp.cefetes.br/cursos/transportes/Zorzal/Drenagem%20Urbana/Apostila%20de%20drenagem%20urbana%20do%20prof%20Silveira.pdf>>. Acesso em: Abr. 2016.

SIQUEIRA, S. R. **Estudo de caso: obtenção da licença ambiental preliminar para a implantação de um aterro exclusivo das tortas de lodo geradas na estação de tratamento de água Taiapuê**. IN: XV Encontro Técnico AESABESP, Ago., 2004, São Paulo.

SMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA). **Projeto Girem – Gestão Integrada de Resíduos Municipais. Plano Municipal de Gestão integrada de Resíduos Sólidos**. São Paulo: CEPAM/CETESB. 89 p. 2013.

TUCCI, C. E. (2005). **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. Brasil: UNESCO.

UNIPAC. **Manual para Implantação de Aterros Sanitários em Valas de Pequenas Dimensões, Trincheiras e em Células**. 2016. Disponível em: <[http://www.unipacvaleadoaco.com.br/ArquivosDiversos/MANUAL\\_DO\\_ATERRO.pdf](http://www.unipacvaleadoaco.com.br/ArquivosDiversos/MANUAL_DO_ATERRO.pdf)>. Acesso em: 25 de julho de 2021

VAN HAANDEL, A.C.; LETTINGA, G. **Tratamento anaeróbio de esgotos: Um manual para regiões de clima quente**. Campina Grande – Paraíba. 1994.

VIEIRA, V. T. **Efeitos do Crescimento Urbano Sobre os Canais: Drenagem do Rio Paquequer, Teresópolis – RJ**. Rio de Janeiro, 2003. UFRJ/ PPGG – Dissertação de Mestrado. 101 p. 399

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v.1).

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 3º edição. Belo Horizonte, 2005.

VON SPERLING, M. **Lagoas de Estabilização.** 2ª edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1986. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v.3).

VON SPERLING, M. **Lodos Ativados.** 2ª edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v.4).

VON SPERLING, M. **Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos.** 1ª edição. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v.2).